



UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID
(UDIMA)

*Facultad de Ciencias de la Salud y de la Educación
Departamento de Educación*

*Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*

***REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE APRENDIZAJE COOPERATIVO
EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS EN SECUNDARIA***

Andrea Expósito Monar

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Bajo la dirección de:

Luis García Garabal

MADRID
Febrero 2025

RESUMEN

La alfabetización matemáticamente de los estudiantes para enfrentar los retos del siglo XXI y la reducción del fracaso escolar en España constituye un desafío clave. Las metodologías activas centradas en el estudiante, que integran el componente socioafectivo en la enseñanza de las matemáticas, surgen como estrategias esenciales para mejorar los resultados educativos. Entre estas, el aprendizaje cooperativo destaca por fomentar tanto el rendimiento académico y las habilidades sociales y emociones. Sin embargo, su implementación en el aula sigue siendo limitada.

Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar el aprendizaje cooperativo y analizar los resultados más relevantes en el ámbito de matemáticas en la educación secundaria. La revisión se estructuró en cuatro fases: (1) análisis del impacto de la motivación en el aprendizaje, (2) identificación de las características y pautas esenciales del aprendizaje cooperativo, (3) análisis de la importancia del aprendizaje cooperativo en matemática y (4) evaluación de evidencias científicas sobre su eficacia en secundaria. Las 3 primeras fases se analizaron mediante una revisión narrativa y la última por una revisión sistemática.

La revisión de este trabajo destaca la importancia de considerar tanto los aspectos afectivo-emocionales como los cognitivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, identificando el aprendizaje cooperativo como una herramienta clave. Se analizaron las principales características necesarias para su correcta implementación, incluyendo entre otras la planificación de la clase y el rol del docente. También, se exploró la relevancia del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las matemáticas, subrayando su impacto positivo en el sentido socioafectivo. Además, la revisión sistemática permitió identificar beneficios, limitaciones, desafíos y ejemplos prácticos de actividades diseñadas para aplicar esta metodología.

En conclusión, el aprendizaje cooperativo representa una herramienta valiosa para mejorar el sentido socioafectivo en matemáticas y mejorar el rendimiento académico, aunque su aplicabilidad requiere superar ciertas barreras y un mayor científico.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje cooperativo; matemáticas; motivación; revisión; secundaria

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	7
3. MÉTODO.....	8
4. DESARROLLO Y DISCUSIÓN.....	13
4.1. Motivación en el aprendizaje	13
4.2. Aprendizaje cooperativo	14
4.2.1. Definición.....	14
4.2.2. Características	15
4.2.3. Aprendizaje cooperativo vs aprendizaje colaborativo	18
4.2.4. Beneficios y dificultades del aprendizaje cooperativo	18
4.2.5. Rol del alumno y del profesor	19
4.2.6. Estructura de las sesiones de clases.....	21
4.2.7. Instrumentos didácticos.....	21
4.2.8. Evaluación	23
4.3. Aprendizaje cooperativo y matemática	25
4.3.1. Aprendizaje cooperativo y sentido socioafectivo en matemáticas	26
4.4. Revisión sistemática sobre el aprendizaje cooperativo en matemáticas de secundaria 29	
4.4.1. Evidencias científicas sobre los beneficios del aprendizaje cooperativo	30
4.4.2. Actividades aplicadas en aprendizaje cooperativo	34
4.4.3. Aprendizaje cooperativo en secundaria de matemáticas: aplicabilidad, perspectivas y formación docente	38
4.4.4. Limitaciones de la revisión sistemática.....	39
5. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN CRÍTICA	40
6. REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Fases de la búsqueda bibliográfica realizada</i>	8
Figura 2 <i>Diagrama de búsqueda de revisión sistemática en Dialnet en la fase 4</i>	12
Figura 3 <i>Principios básicos y normas del aprendizaje cooperativo</i>	16
Figura 4 <i>Distribución grupos heterogéneos grupos cooperativos</i>	17
Figura 5 <i>Estructura de una clase de 60 minutos</i>	21
Figura 6 <i>Plan de equipo segundo plan</i>	22
Figura 7 <i>Factores afectivos en el aprendizaje de las matemáticas</i>	28
Figura 8 <i>Frecuencia de artículos según la búsqueda bibliográfica realizada</i>	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ponderación utilizando aprendizaje cooperativo según criterios</i>	24
Tabla 2 <i>Casos de estudio reales que estudian la influencia del aprendizaje cooperativo en la materia de matemáticas de secundaria.</i>	31
Tabla 3 <i>Actividades para implementar aprendizaje cooperativo.</i>	35

1. INTRODUCCIÓN

La **sociedad de la información** del siglo XXI se caracteriza por rápidos avances tecnológicos y una interconexión global sin precedentes. En este contexto, la educación debe formar ciudadanos con competencias clave para enfrentar los desafíos de un mundo en constante cambio (Castillo Noboa y Santillán-Lima, 2023). Las matemáticas han pasado de ser un conjunto de fórmulas abstractas a convertirse en una herramienta esencial para comprender y desenvolverse en esta realidad compleja (Castillo Noboa y Santillán-Lima, 2023; da Costa, 2016). En línea con esta transformación, la **educación matemática** ha evolucionado para desarrollar habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la gestión de la información, competencias fundamentales en la formación integral de los estudiantes. Esta evolución ha impulsado un cambio significativo en los métodos de enseñanza y en el enfoque pedagógico (Ballén-Duarte, 2016; Castillo Noboa y Santillán-Lima, 2023; Cenas Chacón *et al.*, 2021).

Esta evolución también afecta a la relación entre docentes y estudiantes, tal como señala Bolaños *et al.* (2021), que destacan que el cambio no solo ha sido en el contenido y en los métodos, sino también en la manera en que se concibe la interacción en el aula.

Por todo ello, preparar a los jóvenes para los desafíos de la sociedad moderna es un tema prioritario en los sistemas educativos de países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), que, a través del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (por sus siglas en inglés, PISA), evalúan el nivel de competencias de los estudiantes de 15 años en matemáticas, lectura y ciencias cada 3 años (Rico, 2005).

Esta evaluación internacional a nivel matemática busca medir en qué medida los estudiantes pueden aplicar herramientas matemáticas en situaciones de la vida cotidiana, ofreciendo así una referencia de la calidad de los sistemas educativos (Rico, 2004). En PISA, la competencia matemática se define como la capacidad de razonar matemáticamente y resolver problemas en contextos de la vida real utilizando conceptos, procedimientos y herramientas matemáticas (OECD, 2024). Esta definición se alinea estrechamente con el concepto de alfabetización matemática (Rico, 2007). Por ello, PISA se convierte en un referente global para medir la **alfabetización matemática**, al evaluar hasta qué punto los estudiantes pueden emplear sus conocimientos matemáticos de manera efectiva en situaciones cotidianas (Rico, 2007).

En **España**, el rendimiento medio en competencia matemática, según la evaluación más reciente de PISA en 2022, se sitúa en 473 puntos, cifra cercana al promedio de la OCDE (472)

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria y de la Unión Europea (474), y comparable al desempeño de países como Alemania, Francia y Estados Unidos. Sin embargo, desde 2003, España ha mantenido un rendimiento por debajo de la media de la OCDE, lo que sigue generando preocupación sobre la calidad de la educación matemática en el país (Collado Soler *et al.*, 2022).

Además, el elevado índice de **fracaso escolar** en España representa uno de los mayores desafíos del sistema educativo (Pérez-Esparells y Morales Sequera, 2012). La Estrategia Europa 2020 de la Comisión Europea establece como meta que el abandono escolar sea inferior al 10%; sin embargo, en España, el porcentaje de estudiantes que dejan la escuela de manera temprana triplica este objetivo, haciendo aún más urgente abordar este problema (Pérez-Esparells y Morales Sequera, 2012).

La educación en España se rige actualmente por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 diciembre, por la que se modifica la ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (**LOMLOE**). Esta nueva ley se fundamenta en objetivos de etapa, perfil de salida, competencias clave, competencias específicas, criterios de evaluación, saberes básico y situación de aprendizaje (Sánchez, 2023a). El perfil de salida, pilar del currículo, identifica las expectativas de adquisición y desarrollo de las competencias clave necesarias para que, al finalizar la educación básica, el alumnado pueda afrontar satisfactoriamente los desafíos del siglo XXI (Coll y Martín, 2021). Ocho competencias son específicas en la LOMLOE, siendo una de ellas es la "competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería".

La materia matemática es una asignatura fundamental a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), siendo obligatoria en todas sus etapas. Los saberes básicos de la asignatura de matemáticas se dividen en 6 sentidos: numérico, de la medida, espacial, algebraico, estocástico y socioafectivo.

Un aspecto destacado de esta normativa es la incorporación del **sentido socioafectivo** en el currículo de matemáticas. Este saber básico se centra en creencias, actitudes y emociones, el trabajo en equipo, la toma de decisiones, así como la inclusión, el respeto y la diversidad. Investigaciones recientes han enfatizado el papel crucial de la **motivación** y las emociones en el aprendizaje, destacando su impacto no solo en las capacidades cognitivas, sino también en la mejora integral de los resultados académicos (Elizondo Moreno *et al.*, 2018).

Entre los factores emocionales más relevantes, la **ansiedad matemática** se identifica como un tema central en la literatura debido a su impacto en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, siendo una de las principales causas que afecta al fracaso escolar (Pérez-Tyteca *et*

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria al., 2009; Sagasti-Escalona, 2020). La incorporación del sentido socioafectivo en las aulas responde a investigaciones en didáctica de las matemáticas que demuestran que el rendimiento en matemáticas puede mejorar al cuestionar prejuicios y fomentar emociones positivas hacia esta materia (Arce *et al.*, 2019; Goñi, 2013).

En este sentido, la incorporación de estrategias de enseñanza emocionalmente inteligentes ha mostrado mejorar tanto el rendimiento académico como el clima de aprendizaje en matemáticas (Afonso *et al.*, 2023). En consonancia, Sarabi y Gafoor (2017) señalaron que, más allá de las habilidades cognitivas, el entorno afectivo es crucial para distinguir entre estudiantes de bajo y alto rendimiento en matemáticas.

Para abordar todos los saberes básicos de matemáticas, especialmente el sentido socioafectivo, y mejorar la competencia matemática en España de acuerdo con los desafíos del siglo XXI, es fundamental que los docentes implementen **metodologías activas** en las clases de secundaria (Puga Peña y Jaramillo Naranjo, 2015), abandonando el modelo tradicional donde el estudiante solo recibe pasivamente lo que el profesor explica (Arce *et al.*, 2019; Puga y Jaramillo Naranjo, 2015).

Las metodologías activas centran el aprendizaje en el estudiante y en su desarrollo de competencias específicas relacionadas con la materia. A diferencia del enfoque tradicional, estas estrategias consideran el aprendizaje como un proceso constructivo y no simplemente receptivo (López-Altamirano *et al.*, 2022).

Los principales beneficios de las metodologías activas son: (1) aprendizaje significativo y duradero, (2) promueven el desarrollo de habilidades y competencias, (3) mejora la motivación, (4) fomentan la inclusión y la diversidad educativa y (5) convierte al estudiante en protagonista de su propio aprendizaje (Sánchez, 2023b).

Entre las principales metodologías activas de enseñanza y aprendizaje se encuentran el aprendizaje cooperativo, el aula invertida, la gamificación, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje de servicios (Diaz Palencia *et al.*, 2023; López-Altamirano *et al.*, 2022).

El aula invertida es un modelo pedagógico donde el docente presenta un tema específico antes de la clase para optimizar el tiempo en el aula. El aprendizaje basado en proyectos se centra en el estudiante, quien actúa como generador de conocimiento y colabora con sus compañeros para desarrollar un producto final, siguiendo un plan con estrategias previamente definidas. El aprendizaje basado en problemas, en cambio, se basa en que el docente plantea una situación o

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

problema central que impulsa el análisis, la investigación y la resolución de este. Finalmente, el aprendizaje servicio se define como un enfoque educativo basado en proyectos que responde a necesidades comunicativas detectadas, creando experiencias de aprendizaje auténticas y significativas al abordar problemas reales y cotidianos (Díaz Palencia *et al.*, 2023).

La mejora en la enseñanza de las matemáticas exige atender tres pilares esenciales: la naturaleza de la disciplina, el **rol del estudiante** en el proceso de aprendizaje y el **rol del docente** (De Miguel, 2006; Pons *et al.*, 2008). Históricamente, las matemáticas han sido percibidas como un campo reservado para el trabajo individual, lo que puede conducir a una visión elitista que restringe tanto el potencial del estudiante como el de la sociedad en su conjunto (Arce *et al.*, 2019). Este enfoque tradicional contrasta con las perspectivas actuales que promueven una visión más inclusiva y colaborativa.

Por otro lado, el estudiante ha sido considerado tradicionalmente un receptor pasivo de conocimientos (Rojas Herrera y Rojas Herrera, 2020). Sin embargo, investigaciones recientes subrayan la necesidad de posicionarlo como un participante activo en su proceso de aprendizaje, capaz de construir conocimiento a través de su interacción con el entorno y los demás. Además, tradicionalmente se ha centrado en los aspectos cognitivos del alumno/a, olvidando las emociones.

El rol del docente, históricamente limitado a la mera transmisión de información (Rojas Herrera y Rojas Herrera, 2020), también requiere una reconfiguración profunda. Hoy en día, el profesor debe asumir un papel de facilitador y guía, promoviendo experiencias de aprendizaje significativas que involucren al estudiante y fomenten su participación activa (De Miguel, 2006). Este enfoque no solo mejora el proceso de enseñanza, sino que también fortalece la interacción grupal y el apoyo mutuo, elementos esenciales para metodologías colaborativas (De Miguel, 2006; Pons *et al.*, 2008).

En este contexto, el **aprendizaje cooperativo** es señalado como una de las metodologías activas más efectivas para lograr estos objetivos (Marín García, 2002; Pons *et al.*, 2008). Al centrarse en la colaboración entre alumnos, esta metodología no solo potencia el rendimiento académico, sino que también promueve habilidades sociales y emocionales fundamentales para el desarrollo integral del estudiante. Sin embargo, su implantación en las aulas es limitado (Díaz Palencia *et al.*, 2023).

La implementación eficaz del aprendizaje cooperativo depende de la formación continua de los docentes y de su conocimiento sobre las evidencias científicas de esta metodología. No

obstante, algunos estudios señalan que muchos docentes consideran que la investigación se encuentra demasiado alejada de su práctica cotidiana y que no les ofrece una aplicación inmediata y directa en su labor diaria (Sánchez Martín *et al.*, 2022).

Dentro del avance científico, las revisiones de literatura han sido y siguen siendo herramientas esenciales para el acceso al conocimiento. Estas revisiones permiten no solo analizar exhaustivamente la literatura existente antes de iniciar nuevas investigaciones, sino también facilitan la difusión y enseñanza de este conocimiento al sintetizar las evidencias disponibles. En este contexto, las **revisiones sistemáticas** se reconocen como el estándar más alto de evidencia en la comunidad científica, especialmente cuando están basadas en estudios empíricos (Sánchez-Meca y Botella, 2010). La evolución de las revisiones sistemáticas, frente a las revisiones narrativas, representa un avance significativo en la consolidación del conocimiento científico (Sánchez Martín *et al.*, 2022).

En resumen, la necesidad de mejorar la competencia matemática de los estudiantes, en consonancia con los retos del siglo XXI, el alto índice de fracaso escolar en España y los resultados de las evaluaciones PISA, hace evidente la urgencia de atender las áreas de mejora en la enseñanza de matemáticas. La Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) también enfatiza el desarrollo de competencias socioafectivas en el aprendizaje, lo que resalta la importancia de metodologías activas en secundaria. Entre estas, el aprendizaje cooperativo se perfila como fundamental para fomentar una participación activa y comprometida de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo y adaptado a la era tecnológica. Esta metodología no solo facilita la comprensión y retención de conceptos matemáticos, sino que también desarrolla habilidades interpersonales y emocionales clave para el desarrollo integral de los estudiantes.

A pesar de su potencial, el aprendizaje cooperativo se aplica de manera limitada en las aulas de secundaria. Este trabajo, en respuesta a esta necesidad, tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria, analizando su definición y características, así como recoger evidencias científicas que avalen su implementación en el aula de secundaria en la enseñanza de matemáticas. Esta revisión busca aportar conocimiento valioso para facilitar y motivar la adopción de esta metodología, contribuyendo a la mejora de los resultados académicos y al desarrollo socioafectivo de los estudiantes en matemáticas.

Para cumplir con el objetivo propuesto, el apartado de Desarrollo y Discusión se organiza en cuatro secciones principales. La primera sección trata sobre la importancia de las emociones,

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

además de las cognitivas en el aprendizaje del alumno. La segunda sección introduce el concepto de aprendizaje cooperativo, presentando definiciones, características esenciales, el rol del profesorado y de los estudiantes entre otros. La tercera sección aborda la importancia del uso de aprendizaje cooperativo en la materia de matemáticas, especialidad en la que se centra este TFM y su relevancia para mejorar el sentido socioafectivo. En estas primeras secciones se ha utilizado una revisión narrativa con el uso de los buscadores Hipatia y *Google Scholar*.

La cuarta sección presenta una revisión sistemática de la base de datos *Dialnet*, donde se pretenden buscar evidencias científicas sobre el aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas a nivel de secundaria. Esta sección se estructura en tres subsecciones: en la primera se analizan los beneficios más destacados de la implementación de esta metodología; en la segunda se documentan actividades prácticas identificados en la literatura para fomentar el aprendizaje cooperativo en matemáticas; y en la tercera se examinan las actitudes, la formación y desafíos que enfrentan los docentes de matemáticas de secundaria al adoptar esta metodología en sus aulas, con el fin de proponer recomendaciones que faciliten su adopción en las aulas. En la quinta sección se exponen las principales conclusiones a las que se ha llegado con este trabajo, así como una valoración crítica del mismo y las futuras líneas de investigación que surgen de este trabajo.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre el aprendizaje cooperativo y los resultados más relevantes de las experiencias de implementación en los diferentes niveles de secundaria en el ámbito de matemáticas. Para completar este objetivo se propusieron los siguientes objetivos específicos:

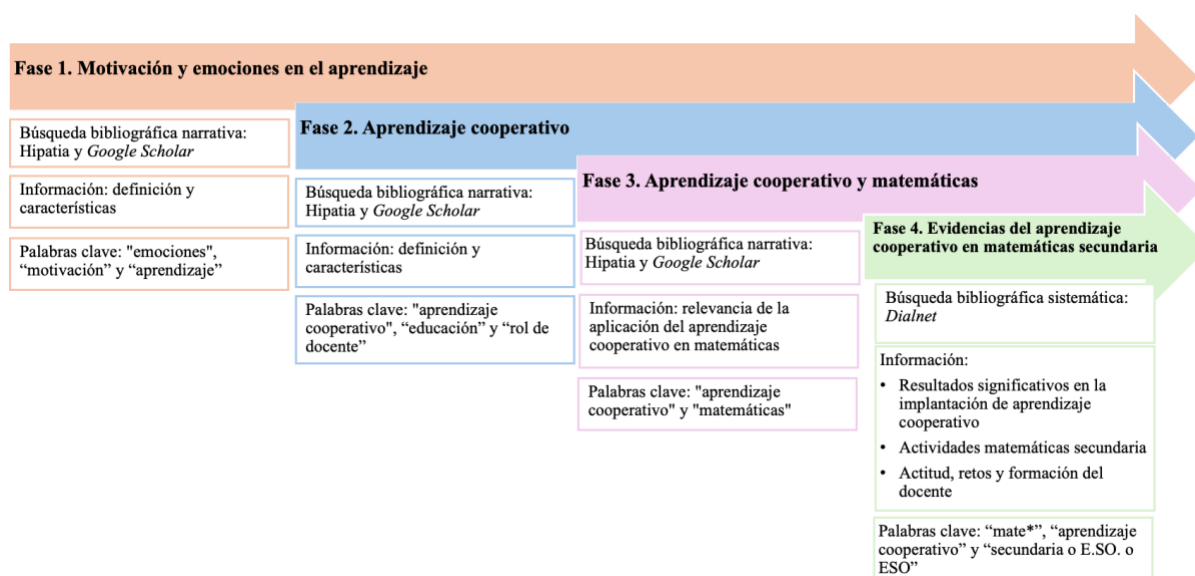
1. Evaluar la influencia de las emociones y la motivación en el proceso aprendizaje, destacando el papel del aprendizaje cooperativo.
2. Identificar las características y pautas esenciales para una implementación exitosa del aprendizaje cooperativo en el aula, incluyendo el rol fundamental del profesor y del alumno en esta metodología.
3. Examinar el impacto del aprendizaje cooperativo en el desarrollo del sentido socioafectivo y su contribución a la mejora del aprendizaje en matemáticas.
4. Investigar las evidencias científicas sobre los beneficios que el aprendizaje cooperativo ofrece a los estudiantes de secundaria en el área de matemáticas.
5. Analizar las actividades prácticas documentadas en la literatura que se han utilizado para fomentar el aprendizaje cooperativo en matemáticas en secundaria.
6. Evaluar la aplicabilidad del aprendizaje cooperativo en el ámbito de las matemáticas de secundaria, además de examinar las actitudes y desafíos que enfrentan los docentes al incorporar esta metodología.

3. MÉTODO

El presente trabajo trata sobre una revisión bibliográfica acerca del aprendizaje cooperativo, más concretamente en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria. La metodología de la revisión se dividió en cuatro fases (ver Figura 1), cada una de las cuales cumple objetivos específicos para cumplir con los fines del estudio. Asimismo, en el Anexo I se incluye las referencias incluidas en cada fase para desarrollar el apartado de Desarrollo y Discusión.

Figura 1

Fases de la búsqueda bibliográfica realizada



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se detallan las técnicas, instrumentos, fuentes y criterios de selección aplicados en cada fase.

La **primera fase** tuvo como objetivo identificar la importancia de la motivación y las emociones del alumnado en el proceso de aprendizaje, así como la interrelación entre ambas y cómo estas pueden promoverse por parte del profesorado. Para obtener esta información se utilizaron los buscadores *Google Scholar* y *Summon* (a partir de Biblioteca Hipatia UDIMA), con las palabras clave: "emociones", "motivación" y "aprendizaje". Para asegurar la calidad de las fuentes consultadas, se aplicaron los siguientes criterios de búsqueda:

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

- Idioma: no se excluyó ningún idioma, con el fin de abarcar estudios relevantes independientemente de su origen geográfico.
- Relevancia: se dio prioridad a los documentos con un alto número de citas, como indicador de su influencia académica. En los casos donde la cita no era un criterio diferenciador, se ordenaron por fecha de publicación para dar preferencia a los estudios más recientes.

La **segunda fase** tuvo como objetivo explorar las definiciones, características, y roles que asumen los docentes en el **aprendizaje cooperativo** dentro del aula mediante una búsqueda bibliográfica narrativa. Para obtener esta información se utilizaron los buscadores *Google Scholar* y *Summon* (a partir de Biblioteca Hipatia UDIMA), con las palabras clave: "aprendizaje cooperativo", "educación" y "rol de docente". Para asegurar la calidad de las fuentes consultadas, se aplicaron los siguientes criterios de búsqueda:

- Idioma: no se excluyó ningún idioma, con el fin de abarcar estudios relevantes independientemente de su origen geográfico.
- Relevancia: se dio prioridad a los documentos con un alto número de citas, como indicador de su influencia académica. En los casos donde la cita no era un criterio diferenciador, se ordenaron por fecha de publicación para dar preferencia a los estudios más recientes.

En el buscador *Summon* se limitó la búsqueda a textos completos en línea a artículos de revista y en la disciplina de Educación.

Esta primera fase permitió construir una base teórica sólida sobre el aprendizaje cooperativo y su contexto en la educación secundaria.

En la **tercera fase**, el enfoque se centró en identificar metodologías concretas la relevancia de implementar el **aprendizaje cooperativo** en la enseñanza de las **matemáticas**. Para ello, se utilizaron nuevamente *Google Scholar* y *Summon* (a partir de Biblioteca Hipatia UDIMA) para realizar una búsqueda bibliográfica narrativa. Las palabras clave específicas "aprendizaje cooperativo" y "matemáticas".

Los criterios de selección en esta fase fueron consistentes con los de la primera y la segunda fase, es decir:

- Idioma: no se excluyeron documentos por su idioma de publicación.

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

- Relevancia y actualidad: la ordenación de resultados se basó en el número de citas y la fecha de publicación.

Igualmente, en el buscador *Summon* se limitó la búsqueda a textos completos en línea a artículos de revista y en la disciplina de Educación.

En la **cuarta fase**, se realizó una búsqueda **sistemática** en la base de datos *Dialnet* con el objetivo de profundizar en la revisión de estudios que aportaran **evidencias científicas** sobre el aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria. Las cuestiones de investigación propuestas fueron las siguientes:

- Qué estudios existen sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de secundaria en la materia de matemática, así como que variables se han estudiado y en que curso.
- Qué actividades están propuestas en estudios científicos relevantes para matemáticas de secundaria.
- Cuál es la aplicabilidad del aprendizaje cooperativo.
- Cómo es la actitud y los desafíos que enfrentan los docentes de secundaria en el área de matemáticas.

El buscador elegido fue *Dialnet* ya que frente a otros buscadores se especializa en proporcionar artículos académicos y publicaciones científicas de alta calidad, seleccionados a través de un proceso de revisión. Este enfoque reduce la posibilidad de encontrar material no académico o publicaciones de baja calidad, como puede pasar con el buscador *Google Scholar*, ya que este incluye una gama más amplia de documentos, como presentaciones, documentos no revisados y artículos sin filtro, lo cual puede hacer que el investigador invierta más tiempo en seleccionar material adecuado y confiable. Además, se eligió en base a que el buscador *Dialnet* está diseñado específicamente para ofrecer una amplia cobertura de literatura científica en español, siendo en mucho caso el único lugar donde se pueden encontrar revistas españolas (Delgado-López-Cózar y Martín-Martín, 2018). Por otro lado, *Dialnet* facilita un uso más controlado y preciso de estos filtros y operadores avanzados en español.

La búsqueda bibliográfica se realizó en el portal de difusión científica *Dialnet*, teniendo en cuenta el uso de operadores lógicos. Las palabras clave seleccionadas fueron: “mate*”, “aprendizaje cooperativo” y “secundaria o E.SO. o ESO”, además se propusieron como palabras claves sus equivalentes en inglés: “*Math**”, “cooperative learning” y “secondary*.”

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

Cabe mencionar que se utilizó el operador * en la palabra clave matemáticas o *mathematics* para indicar variaciones de estas palabras con una misma raíz. En la búsqueda, las palabras clave se aplicaron tanto en los resúmenes como en los títulos de los documentos. En concreto el código utilizado para la búsqueda de documentos fue:

(matem OR math*) AND ("aprendizaje cooperativo" OR "cooperative learning") AND (secundaria OR secondary OR "ESO" OR "E.S.O")*

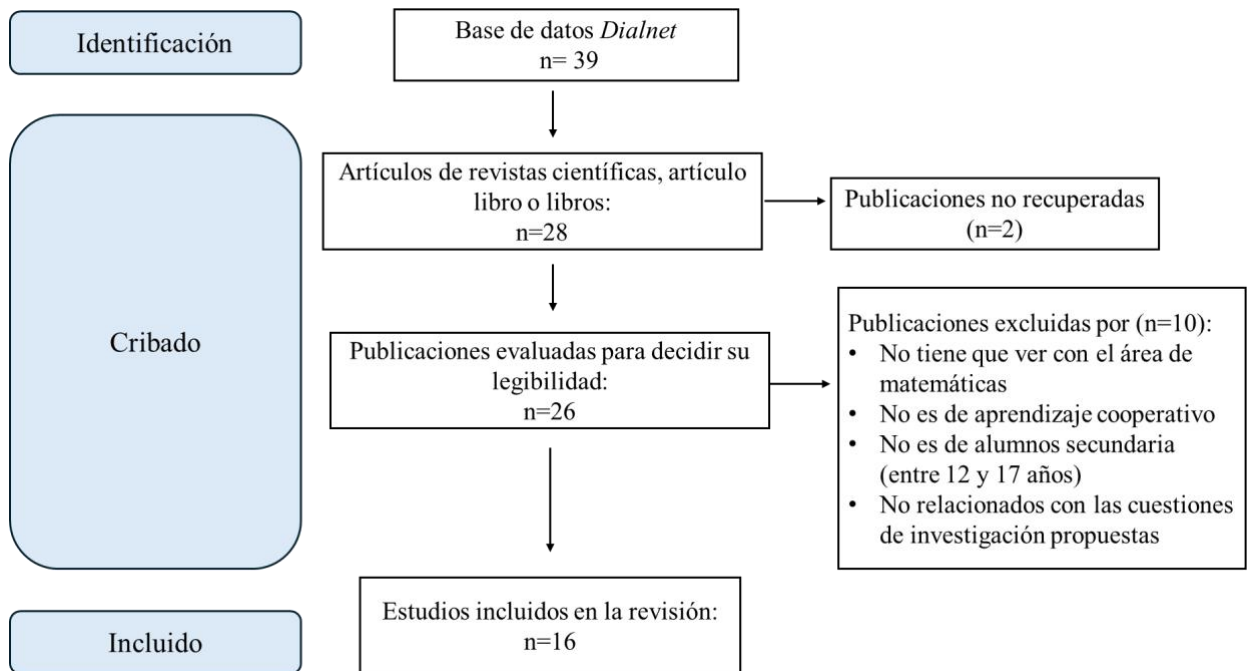
Los criterios de inclusión para la selección de documentos fueron:

- Se aceptaron solo artículos publicados en revistas científicas, libros o capítulos de libro. Se excluyeron documentos correspondientes a tesis doctorales o actas de congresos.
- Se incluyeron solo documentos en acceso abierto.
- Se aceptaron solo estudios que usaban el aprendizaje cooperativo en cualquier contenido dentro del área de matemática.
- Se excluyeron estudios que usaban el aprendizaje cooperativo en la educación primaria o estudios universitarios, solo se incluyeron estudios realizados en etapas de secundaria (entre 12 y 17 años).
- Se incluyeron estudios que realizaran estudios bibliográficos o investigaciones teóricas.
- Se excluyeron documentos que no estuvieran relacionados con las cuestiones de investigación propuestas.

De este modo, el análisis se centró en los 16 estudios restantes, que cumplían con los criterios de inclusión y se ajustaban al objetivo del trabajo. En la Figura 2 aparece el diagrama de búsquedas y selección de las publicaciones analizadas.

Figura 2

Diagrama de búsqueda de revisión sistemática en Dialnet en la fase 4



Fuente: elaboración propia.

4. DESARROLLO Y DISCUSIÓN

4.1. Motivación en el aprendizaje

La influencia de los aspectos cognitivos y los afectivo-motivacionales en el aprendizaje de los estudiantes ha sido investigado tradicionalmente por separado, sin embargo, en la actualidad existe un crecimiento del interés de estudiar ambos tipos de componentes integrados (García Bacete y Doménech Betoret, 2002).

La motivación escolar se ha relacionado con la perspectiva y las creencias del alumno de sí mismo (autoconcepto) y de las emociones (García Bacete y Doménech Betoret, 2002).

Según García Bacete y Doménech Betoret (2002) el autoconcepto es el resultado de un proceso de análisis, valoración e integración de la información derivado de las propias experiencias y del *feedback* de los otros significativos como compañeros, padres y profesor.

Las emociones y la motivación por parte del alumno no solo se relacionan directamente con el aprendizaje, sino que operan como fuerzas interconectadas en el cerebro, donde estructuras como el córtex prefrontal, el hipocampo, la amígdala y el hipotálamo desempeñan un papel crucial (Lang y Davis, 2006; Morgane *et al.*, 2005). De este modo, las emociones funcionan como "guías" que etiquetan las experiencias de aprendizaje como positivas o negativas, influenciando la disposición del estudiante para comprometerse con nuevas tareas (Lang y Davis, 2006; Morgane *et al.*, 2005).

La motivación en el aprendizaje puede clasificarse en intrínseca, extrínseca y amotivación. La motivación intrínseca procede del propio estudiante y se refuerza con la satisfacción de realizar tareas que resultan interesantes o desafiantes. Esta motivación se ve impulsada por emociones positivas, como el disfrute y el entusiasmo, mientras que emociones negativas como la ansiedad o la tristeza pueden reducirla y generar evitación (Anaya-Durand y Anaya-Huertas, 2010; Elizondo Moreno *et al.*, 2018; García Bacete y Doménech Betoret, 2008).

La motivación extrínseca surge de factores externos, como recompensas o sanciones, y está influida por expectativas y resultados, sin embargo, la desesperación puede incluir un estado de indefensión que comporta la reducción o total anulación de la motivación extrínseca (Elizondo Moreno *et al.*, 2018; García Bacete y Doménech Betoret, 2008). Aunque la motivación extrínseca puede movilizar a los estudiantes, su efecto suele ser más superficial y menos duradero que la motivación intrínseca. Por otro lado, la amotivación ocurre cuando existe una falta de motivación en la realización de la tarea, es decir, existe escasa valoración de la tarea,

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

ausencia de control en la conducta o, incluso, percepción de incompetencia e inoperancia para llevarla a cabo de manera satisfactoria (Usán Supervía y Salavera Bordás, 2018).

Las metodologías activas centradas en el estudiante reconocen la importancia de las emociones como pilares del aprendizaje efectivo, enfatizando la necesidad de crear un entorno educativo que estimule tanto la motivación como el bienestar emocional (Anaya Durand y Anaya-Huertas, 2010).

En el contexto del aprendizaje cooperativo, estas dinámicas motivacionales y emocionales adquieren una nueva dimensión. La literatura sugiere que este enfoque fomenta la interdependencia positiva entre los estudiantes, permitiendo que se apoyen mutuamente y compartan logros (García Bacete y Doménech Betoret, 2008). Piaget ya argumentaba que el aprendizaje cooperativo contribuye a la modificación de estructuras cognitivas mediante procesos de maduración, experiencia y transmisión social. Además, aspectos como el sentimiento de competencia, la percepción de apoyo del profesor y los compañeros, y la autonomía en el logro personal, se han identificado como poderosos motivadores (Gutiérrez *et al.*, 2018). Esto no solo incrementa la motivación intrínseca, sino que también reduce las emociones negativas, favoreciendo un entorno propicio para el aprendizaje profundo.

4.2. *Aprendizaje cooperativo*

El aprendizaje cooperativo (AC) es una metodología activa que ha ganado relevancia en los últimos años como herramienta pedagógica eficaz. Según un análisis bibliométrico realizado entre 1965 y 2017 de Lores-Leyva *et al.* (2021), el número de publicaciones acerca del aprendizaje cooperativo creció significativamente entre 2013 y 2015, lo que evidencia la importancia de esta metodología activa en el siglo XXI. Los primeros estudios sobre aprendizaje cooperativo se remontan a 1965 con la publicación de Edward J. O'Connell, quien exploró los efectos de las dinámicas cooperativas y competitivas en el aprendizaje. Sin embargo, su implementación no se popularizó hasta finales del siglo XX, cuando comenzó a ser utilizada por docentes como una estrategia organizativa para promover la integración escolar (Johnson y Johnson, 1990; Slavin *et al.*, 1984).

4.2.1. *Definición*

Diversos autores han definido el aprendizaje cooperativo desde distintas perspectivas. Damon y Phelps (1989) lo definen como una etiqueta que hace referencia a un heterogéneo y amplio conjunto de métodos estructurados de instrucción, en los que los alumnos trabajan en grupo en

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

tareas generalmente académicas. Vallet-Bellmunt *et al.* (2017) describen el aprendizaje cooperativo como un método de enseñanza que combina teoría, investigación y práctica, permitiendo que docentes y estudiantes trabajen en conjunto para alcanzar los objetivos del curso. Fernández-Río *et al.* (2017) lo considera un modelo pedagógico que facilita la interacción y la interdependencia positiva entre estudiantes, promoviendo valores como el respeto, la responsabilidad y la cooperación. Duran *et al.* (2003) define el aprendizaje cooperativo como un “término-paraguas” debajo del cual hay distintas prácticas instruccionales y constituye una subclase dentro del trabajo en grupo que requiere una planificación de la interacción entre los miembros de un equipo, y de un grupo de clase, para la cual no es suficiente sentar juntos a un determinado número de escolares.

4.2.2. Características

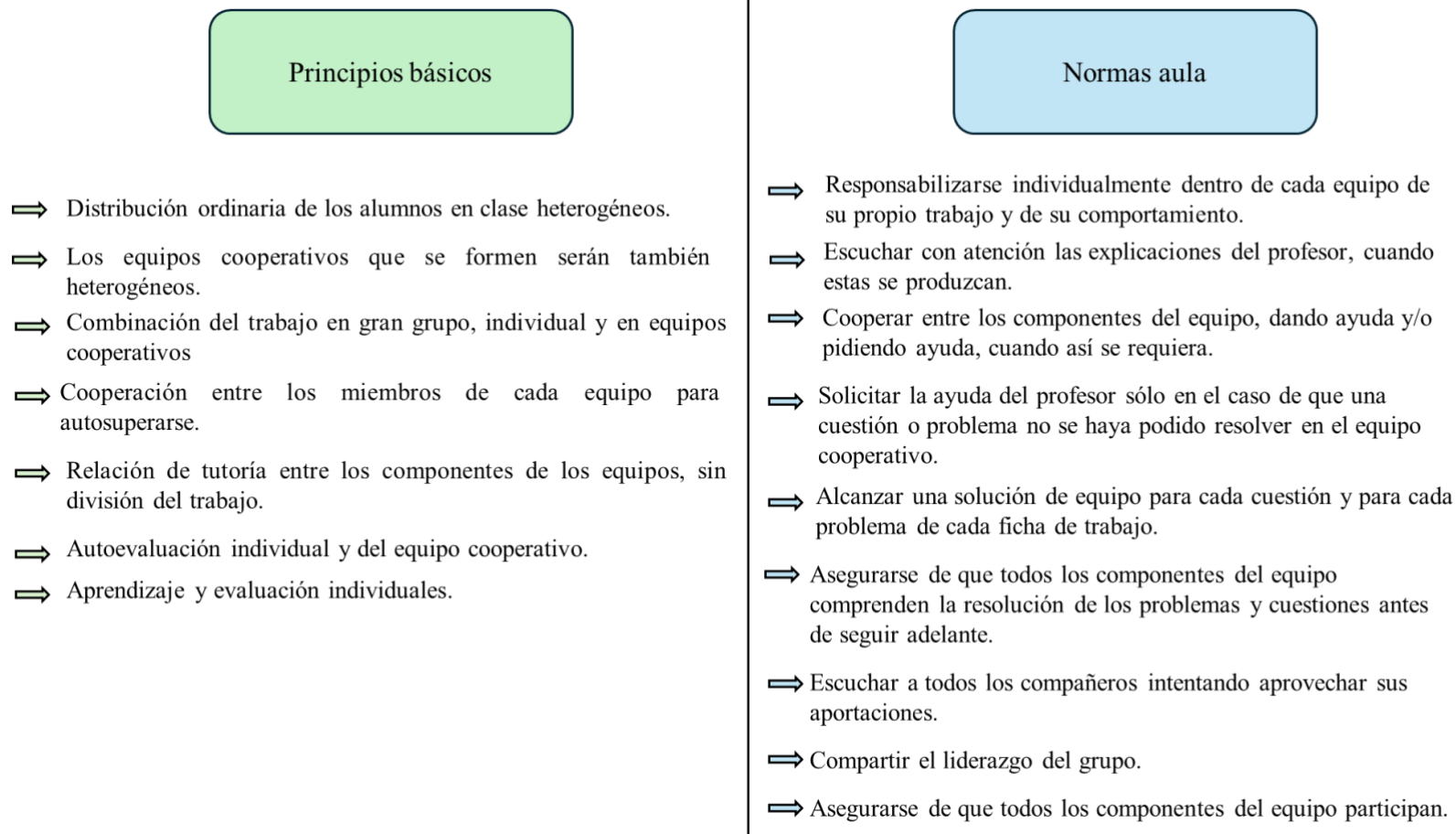
El aprendizaje cooperativo se fundamenta en una serie de principios que aseguran su eficacia en el aula. Kagan y Kagan (1994) proponen que la interacción simultánea, la equidad en la participación y la interdependencia positiva son elementos cruciales para mejorar el clima del aula y fomentar la responsabilidad individual. Según DeVries y Edwards (1974), la cooperación dentro del grupo debe generar un sentido de logro compartido, fortalecido por la ayuda mutua, lo cual mejora las relaciones entre estudiantes.

Entre los modelos teóricos, Cohen (1994) introduce el concepto de "estatus preconcebido", según el cual cada estudiante llega al grupo con características personales, sociales y culturales que pueden afectar el desarrollo cooperativo. Para evitar que estos factores influyan negativamente, es necesario eliminar prejuicios y asignar roles específicos a cada miembro (Cohen, 1994). Es por ello por lo que se describe como una actividad con inclusión efectiva de todos los estudiantes en el aula (García Valero, 2018; Pujolás Maset y Lago Martínez, 2018).

Para implementar el aprendizaje cooperativo en el aula, la literatura señala varias pautas clave y normas. En la Figura 3 se exponen los principios básicos y normas de interacción en el aula, que incluyen la formación de grupos heterogéneos y la evaluación a nivel individual y grupal. Las normas, formuladas en conjunto con los estudiantes, se basan en la colaboración y el apoyo mutuo (Domínguez, 2008; Marín García, 2002). Además, el aprendizaje cooperativo debe incorporarse de forma progresiva a la docencia y con una cierta cautela, siendo importante algunas experiencias de prueba (Domingo, 2008).

Figura 3

Principios básicos y normas del aprendizaje cooperativo



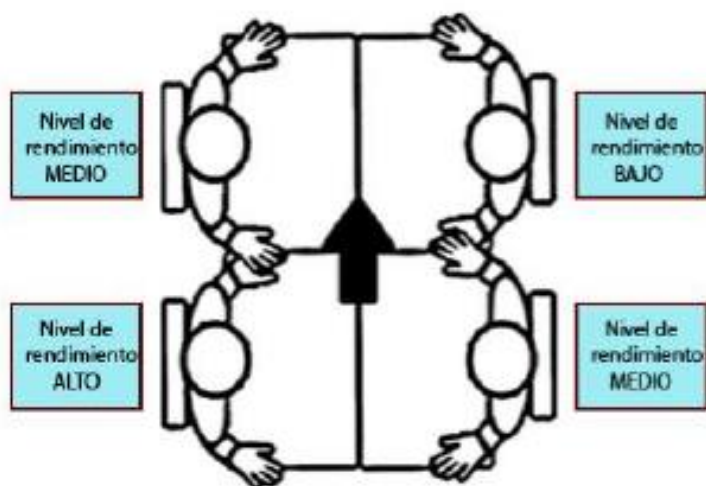
Fuente: Marín García (2002).

La organización de los equipos de trabajo cooperativo debe seguir criterios específicos (Domingo, 2008; Kagan y Kagan, 1994; Marín García, 2002):

- Tamaño del grupo: los grupos deberían incluir entre 3 y 5 estudiantes de acuerdo con la Figura 4.
- Interacción promotora cara a cara.
- Heterogeneidad: Los equipos deben estar conformados por estudiantes con distintos niveles de rendimiento. Y en este punto, Pujolás Maset y Lago Martínez (2018) señala que hay que saber gestionar la heterogeneidad de un grupo, en lugar de ignorarla o reducirla.
- Cohesión grupal: Es esencial para facilitar la cooperación y fomentar relaciones interpersonales positivas. Cabe mencionar la cohesión de un grupo es una condición necesaria, pero no suficiente para trabajar en equipo cooperativo dentro de clase
- Estabilidad: Los grupos deben mantenerse al menos durante un trimestre.
- Diversificación de actividades: el trabajo en equipo debe alternarse con trabajo individual y en gran grupo.

Figura 4

Distribución grupos heterogéneos cooperativos



Fuente: Merchán Rubira y Rodríguez García (2016).

4.2.3. Aprendizaje cooperativo vs aprendizaje colaborativo

Existe una amplia discusión en la literatura a cerca de la diferencia entre el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje colaborativo. Según Pujolás Maset y Lago Martínez (2018), cooperar y colaborar no son conceptos equivalentes. Colaborar implica trabajar conjuntamente, mientras que cooperar incluye ayudar a otros a alcanzar objetivos comunes. En el ámbito educativo, cooperar significa construir comunidades inclusivas en las que educadores, estudiantes y familias trabajen juntos hacia el desarrollo máximo de cada persona. Este enfoque promueve la formación de equipos heterogéneos que favorecen el apoyo mutuo entre estudiantes con diferentes niveles de competencia.

Morales-Maure *et al.* (2018) señala que las actividades en “equipo” dentro del aula no siempre corresponden a un aprendizaje cooperativo efectivo, especialmente en la enseñanza de matemáticas. Según Ojeda y Reyes (2006), esto puede limitar habilidades clave como la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de análisis. Muchas veces, los "trabajos en equipo" terminan siendo una división desigual de tareas, lo que dificulta el desarrollo cognitivo.

Para que una actividad sea verdaderamente cooperativa, los objetivos de los participantes deben estar interrelacionados, de modo que el éxito individual dependa del éxito colectivo (Pujolás Maset y Lago Martínez, 2018). En este sentido, los resultados deben beneficiar a todos los involucrados. Sin embargo, los docentes suelen carecer de estrategias y técnicas efectivas para fomentar habilidades cognitivas a través del aprendizaje cooperativo (Sáenz y Lebrija, 2014).

4.2.4. Beneficios y dificultades del aprendizaje cooperativo

La implementación del aprendizaje cooperativo aporta numerosos beneficios en el ámbito educativo. Bermejo Díaz *et al.* (2021) identifican cinco elementos esenciales que fortalecen este enfoque: interdependencia positiva, interacción cara a cara, responsabilidad individual, habilidades sociales y evaluación grupal. García Cabrera *et al.* (2011) destacan las ventajas específicas de esta metodología, que incluyen:

- 1) Incremento en el rendimiento académico en diferentes edades y tipos de actividades.
- 2) Mejora de la motivación intrínseca hacia el aprendizaje.
- 3) Promoción de una actitud positiva y mayor autoestima.
- 4) Fomento de la responsabilidad individual.
- 5) Aumento de la cohesión grupal, valorando la diversidad como un recurso positivo.

- 6) Integración de estudiantes con necesidades educativas especiales.
- 7) Reducción de conductas agresivas, gracias al desarrollo de mecanismos democráticos de interacción.

Además, cabe resaltar que el aprendizaje cooperativo ha mostrado ser eficaz en la adquisición de conocimientos prácticos y en el desarrollo de habilidades de comunicación (Pujolás Maset y Lago Martínez, 2018). Al centrarse en una participación inclusiva, el aprendizaje cooperativo busca atender a todos los estudiantes en el aula, promoviendo una inclusión efectiva (Lata y Castro, 2016). Por ello se espera que sea una metodología de aprendizaje que tenga en cuenta a todos los estudiantes de la clase ordinaria para lograr una inclusión efectiva y real (García, 2012).

En conjunto, el aprendizaje cooperativo es una metodología que fortalece el desarrollo de competencias y habilidades sociales, mejorando la dinámica de aprendizaje en grupo (Salgado *et al.*, 2022). Izquierdo *et al.* (2019) añaden que quienes practican esta metodología no solo desarrollan una actitud positiva hacia sus compañeros, sino que también reconocen la importancia de aprender colectivamente, enriqueciendo sus propias vidas y las de sus compañeros.

A pesar de las ventajas, sin duda existen dificultades para implementar el aprendizaje cooperativo. Las dificultades más encontradas son: falta de tiempo para dar todo el temario, miedo al cambio, que los estudiantes no participen, que no aprendan suficiente, perder el control, entre otras (Domingo, 2008; Zamora Franco *et al.*, 2024). Sin embargo, existen muchos argumentos a favor para implementarlo en el aula. En este sentido, Domingo (2008) señala algunos elementos que facilitan al docente dar el primer paso para implementar el aprendizaje cooperativo, como el uso de plantillas, documentos para guiar y documentar el diseño de las clases que deben esperar los objetivos formativos, las actividades que permiten alcanzarlos y las formas de medir el éxito. Asimismo, Pujolás Maset y Lago Martínez (2018) señala que el aprendizaje cooperativo es también un contenido que hay que enseñar, dicho de otra forma, no se implementa un aprendizaje cooperativo en un aula en un día.

4.2.5. Rol del alumno y del profesor

El aprendizaje cooperativo requiere una redefinición de los roles tanto de los estudiantes como de los docentes. Cabe mencionar que el aprendizaje en grupo no garantiza por sí solo la eficacia; los estudiantes deben aprender a trabajar en equipo de forma estructurada y responsable (Cassany, 2009).

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

El profesor deja de ser el centro de la actividad pedagógica, permitiendo que los estudiantes lideren su aprendizaje mediante la colaboración (Sharan y Sharan, 1998). La clave de esta metodología radica en que el profesor fomente la participación continua, el diálogo y la reflexión, tanto individual como grupal (Sharan y Sharan, 1998).

En concreto, Marín García (2002) establece funciones específicas para el docente en el contexto del aprendizaje cooperativo:

- Motivar a los estudiantes hacia los nuevos contenidos.
- Evaluar conocimientos previos y adaptar las actividades en consecuencia.
- Diseñar unidades didácticas y exponer los puntos clave a toda la clase.
- Seleccionar y preparar materiales para el trabajo en equipo.
- Fomentar la interacción positiva y respetuosa entre los estudiantes.
- Organizar evaluaciones individuales y grupales, brindando retroalimentación constante.
- Observar y valorar la calidad de las interacciones dentro de los equipos.

En resumen, el aprendizaje cooperativo redefine las dinámicas de la clase, promoviendo un entorno de aprendizaje activo en el que tanto docentes como estudiantes asumen roles activos y colaborativos para maximizar el desarrollo de habilidades y competencias en matemáticas y otras áreas.

En relación con el rol del alumno, Pujolás Maset y Lago Martínez (2018) identifica cuatro funciones fundamentales para implementar el aprendizaje cooperativo:

- Coordinador/a: modera las actividades del equipo y actúa como portavoz.
- Secretario/a: controla el tono de voz del grupo, toma notas y completa los registros del equipo.
- Ayudante: presta apoyo a quien lo necesita y asume las funciones de algún miembro ausente.
- Responsable del material: cuida y supervisa que no se pierda ningún recurso del equipo.

En equipos de cinco integrantes, se asigna un quinto cargo, el de portavoz. No obstante, Pujolás Maset y Lago Martínez (2018) señala que para que los alumnos desempeñen estas funciones de manera efectiva, es crucial definir las con precisión. Esto implica detallar claramente las tareas y responsabilidades asociadas a cada rol, asegurando que quienes los ejerzan comprendan exactamente lo que se espera de ellos.

4.2.6. Estructura de las sesiones de clases

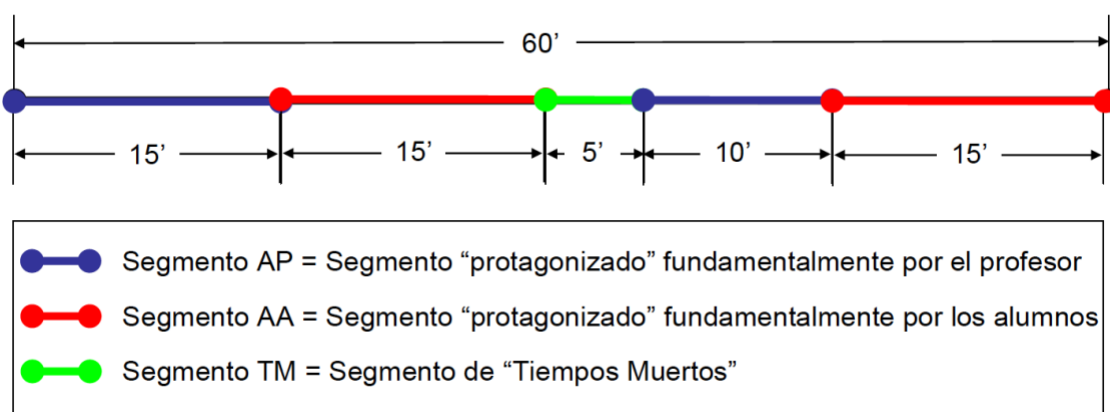
Dado que una sesión de clase suele durar entre 50 y 60 minutos, es fundamental planificar y diversificar el tiempo para optimizar el aprendizaje. En estos sentido Pujolás Maset y Lago Martínez (2018), estructura la clase en 5 tramos (ver Figura 5), cada tramo está protagonizado por uno de los siguientes segmentos:

- Segmento “protagonizado” fundamentalmente por el profesor.
- Segmento “protagonizado” fundamentalmente por el alumno.
- Segmento de “tiempo Muertos”.

Según Pujolás Maset y Lago Martínez (2018), el segmento en el que el alumno asume el rol de “protagonista” puede dividirse en tres categorías de actividades: (1) actividades en las que los alumnos trabajan de forma individual, (2) actividades de carácter competitivo, (3) Actividades de tipo cooperativo. Es fundamental que una proporción significativa de este segmento esté orientada hacia actividades cooperativas, ya que estas favorecen una participación activa del alumnado y maximizan los beneficios del aprendizaje entre iguales.

Figura 5

Estructura de una clase de 60 minutos



Fuente: Pujolás Maset y Lago Martínez (2018)

4.2.7. Instrumentos didácticos

Existen dos instrumentos didácticos claves según Pujolás Maset y Lago Martínez (2018): (1) Planes de Equipo y (2) Cuaderno del equipo.

Por un lado, los planes de equipo están diseñados para guiar y evaluar el progreso de los equipos. Estos planes evolucionan en complejidad a lo largo del tiempo:

- Primer Plan: Define los objetivos básicos del equipo (aprender y ayudarse) y las

responsabilidades de sus miembros. Se evalúa periódicamente el cumplimiento de objetivos y funciones.

- Segundo Plan: agrega un tercer objetivo específico por equipo y compromisos personales para mejorar el trabajo grupal, basado en la revisión del plan anterior.
- Tercer y sucesivos Planes: incorpora una evaluación más detallada de objetivos, desempeño en los cargos, compromisos personales y una valoración global del equipo.

Cabe mencionar que es importante la implementación de revisiones de planes de equipo. A modo de ejemplo se muestran en la Figura 6 un ejemplo de una ficha de plan de Equipo del segundo plan.

Por otro lado, El Cuaderno del Equipo, una herramienta clave, organiza información como nombres, objetivos, cargos y funciones, normas de funcionamiento, planes de equipo, diario de sesiones y revisiones periódicas del equipo. Este cuaderno fomenta la autoorganización y la metacognición, ayudando a los equipos a reflexionar y mejorar continuamente su desempeño.

Figura 6

Plan de equipo segundo plan

PLAN DEL EQUIPO				
Periodo:				
Centro:		Fundown-Murcia		
Programa:		Habilidades Sociales		
Nombre del Equipo:				
OBJETIVOS DEL EQUIPO:		N.M.	Bien	Muy Bien
1	Progresar en el aprendizaje			
2	Ayudarse unos a otros			
3				
Nombre	Función	N.M.	Bien	Muy Bien
Nombre	Compromiso personal	N.M.	Bien	Muy Bien
¿Qué es lo que hacemos especialmente bien?				
¿Qué debemos de mejorar?				

Fuente: Pujolás Maset y Lago Martínez (2018)

4.2.8. Evaluación

Según Pujolás Maset y Lago Martínez (2018) el programa de aprendizaje cooperativo estructura la evaluación del trabajo en equipo en dos dimensiones clave: grupal e individual.

- **Dimensión grupal:** en los equipos de base, los Planes de Equipo se revisan periódicamente, abordando objetivos, funciones y compromisos personales. Estas revisiones permiten identificar fortalezas y áreas de mejora, reforzando la interdependencia positiva entre los miembros. A nivel del grupo clase, las asambleas trimestrales revisan normas y objetivos colectivos, y se introducen los Planes de Grupo, que establecen tareas específicas y compromisos globales para el buen funcionamiento del colectivo.
- **Dimensión individual:** se evalúan competencias sociales como cooperación, respeto y ayuda mutua. Esta evaluación, de carácter formativo y sumativo, es independiente de la valoración grupal. Puede integrarse en las calificaciones curriculares, pero sin condicionar las notas individuales al desempeño colectivo, evitando que los estudiantes deban motivar a compañeros con dificultades. En su lugar, se utiliza un enfoque sistemático y riguroso para desarrollar el trabajo en equipo como competencia esencial.

Marín García (2002) complementa esta perspectiva al ponderar la evaluación según siete criterios (ver Tabla 1). Si un alumno no alcanza completamente los objetivos previstos, el docente interviene ayudándole a organizar su aprendizaje. Esto incluye identificar recursos, como el apoyo de compañeros en una dinámica de tutoría entre iguales, para fomentar el progreso fuera del aula y del horario escolar.

Tabla 1

Ponderación utilizando aprendizaje cooperativo según criterios

Criterios	Ponderación
Calificación en la prueba de conocimientos	50%
La media obtenida por el equipo cooperativo	20%
Autoevaluación individual	5%
Autoevaluación del equipo cooperativo	5%
Trabajo diario	10%
Calificación por el profesor a partir de observación que contempla la actitud en el equipo cooperativo	10%
Bonos (Si el alumno de cada equipo que peor prueba de conocimientos de la Unidad Didáctica anterior mejora ésta en la siguiente Unidad Didáctica cada componente del equipo recibirá una puntuación suplementaria)	Entre 1 y 2 punto: +0,25 Entre 2 y 3 puntos: +0,5 Entre 3 y 4 puntos: 0,75 +4 puntos: +1

Fuente: Marin García (2002)

4.3. Aprendizaje cooperativo y matemática

El aprendizaje cooperativo ha demostrado ser una herramienta pedagógica eficaz en diversas áreas del currículo, incluyendo materias como lengua, geografía, ciencias naturales y biología (Navas Chachapoya *et al.*, 2024). Sin embargo, es en matemáticas donde esta metodología cobra especial relevancia debido a los retos asociados con el alto índice de fracaso escolar que enfrenta esta asignatura en numerosos contextos educativos (Chilan Bravo y Cedeño Loor, 2023). La enseñanza de las matemáticas no solo busca desarrollar habilidades numéricas, sino también promover el pensamiento lógico, crítico y abstracto, aspectos fundamentales en el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Guaypatin *et al.*, 2021). En paralelo, la ansiedad, la motivación y las creencias en el aprendizaje matemático se presenta como un fenómeno ampliamente estudiado que impacta significativamente el rendimiento académico de los alumnos (Pérez Tyteca, 2012; Ramírez-Ramirez, 2020; Sagasti-Escalona, 2020).

En este escenario, el aprendizaje cooperativo se posiciona como una estrategia clave para ayudar a los estudiantes a superar las barreras emocionales y cognitivas. La interacción con pares en un entorno de apoyo permite compartir inquietudes, reducir la ansiedad y construir confianza en las propias capacidades. Además, la retroalimentación constante y el trabajo cooperativo fomentan un sentido de pertenencia y logro compartido, lo que fortalece tanto la motivación como el disfrute de la asignatura. Por estas razones, integrar el aprendizaje cooperativo en las estrategias de la Didáctica Matemática en la Educación Básica resulta esencial (Franco Macias *et al.*, 2022).

Jonshson y Johnson (1990) señalaban el aprendizaje cooperativo como alternativa a la enseñanza tradicional de esta materia e insistieron en utilizar técnicas de aprendizaje cooperativo en el área de matemáticas, indicaba las siguientes razones para aplicar las técnicas de aprendizaje cooperativo en el área de matemáticas:

- La cooperación en el aula lleva a un mayor rendimiento que la competición y la individualización.
- Los procesos matemáticos requieren un proceso de aprendizaje activo que surge con más facilidad en las discusiones entre alumnos. La enseñanza tradicional de las matemáticas se ha basado en el supuesto de que los alumnos son sujetos pasivos que almacenan lo que aprenden como resultado de una práctica repetitiva.
- La solución de los problemas matemáticos supone una empresa interpersonal y la mayoría de los alumnos se sienten más cómodos clarificando su pensamiento en

pequeños grupos que en las discusiones en toda la clase.

- Los grupos estructurados cooperativamente implican un mayor intercambio intelectual que es absolutamente necesario en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
- Dentro de los grupos cooperativos los alumnos reciben una interacción de apoyo que permite aumentar la confianza en su propia capacidad individual para las matemáticas.
- Es un hecho comprobado que, en situaciones de aprendizaje cooperativo, a los alumnos les gustan más las matemáticas y están más motivados intrínsecamente a aprenderlas de una forma continuada.

Para apoyar la implementación del aprendizaje cooperativo en matemáticas, se han desarrollado métodos específicos. Entre los más significativos están:

- *Small Group Learning and Teaching in Mathematics* (Davidson, 1980), que se centra en la enseñanza en grupos pequeños para facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos.
- *Team-Assisted Individualization* (TAI por sus siglas en inglés) (Slavin, 1984), que combina el trabajo en equipo con actividades individualizadas para atender las necesidades de cada estudiante.
- *Mathematics in Cooperative Interactions and Motivation* (MACIM por sus siglas en inglés) (Serrano y Calvo, 1994), que se enfoca en fomentar la interacción cooperativa y la motivación en el aprendizaje de matemáticas.
- El método Aprendizaje de las Matemáticas en Equipos Cooperativos (AMEC) (Marín García, 2002).

En conjunto, el aprendizaje cooperativo parece ofrecer a la materia de matemáticas un marco valioso para transformar la experiencia educativa en esta área, abordando tanto los desafíos académicos como las necesidades de desarrollo personal de los estudiantes.

4.3.1. Aprendizaje cooperativo y sentido socioafectivo en matemáticas

El sentido socioafectivo abarca un conjunto de habilidades emocionales que permiten comprender y regular las emociones para un crecimiento tanto emocional como intelectual. Como explica el Real Decreto 217/2022, el sentido socioafectivo favorece el rendimiento académico al reforzar la capacidad de los estudiantes para tomar decisiones informadas y responsables, lo que es clave para superar las barreras cognitivas y emocionales que a menudo

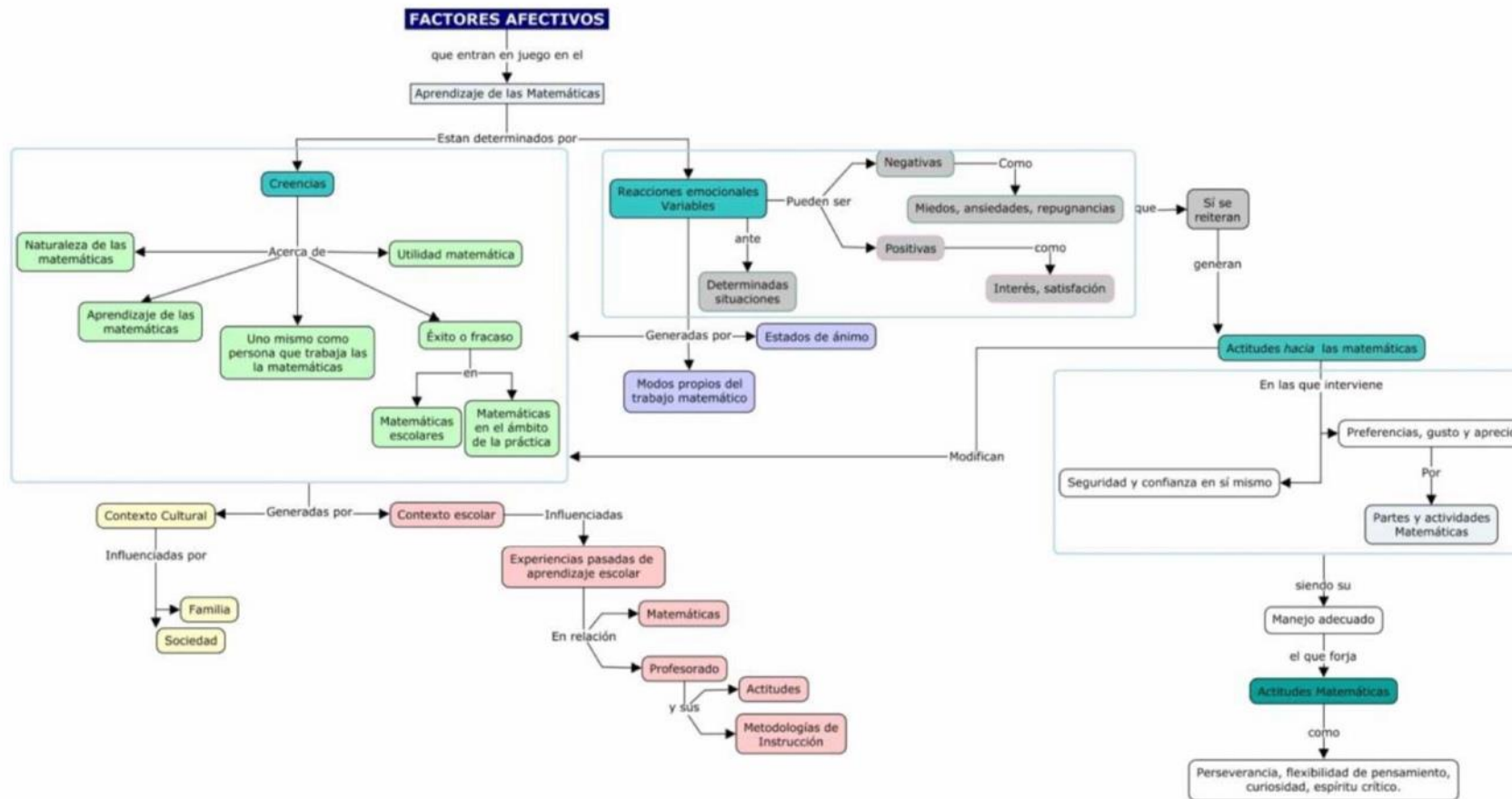
Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria
afectan el aprendizaje matemático.

Desde un aspecto teórico, los elementos principales de la dimensión efectiva en matemáticas son las creencias, actitudes hacia las matemáticas, actitudes matemáticas y emociones (Gamboa Araya y Moreina-Mora, 2016; Gómez-Chacón, 1997). En la Figura 7 se presentan los factores afectivos mencionados y la relación entre ambos en el aprendizaje de las matemáticas. Esta Figura remarca la importancia de trabajar las emociones para mejorar las actitudes hacia las matemáticas, así como modificar las creencias consiguiendo una actitud matemática adecuado. Dentro de las emociones, la ansiedad matemática es un factor afectivo presente en muchos alumnos y es uno de los mayores obstáculos para un aprendizaje efectivo en el aula ya que afecta el procesamiento de la información y la memoria de trabajo, lo que empeora la capacidad de los estudiantes para resolver problemas (Pérez-Tyteca, 2012; Sagasti Escalona, 2020). Pero este fenómeno no solo afecta al rendimiento de los estudiantes, sino que también influye en su percepción y actitudes hacia las matemáticas condicionando su experiencia en el aprendizaje (Marbán *et al.*, 2020). En concreto, la ansiedad matemática se caracteriza por la ausencia de confort que alguien podría experimentar cuando se le exige rendir en matemáticas (Wood, 1988, p.11). Además, Pérez-Tyteca (2012) señala los siguientes “síntomas” de la ansiedad matemática: tensión, nervios, preocupación, inquietud, irritabilidad, impaciencia, confusión, miedo y bloqueo mental.

Para abordar la ansiedad matemática se ha reconocido el papel del docente como fundamental para gestionar las emociones durante la etapa escolar (Palop y Maestre, 2024). En concreto, es esencial que el docente cree un ambiente de aprendizaje en el que se normalicen los errores, promueva el diálogo y la colaboración, y reduzca los estereotipos relacionados con el género y las habilidades matemáticas. En concreto se debe trabar a través de los pilares: regulación emocional, comunicación y trabajo en equipo, lo que posibilita la resolución de problemas en matemáticas al mismo tiempo que aborda el componente socioafectivo, y por tanto estable el vínculo entre lo cognitivo (Muñoz Chacón y Poveda Zambrano, 2017). Es por ello por lo que las estrategias de aprendizaje cooperativo son fundamentales para reducir la ansiedad matemática, ya que los estudiantes pueden compartir sus preocupaciones, apoyarse mutuamente y sentirse menos aislados en sus dificultades (Morales-Mauré, 2018; Pons *et al.*, 2014; Zamora Franco *et al.*, 2024).

Figura 7

Factores afectivos en el aprendizaje de las matemáticas



Fuente: Muñoz Chacón y Poveda Zambrano (2017).

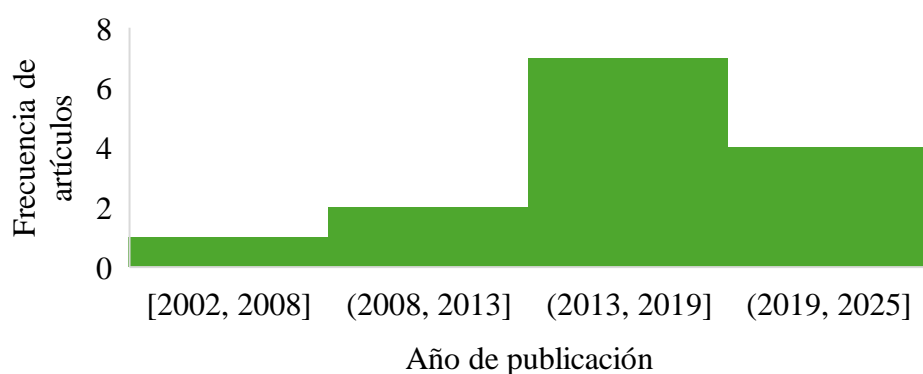
4.4. Revisión sistemática sobre el aprendizaje cooperativo en matemáticas de secundaria

Este apartado pretende realizar una revisión sistemática acerca de los estudios que analizan el aprendizaje cooperativo en matemáticas en secundario mediante una base de datos que filtre por revisiones por pares como es *Dialnet*. Con esta revisión se pretende analizar las evidencias científicas acerca de la influencia de la implementación del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las matemáticas en secundaria, así como analizar las actividades de aprendizaje cooperativo publicadas en revistas científicas y analizar la aplicabilidad, formación y retos de los docentes de matemáticas de secundaria.

De acuerdo con lo descrito en el apartado de método, se revisaron 16 artículos relacionados con el aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en educación secundaria. La Figura 8 presenta la distribución de los artículos analizados en este trabajo según el año de publicación, mostrando que todos los artículos encontrados fueron posteriores al 2001. Asimismo, se observa un aumento progresivo en el número de estudios a lo largo de los años. Los resultados de la búsqueda bibliográfica sugieren que el aprendizaje cooperativo en matemáticas ha ganado cada vez más relevancia en el siglo XXI como una estrategia novedosa en la educación secundaria.

Figura 8

Frecuencia de artículos según la búsqueda bibliográfica realizada



Fuente: elaboración propia.

De forma general se observó que el estudio del aprendizaje cooperativo en la materia matemáticas en la educación secundaria es limitado. En este sentido Collado *et al.* (2023) indicaba que la evaluación del aprendizaje cooperativo estaba más estudiada en la etapa de educación primaria que en la etapa de secundaria.

4.4.1. Evidencias científicas sobre los beneficios del aprendizaje cooperativo

Se identificaron seis artículos que analizan la influencia del aprendizaje cooperativo en el rendimiento en matemáticas de secundaria. De estos, dos corresponden a análisis de evidencias de estudios previos. Los resultados de la búsqueda revelan que existen pocos estudios de casos reales que evalúen el impacto del aprendizaje cooperativo en esta materia.

En la Tabla 2 se presentan las características de los artículos que examinan casos reales sobre la influencia del aprendizaje cooperativo en matemáticas de secundaria. En dicha tabla se detallan las variables analizadas, las características de los alumnos involucrados y el lugar donde se llevaron a cabo los estudios. De los cuatro estudios seleccionados, tres se realizaron en diferentes regiones de España (Castellón, Extremadura y Madrid).

El rendimiento académico es la variable más investigada, siendo analizada en los cuatro estudios. Además, otras variables como las relaciones interpersonales, la motivación hacia las matemáticas y la creatividad también fueron consideradas. Estas variables se evaluaron mediante enfoques tanto cuantitativos (como pruebas de rendimiento) como cualitativos (por ejemplo, cuestionarios).

En concreto, dos estudios emplearon métodos cualitativos y los otros dos cuantitativos; de estos últimos, uno corresponde a un diseño preexperimental y otro a un diseño cuasiexperimental, sin que se identificara ningún estudio completamente experimental.

Aguirre y Goin (2018) analizaron una propuesta educativa basada en aprendizaje cooperativo mediado por un curso virtual, diseñada para estudiantes de nivel secundario que aspiraban a ingresar a carreras de ingeniería en la Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. Los resultados mostraron que los estudiantes que participaron en el curso lograron mayores tasas de aprobación en el examen de ingreso universitario (77%) en comparación con aquellos que no participaron (15%). Además, el aprendizaje cooperativo mejoró progresivamente con la mediación docente, destacando la importancia de la interacción grupal en la construcción del conocimiento.

Tabla 2

Casos de estudio reales que estudian la influencia del aprendizaje cooperativo en la materia de matemáticas de secundaria.

Referencia	Lugar de estudio	Características alumnos: Curso (años alumnos), tipo curso	Variables analizadas	Tipo de estudio	Recogida de datos
Aguirre y Goin (2018)	Río Negro (Chile)	33 estudiantes (entre 17 y 19 años): -Grupo experimental: 13 (curso virtual) -Grupo control: 20	Aumento del ingreso de carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Negro**	Cuantitativo: método cuasi experimental.	cuantificar aumento ingresos universidad
Gracia García y Traver Martí (2016)	Castellón (España)	22 estudiantes de 3ºESO (entre 15 y 18 años)	-Rendimiento académico -Relaciones interpersonales -Relación asignatura	Cualitativo	Cuestionarios
Marín García (2002)	Extremadura (España)	120 alumnos 3 ciclos: 2º ESO	-Convivencia en el aula -Motivación hacia las matemáticas -Rendimiento académico	Cualitativo	Cuestionario Diarios Entrevistas
Merchán Rubira y Rodríguez García (2016)	Madrid (España)	4 cursos 4º ESO (1 solo aprendizaje cooperativo) 1º Bachillerato (centro de excelencia)	-Creatividad -Rendimiento académico	Cuantitativo: método preexperimental.	Prueba individual y pruebas grupal

**No solo estudia el efecto del aprendizaje cooperativo sino el efecto de la aplicación de metodología virtual junto con aprendizaje cooperativo.

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, el estudio de Aguirre y Goin (2018) también identificó desafíos significativos, como la baja habilidad inicial para el trabajo en equipo y la resistencia al cambio en las prácticas de enseñanza y aprendizaje. A pesar de estas limitaciones, la investigación realizada por Aguirre y Goin (2018) concluyó que el aprendizaje colaborativo, integrado con herramientas tecnológicas, no solo incrementa el rendimiento académico en matemáticas, sino que también contribuye a acortar las brechas entre los niveles educativo medio y superior, ofreciendo una alternativa prometedora para mejorar las trayectorias educativas de los estudiantes.

Gracia García y Traver Martí (2016) analizaron las percepciones de estudiantes de secundaria sobre los efectos del aprendizaje cooperativo en matemáticas, centrándose en su impacto en el rendimiento académico, las relaciones interpersonales y la relación con la asignatura. A través de un estudio de caso interpretativo con 22 estudiantes de 3º de ESO, emplearon entrevistas semiestructuradas y observación participante. Los resultados destacan que la ayuda entre iguales mejora tanto el aprendizaje como las competencias interpersonales, y que el aprendizaje cooperativo fomenta una mayor implicación emocional y motivacional hacia las matemáticas. Sin embargo, también identificaron desafíos, como la resistencia al trabajo grupal en estudiantes de alto rendimiento y conflictos en grupos heterogéneos. En este sentido Gracia García y Traver Martí (2016) señala la importancia de formar al alumnado en habilidades sociales para maximizar los beneficios y resolver conflictos dentro de los grupos, subrayando la necesidad de metodologías adaptativas y la inclusión de las voces del alumnado para el diseño efectivo de estrategias didácticas.

Marín García (2002) aplicó el aprendizaje cooperativo en matemáticas durante un curso escolar en cinco centros educativos de Extremadura. La investigación se enfocó en tres áreas clave: la motivación hacia las matemáticas, el rendimiento académico y el clima de convivencia en el aula. Los resultados destacaron que el 54% de los alumnos experimentaron un aumento en su motivación hacia la asignatura, el 61% percibió una mejora en la convivencia, y más de la mitad reportó un mejor rendimiento académico.

Marín García (2002) resaltó el aprendizaje cooperativo promovió una dinámica de tutoría entre compañeros, donde los estudiantes de mayor rendimiento apoyaban a sus compañeros, fortaleciendo tanto sus propias habilidades como las de sus grupos. Los docentes participantes reportaron una mejora general en el ambiente de aprendizaje, aunque también identificaron desafíos, como la resistencia de algunos alumnos con actitudes competitivas.

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

El estudio realizado por Merchán Rubira y Rodríguez García (2016) analiza los beneficios del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria, centrándose en habilidades como creatividad, razonamiento lógico, resolución de problemas y comunicación. Los resultados destacan que los estudiantes en entornos cooperativos superaron significativamente a los de metodologías tradicionales en pruebas grupales, logrando un éxito del 83,33% frente al 4,76% de los demás grupos en el ejercicio más complejo. Además, el grupo de aprendizaje cooperativo alcanzó una puntuación promedio de 3,5 en creatividad individual, superando al promedio de 1,7 de los grupos tradicionales, y mostró mayor diversidad en las respuestas creativas.

Entre los beneficios que señala Merchán Rubira y Rodríguez García (2016), el aprendizaje cooperativo fomenta la cohesión grupal, la escucha activa y la toma de decisiones consensuadas, cualidades que explican su superior desempeño en problemas no estructurados. También permite cerrar brechas socioeconómicas, ya que los estudiantes de contextos heterogéneos en este sistema obtuvieron resultados similares o mejores a los de grupos con ventajas socioeconómicas, evidenciando su potencial para igualar oportunidades educativas. Estos datos respaldan el aprendizaje cooperativo como una estrategia efectiva para desarrollar habilidades académicas y sociales clave en educación secundaria.

El estudio de Vega Vaca *et al.* (2013) resume los principales hallazgos de las investigaciones realizadas en el Grupo de Investigación de Estilos Cognitivos de la Universidad Pedagógica Nacional, acerca de los efectos de la metodología pedagógica de aprendizaje cooperativo sobre el logro académico y las habilidades sociales en relación con el estilo cognitivo, en estudiantes de básica primaria y básica secundaria de diferentes instituciones educativas. Los efectos del aprendizaje cooperativo resultaron estadísticamente relevantes en algunos cursos académicos. Además, los beneficios fueron más notables al comparar con metodologías individualistas, mostrando que los estudiantes en entornos cooperativos desarrollan mejores habilidades matemáticas y mayor desempeño académico en esta etapa educativa. Sin embargo, en cuanto a habilidades sociales, los hallazgos no fueron significativos estadísticamente, aunque ofrecen indicios valiosos sobre la dinámica grupal y los procesos de interacción social en este nivel escolar.

Camilo Trujillo (2013) revisa evidencias científicas sobre el aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas para secundaria. Resalta que esta metodología mejora la capacidad de resolución de problemas, la creatividad y la colaboración en grupos pequeños. Los datos

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

cuantitativos muestran mejoras significativas en rendimiento académico y actitudes hacia el aprendizaje matemático, especialmente en problemas complejos. Sin embargo, menciona limitaciones como la falta de estudios longitudinales y la variabilidad en la calidad de la implementación de estrategias cooperativas. También señala que los resultados pueden depender del nivel de formación docente y del diseño de las actividades cooperativas. Resumidamente, todos los artículos respaldan los beneficios del aprendizaje cooperativo en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes, así como algunos de ellos resaltan mejoras en la creatividad y las habilidades sociales, aunque resaltan desafíos relacionados con la gestión de dinámicas grupales destacando la importancia de trabajar las habilidades sociales.

4.4.2. Actividades aplicadas en aprendizaje cooperativo

A modo de guía para futuras propuestas de actividades se describe a continuación actividades de aprendizaje cooperativo en la materia de matemáticas de secundaria que se ha encontrado en la revisión sistemática.

En la Tabla 3 se muestra el título de la actividad, el curso al que va dirigido y los conocimientos matemáticos que se desarrollan durante la realización de la misma.

Entre las actividades presentadas en la Tabla 3 para fomentar el aprendizaje cooperativo, destaca la propuesta de Lluch Peris y Verdoy (2019) basada en un juego de la oca adaptado a la enseñanza de matemáticas. Esta actividad combina aprendizaje cooperativo y gamificación, siendo aplicable a cualquier contenido matemático. Consiste en dos fases principales: individual y cooperativa.

En la fase individual, los estudiantes son responsables de crear las preguntas que serán utilizadas en el juego. Según Lluch Peris y Verdoy (2019), los pasos para este proceso son:

1. Buscar ejercicios en libros o materiales sugeridos por el docente.
2. Seleccionar y resolver un número específico de ejercicios (15 puede ser suficiente).
3. Clasificar cada ejercicio en tres niveles de dificultad.

Tras resolver y clasificar los ejercicios, los estudiantes los entregan al profesor, quien verifica su resolución y ajusta las clasificaciones si es necesario. Opcionalmente, se puede incluir una coevaluación durante el desarrollo del juego, donde los estudiantes supervisan el desempeño de sus compañeros, contribuyendo a una evaluación formativa y dinámica.

Tabla 3

Actividades para implementar aprendizaje cooperativo.

Referencia	Nombre de la actividad	Curso	Conocimientos matemáticos
Ferrando y Rey-Lorenzo (2021)	<i>Scape Room: el lado oscuro de π</i>	Secundaria (sin concretar curso)	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento lógico-matemático. • Sistemas de numeración. • Radicales. Operaciones. • Ecuaciones. • Cuerpos y figuras geométricas. Elementos y propiedades. • Semejanza y proporcionalidad. • Identificación y análisis de las propiedades de las curvas. • Derivación. • Integración.
Lluch Peris y Verdoy (2019)	El juego de la Oca	Cualquier curso	Adaptado por cada profesor para cualquier contenido matemático
Merchan Rubira y Rodríguez García (2016)	Teorema de Moerey problema de Monty-Hall	4º ESO/ 1º Bachiller	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidad • Geometría
Moreno Palma (2023)	Aprendizaje de las sucesiones a través del uso de una notación de consenso	3º ESO	Notación Progresiones aritméticas
Muñon Capitán <i>et al.</i> (2019)	Estadística	4º ESO	Estadística: toma de datos de varios tipos de variables estadísticas, elaboración de tablas de frecuencias y la representación de los resultados
Palacios-Hidalgo y Cimas (2021)	Dando la vuelta al mundo a través de las matemáticas	1º ESO	cálculo numérico y resolución de problemas

Fuente: elaboración propia.

El resultado de esta fase son tarjetas coloreadas que contienen las preguntas, clasificadas en niveles de dificultad:

- Azul: preguntas sencillas.
- Amarillo: preguntas intermedias.
- Rojo: preguntas complejas.

Los colores pueden adaptarse según las necesidades de la clase.

En la fase cooperativa, los estudiantes trabajan en equipos de tres personas. Cada grupo selecciona un representante para cada nivel de dificultad, quien será responsable de responder las preguntas correspondientes.

En la fase cooperativa, los estudiantes trabajan en equipos de tres personas. Cada grupo selecciona un representante para cada nivel de dificultad, quien será responsable de responder las preguntas correspondientes. El juego se desarrolla en un tablero diseñado específicamente para esta actividad (similar al juego tradicional de la oca, ver Anexo II), con tres tipos de casillas:

- Casillas de nivel: requieren que el representante del nivel resuelva una pregunta de las tarjetas. Este diseño asegura que todos los miembros del equipo participen activamente y contribuyan al éxito grupal.
- Casillas de superación: promueven la mejora continua, alentando a los estudiantes a superar sus niveles actuales y evitando que se encasillen.
- Casillas comodín: introducen dinamismo y diversión, haciendo el juego más motivador.

Esta actividad no solo fomenta la cooperación y el aprendizaje activo, sino que también permite al docente evaluar habilidades específicas en un entorno inclusivo y lúdico.

Otra propuesta innovadora es el *Escape Room* digital desarrollado por Ferrando y Rey-Lorenzo (2021), que combina aprendizaje cooperativo y gamificación a través de un desafío matemático interactivo. Disponible en este [enlace](#), esta actividad sumerge a los estudiantes en una misión para detener a un villano que amenaza con destruir la tecnología mundial. El desafío gira en torno a encontrar las piezas de un ordenador cuántico repartidas por España, utilizando herramientas matemáticas para avanzar en el juego.

Un ejemplo de los retos planteados es la aplicación del Teorema de Tales para calcular la altura de una torre (ver Anexo II). El tiempo límite para resolver los desafíos es de 60 minutos. Esta actividad, además de desarrollar diversos contenidos matemáticos, fomenta habilidades de trabajo en equipo y pensamiento crítico.

Por otro lado, Merchán Rubira y Rodríguez García (2016) proponen tres ejercicios tipo test para fomentar la creatividad a través del aprendizaje cooperativo, diseñados para estudiantes de 4º de ESO o 1º de Bachillerato (ver Anexo IV):

- Aplicación del Teorema de Morley.
- Resolución de una variación del problema de Monty-Hall.
- Interpretación de un perfil de ruta de un ciclista, relacionando velocidad y distancia.

Estos ejercicios invitan a los estudiantes a pensar de forma creativa y colaborativa, desarrollando competencias matemáticas avanzadas.

Moreno Palma (2023) propone actividades contextualizadas para enseñar progresiones aritméticas a estudiantes de 3º de ESO (ver Anexo V). Estas tareas, distribuidas en cuatro sesiones, culminan con una evaluación individual para medir el progreso del alumnado.

Por su parte, Muñoz Capitán *et al.* (2019) desarrolla actividades estadísticas en un entorno cooperativo. Estas incluyen la exploración de variables cualitativas, cuantitativas discretas y continuas, utilizando el programa R-Commander para el análisis de datos. Estas actividades son indicadas en la Figura S4 del Anexo.

Muñoz Capitán *et al.* (2019) desarrollar tareas estadísticas para desarrollar en grupos cooperativos. La actividad esta desarrollada en 8 sesiones. Muñoz Capitán *et al.* (2019) propone tres ejercicios, uno para variable cualitativa, otra cuantitativa discreta y otra cuantitativa continua, además propone utilizar el progama R-Commander (ver Anexo VI).

Finalmente, Palacios-Hidalgo y Cimas (2021) presentan una actividad interdisciplinar inspirada en la primera vuelta al mundo, organizada en tres bloques (ver Anexo VII):

1. Conocer las paradas históricas de la expedición y resolver problemas sencillos relacionados.
2. Repetir las tareas en un contexto ficticio basado en *La vuelta al mundo en 80 días* de Julio Verne.
3. Preparar una exposición oral comparando ambos viajes.

Las actividades incluyen cálculos de consumo de combustible, costos y tiempo de viaje en avión, fomentando tanto habilidades matemáticas como competencias de investigación y comunicación.

Estas actividades muestran cómo la combinación de aprendizaje cooperativo, gamificación y enfoques interdisciplinarios puede enriquecer significativamente la enseñanza de las matemáticas, haciéndola más inclusiva, motivadora y efectiva.

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

En definitiva, existen una serie de actividades propuestas en la bibliográfica para aplicar el aprendizaje cooperativo en matemáticas de secundaria, combinado el aprendizaje cooperativo con otras metodologías activas como la gamificación.

4.4.3. Aprendizaje cooperativo en secundaria de matemáticas: aplicabilidad, perspectivas y formación docente

En estudios previos, como el realizado por Meza-Cascante *et al.* (2015) en Chile, se muestra que el profesorado tuvo una actitud mayormente positiva hacia el aprendizaje cooperativo en matemáticas. Sin embargo, persistieron ciertas preocupaciones, especialmente relacionadas con la disponibilidad de tiempo y la necesidad de formación específica en la metodología para lograr una implementación efectiva. Además, los docentes mostraron preocupación sobre la actitud de los estudiantes y de sus familias hacia esta estrategia. Por otro lado, Meza-Cascante *et al.* (2015) indica que la cultura organizacional y las condiciones materiales de cada institución también pueden afectar la aplicabilidad del aprendizaje cooperativo en el aula de matemáticas.

La investigación realizada por Paredes León y Ramos Serpa (2020) sugiere que los docentes de áreas de ciencias exactas suelen implementar el aprendizaje cooperativo con menor frecuencia en comparación con los profesores de disciplinas sociales, destacando la importancia de ofrecer una formación específica para mejorar su aplicabilidad en matemáticas. El estudio también indica que la participación social generada por esta metodología no está únicamente ligada al nivel de educativo de los alumnos, sino que depende de diversos factores como el tiempo, los recursos y la capacitación docente, así como una planificación y evaluación adecuadas.

Según Paredes León y Ramos Serpa (2020), en muchos casos el aprendizaje cooperativo se aplica de forma empírica, con una falta de dominio en sus estrategias que puede llevar a una implementación improvisada y menos efectiva. Esto sugiere que, para obtener resultados favorables, es esencial dotar al profesorado de una formación sólida en la metodología. De hecho, Paredes León y Ramos Serpa (2020) recomienda introducir el aprendizaje cooperativo en el currículo como una asignatura adicional, dado su amplio contenido y la complejidad de su implementación, así como su capacidad de trabajar valores transversales como la cooperación, la tolerancia y el respeto.

Por otro lado, el estudio de Guisasola *et al.* (2013) en programas de formación para profesores de secundaria concluye que, aunque se cubren contenidos de aprendizaje cooperativo, especialmente en los módulos específicos, el módulo genérico se centra más en la transmisión de información que en abordar los problemas de enseñanza identificados en la investigación

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria educativa. La elevada cantidad de alumnos en este módulo genérico parece influir en esta metodología más expositiva, mientras que, en los módulos específicos, donde los grupos son más reducidos, se observan contenidos y enfoques más constructivistas, incluyendo la incorporación de proyectos con elementos transversales. Sin embargo, Guisasola *et al.* (2013) sugiere que podría profundizarse más en las concepciones previas de los estudiantes para consolidar las nuevas orientaciones del currículo de secundaria.

4.4.4. Limitaciones de la revisión sistemática

Esta revisión sistemática presenta varias limitaciones que es importante considerar para interpretar los resultados y para futuras investigaciones en el área:

- Restricción del buscador utilizado

El uso de *Dialnet* como principal herramienta de búsqueda limita el alcance a investigaciones mayoritariamente en idioma castellano. Esto puede haber excluido estudios relevantes publicados en inglés u otros idiomas. La inclusión de buscadores más amplios como *Scopus* o *Web of Science* podría proporcionar una perspectiva más global e internacional sobre el tema.

- Focalización en terminología específica para el alumnado

La búsqueda se limitó a las palabras clave “secundaria”, “ESO” o “E.S.O”, lo que puede haber dejado fuera artículos que empleen otros términos para referirse a estudiantes de entre 12 y 17 años, como “educación media”, o incluso denominaciones genéricas como “adolescentes”.

- Enfoque exclusivo en “aprendizaje cooperativo”

La revisión se restringió al término “aprendizaje cooperativo”, lo cual puede haber excluido estudios relevantes que describen enfoques similares utilizando términos más amplios como “metodologías activas”.

- Falta de inclusión de literatura gris

La revisión se centró exclusivamente en artículos publicados en revistas científicas, dejando fuera literatura gris como tesis doctorales, informes técnicos o actas de congresos que podrían contener información valiosa sobre la implementación y efectos del aprendizaje cooperativo en matemáticas.

- Ausencia de análisis de calidad metodológica

Aunque se han incluido estudios tanto cualitativos como cuantitativos, no se realizó un análisis detallado sobre la calidad metodológica de los artículos incluidos. Esto limita la capacidad de evaluar la solidez de las conclusiones presentadas en los artículos seleccionados.

Estas limitaciones sugieren que los resultados presentados en esta revisión sistemática deben

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

interpretarse con cautela. Para mejorar la exhaustividad y calidad de futuras revisiones, sería necesario ampliar el espectro de bases de datos, utilizar términos más inclusivos, evaluar de forma sistemática la calidad metodológica de los estudios, y considerar fuentes no tradicionales que puedan aportar valor al análisis.

5. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN CRÍTICA

Este trabajo ha permitido mediante una revisión narrativa analizar como los aspectos cognitivos y afectivos-motivacionales influyen de manera equilibrada en el aprendizaje. Asimismo, se ha podido analizar el impacto positivo de las metodologías activas, más concretamente en el aprendizaje cooperativo en la mejora de la motivación y las emociones del estudiante. Esta metodología favorece el aprendizaje significativo de los estudiantes, al mismo tiempo que fortalece las relaciones sociales y contribuye al desarrollo integral del alumnado. Con ello se ha cumplido el primer objetivo específico de este trabajo “Evaluar la influencia de las emociones y la motivación en el proceso aprendizaje, destacando el papel del aprendizaje cooperativo.”

Asimismo, el segundo objetivo específico “Identificar las características y pautas esenciales para una implementación exitosa del aprendizaje cooperativo en el aula, incluyendo el rol fundamental del profesor y del alumno en esta metodología” fue completado. Entre otras se identificó que para que una actividad educativa pueda considerarse aprendizaje cooperativo, es esencial cumplir algunos principios clave como la interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad individual y el desarrollo de habilidades sociales. Sin estos elementos, existe el riesgo de confundir el aprendizaje cooperativo con el colaborativo, lo cual puede llevar a interpretaciones y aplicaciones erróneas en el aula.

En el caso de las matemáticas, se ha analizado que el aprendizaje cooperativo destaca particularmente por su capacidad de abordar tanto el rendimiento académico como el componente socioafectivo. En concreto, puede ayudar a reducir la ansiedad matemática, una barrera común para muchos estudiantes, al tiempo que transforma la percepción de esta asignatura, tradicionalmente vista como elitista, en una disciplina más inclusiva y accesible. Con ello se completó el tercer objetivo específico “Examinar el impacto del aprendizaje cooperativo en el desarrollo del sentido socioafectivo y su contribución a la mejora del aprendizaje en matemáticas.”

La revisión sistemática realizada en este trabajo evidencia tanto las fortalezas como las limitaciones actuales de esta metodología. Aunque la literatura destaca los beneficios del aprendizaje cooperativo, destacando el aumento del rendimiento académico y las habilidades sociales, los estudios que lo aplican específicamente en matemáticas para secundaria son aún escasos y, en muchos casos, basados en muestras pequeñas. Esto subraya la necesidad de investigaciones más robustas y de mayor alcance que exploren su impacto en este contexto específico. Además, los estudios analizados destacan algunos desafíos relevantes, como la gestión de las dinámicas grupales. Por ello, el objetivo cuarto objetivo específico “Investigar las evidencias científicas sobre los beneficios que el aprendizaje cooperativo ofrece a los estudiantes de secundaria en el área de matemáticas” fue alcanzado parcialmente ya que, aunque se observaron beneficios claros, en la literatura se muestra una carencia de estudios rigurosos. Por otro lado, se identificaron propuestas innovadoras para aplicar el aprendizaje cooperativo, a veces combinadas con otras metodologías activas, como la gamificación, lo que sugiere el potencial de enfoques híbridos para enriquecer la enseñanza de las matemáticas. Con ello se consiguió cumplir parcialmente el quinto objetivo específico “Analizar las actividades prácticas documentadas en la literatura que se han utilizado para fomentar el aprendizaje cooperativo en matemáticas en secundaria”, ya que se identificaron propuestas innovadoras, pero los ejemplos encontrados en la literatura fueron limitados.

En cuanto al último objetivo “Evaluar la aplicabilidad del aprendizaje cooperativo en el ámbito de las matemáticas de secundaria, además de examinar las actitudes y desafíos que enfrentan los docentes al incorporar esta metodología”, se cumplió parcialmente. Aunque se ha estudiado la actitud hacia estas metodologías es mayoritariamente positiva, su implementación se ve limitada por factores como la percepción de falta de tiempo, la necesidad de formación específica y la gestión de grupos heterogéneos. Estas barreras subrayan la importancia de diseñar estrategias de formación docente y recursos que faciliten su aplicación práctica en el aula. Además, existen estudios limitados que analicen la actitud y la aplicabilidad.

Teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas, este trabajo abre puertas a futuras investigaciones. En particular, los estudios futuros deben centrarse en:

- Diseñar y realizar investigaciones más robustas y sistemáticas, con muestras amplias y diseños experimentales rigurosos, para analizar el impacto del aprendizaje cooperativo en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el curso de secundaria.

- Proponer más actividades que tengan en cuenta el aprendizaje cooperativo en la materia de matemáticas de secundaria.
- Desarrollar estrategias de formación docente que ayuden a superar barreras como la falta de tiempo o la percepción de dificultad en la gestión de grupos heterogéneos.

Este trabajo me ha permitido reflexionar profundamente sobre el aprendizaje cooperativo como herramienta transformadora en la enseñanza de las matemáticas. Entre los aspectos más destacados, valoro cómo esta metodología puede mejorar tanto el rendimiento académico como el componente socioafectivo, facilitando una relación más positiva entre el alumnado y las matemáticas.

Personalmente, considero que una educación matemática de calidad no solo requiere conocimientos sólidos en la disciplina por parte de los docentes, sino también en didáctica de las matemáticas, incluyendo aspectos psicopedagógicos y sociológicos. En este sentido, la dimensión emocional también juega un papel crucial en el aprendizaje. Debemos ayudar a nuestros estudiantes a desarrollar creencias positivas tanto sobre las matemáticas como sobre sus propias capacidades, promoviendo actitudes motivadoras y controlando posibles barreras emocionales como la ansiedad o la desmotivación. En definitiva, una enseñanza matemática de calidad no solo prepara a los estudiantes para resolver problemas, sino que también fomenta en ellos confianza, interés y una relación saludable con la materia.

En este contexto, el Máster de Secundaria tiene que ser una oportunidad para mejorar en conocimientos sobre aspectos psicopedagógicos y sociológicos. En particular, la formación en metodologías activas, como el aprendizaje cooperativo, resulta esencial para mejorar el aprendizaje en las aulas en el siglo XXI. Esta metodología, aplicada a las matemáticas, no solo potencia el rendimiento académico, sino que también transforma la percepción y actitud hacia la asignatura, promoviendo un ambiente de colaboración y aprendizaje significativo.

La implementación del aprendizaje cooperativo en las aulas de secundaria, especialmente en matemáticas, es crucial para avanzar hacia una enseñanza más inclusiva y accesible. Además de los beneficios académicos, esta metodología fomenta habilidades interpersonales y emocionales esenciales para el desarrollo integral del alumnado. Este enfoque tiene el potencial de contribuir significativamente a la mejora de los niveles educativos en España, al tiempo que ayuda a democratizar el acceso al conocimiento matemático, eliminando su percepción como una materia elitista.

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria

En conclusión, considero que para conseguir construir una educación matemática que no solo sea rigurosa desde el punto de vista académico, sino también emocionalmente enriquecedora e inclusiva, debe tenerse en cuenta aprendizaje cooperativo.

6. REFERENCIAS

- Abdul, G.K., Sabari, M.K. (2018). Significance of Affective Factors in Mathematics Learning of Low-achievers An Analysis of Barriers in High School Mathematics Achievement from Kerala. *Journal of Indian Education*, 1, 26-38.
- Afonso, L. R., Sousa, R. R. A., & Borges, F. dos S. (2023). Psicopedagogía: aspectos emocionales y afectivos en el aprendizaje de las matemáticas. *Vistacien Multidisciplinary Scientific Journal*, 1(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.8274386>
- Aguirre, J. I., & Goin, M. M. (2018). Trabajo colaborativo en un entorno virtual para el aprendizaje de Matemática de ingresantes a carreras e Ingeniería. Dificultades y desafíos didácticos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(57), 128–148.
- Anaya-Durand, A., & Anaya-Huertas. (2010). ¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes. *Ciencia Ed. (IMIQ)*, 25(1), 5-14
- Arce, M., Conejo, L. y Muñoz, J.M. (2019) *Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*, Madrid, Síntesis.
- Ballén-Duarte, A. D.-B.-R. (2016). Prototipo de un Sistema de Aprendizaje Matemático mediante Estrategias de Gamificación y M-learning. *Ventana Informatica*, 34. <https://dx.doi.org/10.30554/ventanainform.34.1710.2016>
- Bermejo Díaz, J. M., Pulido Salas, D., Galmes-Panades, A. M., Serra Payeras, P., Vidal Conti, J., & Ponseti Verdaguer, F. J. (2021). Educación física y universidad: Evaluación de una experiencia docente a través del aprendizaje cooperativo. *Retos*, 39, 90-97.
- Boix Vilella, S., & Ortega Rodríguez, N. (2020). Beneficios del aprendizaje cooperativo en las áreas troncales de primaria: una revisión de la literatura científica. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 35(1).
- Bolaños, L., Sierra, N., Ramos, E., & Zuñiga, A. (2021). Conceptos asociados a las habilidades sociales utilizando la metodología Aprendizaje Basado en Retos. *UNACIENCIA*, 14(27), 87-102. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v14i27.659>
- Camili Trujillo, C. (2013). Evidencias científicas sobre el aprendizaje cooperativo para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria. Castillo Arredondo, S. (Coord.). *Reflexiones, Análisis y Propuestas sobre la Formación del Profesorado de Educación Secundaria* Volumen II (321-324). Universidad Nacional de Educación A distancia.
- Castillo Arredondo, S. (2013). *Reflexiones, análisis y propuestas sobre la formación del profesorado de educación secundaria*. En Congreso Internacional Euro-Iberoamericano sobre la Formación

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria
del Profesorado de Educación Secundaria (1ra ed.). Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

Castillo Noboa, E. M., & Santillán-Lima, J. C. (2023). Transformación de la Educación Matemática en el Siglo XXI: Tendencias y Desafíos. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e179. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e179>

Cenas Chacón, F. Y., Blaz Fernández, F. E., Gamboa Ferrer, L. R., & Castro Mendocilla, W. E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18). <https://dx.doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>

Chilan Bravo, M.J., & Cedeño Loor, F.O. (2023). Aprendizaje cooperativo para potenciar la enseñanza – aprendizaje de las Matemáticas para los estudiantes de educación básica. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(2), 5157–5171. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.973>

Cohen, E. G. (1994). *Le travail de groupe. Stratégies d'enseignement pour la classe hétérogène*. Montréal: Chenelière Éducation.

Collado Soler, R., Mazano León, A., Rodríguez Ferrer, J. M., Méndez Aguado, C., Fernández Campoy, J. M., Molina Alonso, L., Rodríguez-Rivas, M. E., & Alonso López, E. I. D. (2022). *Variables psicológicas y educativas para intervención el ámbito escolar: Nuevos Retos. Capítulo 11. Estrategias de aprendizaje: el aprendizaje cooperativo en el área de matemáticas: una revisión sistemática*. Dykinson, S.L.

Coll, C., & Martín, E. (2021). La LOMLOE, una oportunidad para la modernización curricular. *Avances En Supervisión*, (35). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i35.731>

da Costa, A. (2016). Mathematical skills in people with intellectual disabilities: An overview over experimental studies. *Revista Brasileira de Educacao Especial*, 22(1), 145-160. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382216000100011>

Damon, W., & Phelps, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer education. *International Journal of Educational Research*, 58(2), 9-19.

Davidson, N. (1980). Small-group learning and teaching in Mathematics. An introduction for nonmathematician. En S. SHARAN *et al.* (eds). *Cooperation in education*, Provo, UT. Brigham University Press.

Delgado-López-Cózar, E., & Martín-Martín, A. (2018). Apagón digital de la producción científica española en Google Scholar. *Anuario ThinkEPI*, 12, 265–276.

<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.40>

- Delgado-Monge, I., Castro-Martínez, E., & Pérez-Tyteca, P. (2020). Comparative study on mathematical anxiety among students from Costa Rica and Spain. *Revista Electronica Educare*, 24(2). <https://doi.org/10.15359/ree.24-2.15>
- De Miguel, M. (2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 57, 71-92.
- De Miguel, M., Pascual, J., San Fabián, J. L., & Santiago, P. (2012). Innovación educativa y desarrollo profesional docente.
- DeVries, D. L., & Edwards, K. J. (1974). Students teams and learning games: Their effects on cross-race and cross-sex interaction. *Journal of Educational Psychology*, 66, 741-749.
- Díaz Palencia, J. L., Sánchez Sánchez, A., & Roa González, J. (2023). Estado de uso de metodologías activas en las aulas de matemáticas secundarias. *Journal of Research in Mathematics Education*, 12(3), 229–245. <https://doi.org/10.17583/redimat.12852>
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Trabajo Social*, 21, 231–246.
- Domínguez-Morales, S., Pérez-Hernández, M., & Pérez-Sánchez, E. (2022). Ambientes de aprendizaje para favorecer competencias matemáticas en educación básica. *Revista RedCA*, 5(13), 144–162.
- Duran, D., Turró, J., & Villa, J. (2003): Tutoría entre iguales. Un método de aprendizaje cooperativo para la diversidad. *De la teoría a la práctica*. Barcelona: ICE de la UAB.
- Elizondo Moreno, A., Rodríguez Rodríguez, J.V., & Rodríguez Rodríguez, I. (2018). La importancia de la emoción en el aprendizaje: Propuestas para mejorar la motivación de los estudiantes. *Cuaderno pedagógico universitario*, 15(29), 3-11.
- Franco Macias, L.V., Arteaga Vélez, S.M., Bernal Álava, A.F., Arteaga Vélez, S.M., & Bernal Álava, M.C. (2022). Estrategia Didáctica para alcanzar Aprendizaje Cooperativo de matemática en la Educación General Básica. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 704-725. <https://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i10>
- Fraga Ortega, K.V. (2024). Revisión bibliográfica de la importancia de las estrategias pedagógicas en la educación. *Revista Huellas*, 9(2).
- Ferrando, L., & Rey-Lorenzo, L. (2021). ¿Son útiles las Escape Rooms educativas? El lado oscuro de pi. Análisis del feedback inicial. *Investigación En Entornos Tecnológicos En Educación Matemática*, 2. <https://doi.org/10.7203/ietem.2.21068>

- Fernández-Rio, J., Cecchini, J. A., Méndez-Giménez, A., Méndez-Alonso, D., & Prieto, J. A. (2017). Diseño y validación de un cuestionario de medición del aprendizaje cooperativo en contextos educativos. *Anales de Psicología*, 33(3), 680-688. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.33.3.251321>.
- Gamboa Araya, & Moreina-Mora. (2016). Un modelo explicativo de las creencias y actitudes hacia las Matemáticas: Un análisis basado en modelos de ecuaciones estructurales. *Avances de Investigación en Educación Matemática* 10, 27-51.
- García, M. (2012). *Implementación de un programa de aprendizaje cooperativo y su efecto en el rendimiento en la resolución de problemas de estructura aditiva y en el comportamiento asertivo de un grupo de estudiantes de diferente estilo cognitivo de 2º de primaria*. [Tesis de maestría]. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- García Bacete, F.J., Doménch Betoret. (2002). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Motivación y Emoción*, 1 (6), 24-26.
- García Cabrera, M. del M., González López, I., & Mérida Serrano, R. (2011). Validación del cuestionario de evaluación ACOES. Análisis del trabajo cooperativo en educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 30(1), 87-109. <https://dx.doi.org/10.6018/rie.30.1.114091>
- García Valero, M. C. (2018). Competencias clave y aprendizaje cooperativo, conceptos fundamentales en la educación actual. *International Studies on Law and Education*, (29/30), 79-90. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/72368>
- Gracia García, M. M., & Traver Martí, J. A. (2016). Percepción del alumnado de Educación Secundaria Sobre el Aprendizaje Cooperativo en Matemáticas: un estudio de caso. *ENSAYOS. Revista de La Facultad de Educación de Albacete*, 2(31), 129-144.
- Gómez-Chacón. (1997). La alfabetización emocional en educación matemática: actitudes, emociones y creencias. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*.
- Goñi, J. (2013). *Didáctica de las matemáticas*. Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Guaypatin, O., Fauta, S., Gálvez, X., & Montaluis, D. (2021). La influencia de la matemática en el desarrollo del pensamiento. *REVISTA BOLETÍN REDIPE*, 10(7), 106-112.
- Guisasola, J., Barragués, J. I., & 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(extra), 568-

- Gutiérrez, M., Sancho, P.M., Galiana, L., & Tomás, J.M. (2018). Apoyo a la autonomía, satisfacción de las necesidades psicológicas, compromiso escolar y éxito académico: Un modelo de mediación. *Universitas Psychologica*, 17 (5). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-5.aspn>
- Herrera, R., Elena Rojas Herrera, M., & José Rojas Herrera, J. (2020). Aplicación del Método del Aprendizaje Cooperativo en la formación de cooperativistas: retos y perspectivas. *Cooperativismo Y Desarrollo*, 8(3), 603–621. <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/346>
- Izquierdo Rus, T., Martínez, E. A., Frutos, A. E., & Moreno, J. R. (2019). El aprendizaje cooperativo en la formación de maestros de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 37(2), 543–559.
- Johnson, D. & Johnson, R. (1990). Using cooperative learning in mathematics. En N. Davidson: *Cooperative learning in mathematics: A handbook for teachers*. New York: Addison-Wesley, pp.103-125.
- Kagan, S. y Kagan, M. (1994). The Structural Approach: Six keys to cooperative. En S. Sahran (Ed.), *Handbook of Cooperative Learning methods* (pp. 115-133). Wesport: Greenwood Press.
- Lang, P.J. & Davis, M. (2006). Emotion, Motivation and the Brain: Reflex Foundations in Animal and Human Research. *Progress in Brain Research*, 156.
- Lata, S., & Castro, M. A. (2016). El Aprendizaje Cooperativo, un camino hacia la inclusión educativa. *Revista complutense de educación*, 27(3), 1085-1101. <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/47441>
- Llerena-Aguilar, P. M., Llerena-Aguilar, V. H., Yanchatipán-Sangoquiza, A. R., Terán-Zavala, E. F., Pallo-Silva, L. J., Mayorga-Alulema, M. A., Mora-Velasco, V. E., Lara-Robayo, C. F., Guato-Caña, L. J., & Villacis-Torres, M. I. (n.d.). *Metodologías innovadoras basadas en el aprendizaje basado en retos y problemas: una mirada a la competencia lógico matemática*.
- Lluch Peris, A. M., & Verdoy, P. J. (2019). Jugar, competir, entrenar: aprendiendo técnicas matemáticas. *Números, Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 101, 205–213.
- López-Altamirano, A. López -Altamirano, D.A., Patricia Ojeda -Sánchez, E. Tunja -Castro, D.T. Paredes -Maroto, M.J. Nora, Sánchez -Aguaguña, N.L., Barroso -Barrera, M.G., & Gómez -Morales, M. J. (2022). Metodologías activas de enseñanza: Una mirada futurista al desarrollo pedagógico docente. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1419–1430.
- López Santiago Acuña, G. (1987). The act of discovery. In *Harvard Educational Review*, núm (Vol.

31). Madrid.

- Lores-Leyva, I., Díaz-Pompa, F., & Calzadilla-González, O. (2021). Aprendizaje cooperativo: panorama de las investigaciones científicas publicadas en Sciencedirect en el período 1965-2017. *EdulSol*, 21(74), 32-48.
- Marbán, J. M., Palacios, A. y Maroto, A. (2020). Desarrollo del dominio afectivo matemático en la formación inicial de maestros de primaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 18, 73–76. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i18.286>
- Marín García, S. (2002). Matemáticas y Aprendizaje de las matemáticas en equipos cooperativos (A.M.E.C.). *Campo Abierto*, 22.
- Martín, M. S., Navarro Mateu, F., & Sánchez-Meca, J. (2022). Las Revisiones Sistemáticas y la Educación Basada en Evidencias. *Espiral. Cuadernos Del Profesor*, 15(30), 108–120.
- Merchán Rubira, S., & Rodríguez García, J. S. (2016). Experiencias Docentes Creatividad y aprendizaje cooperativo: un pequeño estudio. *Pensamiento Matemático*, VI(2), 063–068.
- Meza-Cascante, L. G., Suárez-Valdés-Ayala, Z., & Schmidt-Quesada, S. (2015). La actitud del personal docente de matemática hacia el aprendizaje cooperativo y los elementos institucionales que favorecen o dificultan el empleo de esa metodología didáctica. *Revista Electrónica Educare*, 19(1). <https://doi.org/10.15359/ree.19-1.1>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deporte (MEFPD). (2023). Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos PISA (OCDE) 2022 (Informe español). Madrid: Secretaría General Técnica MEFPD.
- Morgane, P.J., Galler, J.R. & Mokler, D.J. (2005). A Review of Systems and Networks of the Limbic Forebrain/Limbic Midbrain. *Progress in Neurobiology*, 75.
- Morales-Maure, L., García-Marimón, O., Torres-Rodríguez, A., & Lebrija-Trejos, A. (2018). Cognitive skills through the cooperative learning strategy and epistemological development in mathematics of freshmen university students. *Formación Universitaria*, 11(2), 45–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000200045>
- Moreno Palma, N. (2023). Aprendizaje de las sucesiones a través del uso de una notación de consenso Learning of sequences through consensus notation. *Epsilon - Revista de Educación Matemática*, 114, 83–98.
- Muñoz Capitán, N., Vicente Monserrat, P., Mateu García, G., & Prado Bayarri, J. (2019). Actividades estadísticas para 4.o de la ESO utilizando datos reales. *Números, Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 102, 139–158.

- Muñoz Chacón, Y.A., Poveda Zambrano, X.P. (2017). *Estrategias para trabar la dimensión socioafectiva en el aula de matemáticas*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Navas Chachapoya, E.P., Jacome Rivera, P.I., Quispe Guanoluisa, E., & Santana Jácome, L.R. (2024). Estrategias Didácticas basadas en el aprendizaje cooperativo para mejorar la interacción y el rendimiento académico en educación básica. *Ciencias y Educación*, 232-255.
- OECD. (2024). *PISA 2022 Results (Volume V): Learning Strategies and Attitudes for Life*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c2e44201-en>.
- Ojeda, G. P., & Reyes, I. (2006). *Las estrategias de aprendizaje cooperativo y el desarrollo de habilidades cognitivas* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Orozco, E. A., Ruiz, P. S., & Madrid Vivar, D. (2018). Qué es y qué no es Aprendizaje Cooperativo. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 33(1), 205-220.
- Palacios-Hidalgo, F. J., & Cimas, J. G. (2021). Dando la vuelta al mundo a través de las matemáticas. *Épsilon - Revista de Educación Matemática*, 107, 37-46.
- Palop, B. y Maestre, N.A. (2024). Análisis emocional de tres formaciones para docentes de matemáticas. En N. Adamuz- Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent y C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (p. 616). SEIEM.
- Paredes León, W. R., & Ramos Serpa, G. (2020). El aprendizaje cooperativo, educación desde la participación social en estudiantes de bachillerato. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 75-92. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n2.2020.300>
- Pérez-Esparrells, C., & Morales Sequera, S. (2012). El fracaso escolar en España: Un análisis por Comunidades Autónomas. *Revista de Estudios Regionales*, 94, 39-69.
- Pérez-Tyteca, P. (2012). *La ansiedad matemática como centro de un modelo causal predictivo de elección de carreras* [Tesis doctoral]. Universidad de Granada, España. <http://hdl.handle.net/10481/23293>
- Pons, R. M., González-Herrero, M. E., & Serrano, J. M. (2008). Aprendizaje cooperativo en matemáticas: Un estudio intracontenido. *Anales de Psicología*, 24(2), 253-261.
- Pons, R. M., Prieto, M. D., Lomeli, C., Bermejo, M. R., & Bulut, S. (2014). Aprendizaje cooperativo en matemáticas: Un estudio de los efectos del parámetro de igualdad sobre el rendimiento académico. *Anales de Psicología*, 30(3), 832-840. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201231>
- Puga Peña, L. A., & Jaramillo Naranjo, L. M. (2015). Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático. *Sophía*, 1(19), 291. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.14>

- Pujolàs Maset, P. & Lago Martínez, J.R. (2018). Aprender en equipos de aprendizaje cooperativo. *El Programa CA/AC («Cooperar para aprender/Aprender a cooperar»)*. Octaedro Recursos.
- Ramírez-Ramírez, Ma. del R., & Olmos-Castillo, H. I. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje matemático. *Naturaleza y Tecnología*, 51–63.
- Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA*, 1(2), 47–66.
- Rico Romero, L. (2006). Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación, extraordinario*, 275–294.
- Rico, L. (2004). Evaluación de Competencias Matemáticas. Proyecto PISA/OCDE 2003», en E. CASTRO, E. DE LA TORRE (ed.): *Actas VIII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*. La Coruña, Universidad de A Coruña.
- Rico, L. (2005). Competencias Matemáticas e Instrumentos de Evaluación en el Proyecto PISA 2003, en PISA 2003. *Pruebas de matemáticas y de solución de Problemas*. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Rojas Herrera, M. E., & Rojas Herrera, J. J. (2020). Aplicación del Método del Aprendizaje Cooperativo en la formación de cooperativistas: retos y perspectivas. *Cooperativismo y Desarrollo*, 8(3), 603–621. <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/346>
- Sagasti Escalona, M. (2020). Grificacia: representar, registrar y comunicar hechos matemáticos desde edades tempranas para evitar la ansiedad matemática. *Números Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 105, 45–48.
- Sáenz, C., & Lebrija, A. (2014). La formación continua del profesorado de matemáticas: una práctica reflexiva para una enseñanza centrada en el aprendiz. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 17(2), 219-244.
- Salgado, L., Pimentel, J., Arenas, R., & Chavagari, R. (2022). El aprendizaje cooperativo en la educación básica: una revisión teórica. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 6-11.
- Sarabi, M. K., & Gafoor, A. K. (2017). Influence of Difficulty with Language of Mathematics on Perceived Self-efficacy in Learning Mathematics among Upper Primary Students of Kerala. *International Multidisciplinary Conference*.
- Sánchez, N. (2023a). *Procesos y contextos educativos en Educación Secundaria*. Ediciones CEF.
- Sánchez, N. (Coord.) (2023b). *Aspectos esenciales para la docencia del siglo XXI: innovar e investigar*. Ed.: CEF-UDIMA.
- Sánchez Martín, M., Navarro Mateu, F., Sánchez-Meca, J. (2022). Las Revisiones Sistemáticas y la

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria
Educación Basada en Evidencias. *Espiral. Cuadernos del Profesorado Multidisciplinary Journal of Education*, 15 (30), 108-120.

Sánchez-Meca, J., & Botella, J. (2010). Revisión Sistemática y Méta-análisis: Herramientas para la Práctica Profesional. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 7-17.

Serrano, JM. y Calvo, MT. (1994). *Aprendizaje cooperativo. Técnicas y análisis dimensional*. Murcia: Caja Murcia.

Sharan, Y. y Sharan, S. (1998). *Gli alunni fanno ricerca. L'apprendimento in gruppi cooperative*. Gardolo, TN: Erickson

Slavin, R. E., Leavey, M. B., & Madden, N. A. (1984). Combining cooperative learning and Individualized Instruction: Effects on student mathematics achievement, attitudes and behaviors. *The Elementary School Journal*, 4, 408-422.

Socas, M. M., Ruano, R., & Hernández, J. (2016). Análisis Didáctico del proceso matemático de Modelización en alumnos de Secundaria. *AIEM-Avances de Investigación En Educación Matemática*, 9, 21-41.

Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Secundaria. (Cap. V, pp. 125-154). En L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona/Horsori.

Solís García, P., Gallego-Jiménez, M. G., & Real Castela, S. (2022). ¿El aprendizaje cooperativo promueve la inclusión? Revisión sistemática. *Páginas de Educación*, 15(2), 01-21. <https://doi.org/10.22235/pe.v15i2.2803>

Vallet-Bellmunt, T., Rivera-Torres, P., Vallet-Bellmunt, I., & Vallet-Bellmunt, A. (2017). Aprendizaje cooperativo, aprendizaje percibido y rendimiento académico de la enseñanza de marketing. *Educación XXI*, 20(1), 277- 297. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17512>

Usán Supervía, P., & Salavera Bordás, C. Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria. *Actualidades en Psicología*, 32(125), 2018, 95-112. <https://doi.org/10.15517/ap.v32i125.32123>

Vega Vaca, M. L., Vidal Rodríguez, D., & García, M. del P. (2013). Avances acerca de los efectos del aprendizaje cooperativo sobre el logro académico y las habilidades sociales en relación con el estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, 64, 155-174.

Zamora Franco, A.F., Bernal Pñárraga, A.P., García Paredes, E.B., Herrera Lemus, L.P., Camacho Torres, V.L., Simancas Malla, F.M., & Haro Cedeño, E.L. (2024). Estrategias para Fomentar la

Revisión bibliográfica sobre aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemáticas en secundaria
Colaboración en el Aula de Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 8
(4), 616-639. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12310

ANEXOS

ANEXO I

Tabla S1

Referencias utilizadas en la revisión bibliográfica según las 4 fases.

Fases	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Referencias	Lang y Davis (2006)	Lores-Leyva <i>et al.</i> (2021)	Navas Chachapoya <i>et al.</i> (2024)	Collado <i>et al.</i> (2023)
	Morgane <i>et al.</i> (2005)	Johnson y Johnson (1990)	Chilan Bravo y Cedeño Loor (2023)	Aguirre y Goín (2018)
	Schunk <i>et al.</i> (2008)	Slavin <i>et al.</i> (1984)	Guaypatin <i>et al.</i> (2021)	Gracia García y Traver Martí (2016)
	Elizondo Moreno <i>et al.</i> (2018)	Damon y Phelps (1989)	Peréz Tyteca (2012)	Marín García (2002)
	Gutiérrez <i>et al.</i> (2018)	Vallet-Bellmunt <i>et al.</i> (2017)	Ramírez-Ramírez (2020)	Merchán Rubira y Rodríguez García (2016)
	García Bacete y Doménech Betoret (2002)	Fernández-Río <i>et al.</i> (2017)	Sagasti-Escalona (2020)	Vega Vaca <i>et al.</i> (2013)
	Anaya-Durand y Anaya-Huertas (2010)	Duran <i>et al.</i> (2003)	Franco Macias <i>et al.</i> (2022)	Camilo Trujillo (2013)
	Usán Supervía y Salavera Bordás (2018)	Kagan y Kagan (1994)	Johnson y Johnson (1990)	Ferrando y Rey-Lorenzo (2021)
		DeVries y Edwards (1974)	Davidson (1980)	Lluch Peris y Verdoy (2019)
		Cohen (1994)	Slavin (1984)	Merchan Rubira y Rodríguez García (2016)
		García Valero, 2018	Serrano y Calvo (1994)	Moreno Palma (2023)

Tabla S1 (continuación)




Referencias utilizadas en la revisión bibliográfica según las 4 fases.

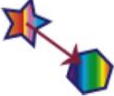

Fases	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Referencias	Cohen (1994)	Slavin (1984)	Merchan Rubira y Rodríguez García (2016)
	García Valero, 2018	Serrano y Calvo (1994)	Moreno Palma (2023)
	Pujolás Maset y Lago Martínez (2018)	Marín García (2002)	Muñon Capitán <i>et al.</i> (2019)
	Domínguez (2008)	Gamboa Araya y Moreina-Mora (2016)	Palacios-Hidalgo y Cimas (2021)
	Marín García (2002)	Gómez-Chacón (1997)	Meza-Cascante <i>et al.</i> (2015)
	Kagan y Kagan (1994)	Perez-Tyteca (2012)	Paredes León y Ramos Serpa (2020)
	Merchán Rubira y Rodríguez García (2016)	Sagasti Escalona (2020)	Guisasola <i>et al.</i> (2013)
	Morales-Maure <i>et al.</i> (2018)	Marbán <i>et al.</i> (2020)	
	Ojeda y Reyes (2006)	Wood (1988)	
	Sáenz y Lebrija, 2014	Palop y Maestre (2024)	
	Bermejo Díaz <i>et al.</i> (2021)	Morales-Mauré (2018)	
	García Cabrera <i>et al.</i> (2011)	Pons (2014)	
	Lata y Castro (2016)	Zamora Franco <i>et al.</i> (2024)	
	García (2012)		
	Salgado <i>et al.</i> (2022)		
	Izquierdo <i>et al.</i> (2019)		
	Zamora Franco <i>et al.</i> (2024)		
	Cassany (2009)		
	Sharan y Sharan (1998)		



ANEXO II

Figura S1

Juego de la OCA para desarrollar aprendizaje cooperativo en matemáticas

CASILLAS DE NIVEL	
	Al caer en esta casilla se realizará una pregunta del nivel más bajo.
	Al caer en esta casilla se realizará una pregunta del nivel intermedio.
	Al caer en esta casilla se realizará una pregunta del nivel más alto.

CASILLAS DE SUPERACIÓN	
	El representante del nivel más bajo deberá contestar una cuestión de nivel intermedio.
	El representante del nivel intermedio deberá contestar una cuestión de nivel más alto.

LAS CASILLAS COMODÍN	
	Casilla túnel: Al caer en estas casillas el grupo decide que representante responderá la pregunta y el nivel de la misma. Si la respuesta es acertada, el grupo irá directamente a la siguiente casilla túnel. Si la respuesta no es acertada el grupo irá a la anterior casilla túnel.
	Casilla libre: Al caer en estas casillas el grupo decide que representante responderá la pregunta y el nivel de la misma.

Fuente: Lluch Peris y Verdoy (2019).

ANEXO III

Figura S2

Ejemplo de reto de Scape Room para alumnos de secundaria

RETO 1: Galicia (Santiago de Compostela)




Estás en Santiago de Compostela, en concreto, en la Plaza de la Quintana. Esa torre tan alta se llama La Berenguela. Acércate a ella.

Parece ser que el villano ha estado visitando tierras gallegas y ha dejado esta imagen de recuerdo con el fin de que conozcáis las matemáticas que hay detrás. Se sabe que cuando realizó la fotografía, el sol arrojaba una sombra de la Berenguela de 24m.

Por otro lado, tal y como podemos ver en la imagen, la sombra de las personas que paseaban por la zona era aproximadamente un tercio de su altura. Según estadísticas, la altura media del ser humano se encuentra entre los 160 y 170cm, consideremos, pues, su media aritmética.

¿Cuál es la altura de la Berenguela? Medida aproximada en metros (no incluir magnitudes).



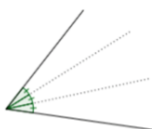
Fuente: Ferrando y Rey-Lorenzo (2021).

ANEXO IV

Figura S3

Ejercicios para aplicar aprendizaje cooperativo en alumnos de 4º ESO/ 1º Bachiller sobre probabilidad y geometría

Ejercicio 1- Dado un triángulo cualquiera con la ayuda de dos rectas se divide cada ángulo en tres partes iguales como se indica en el dibujo:



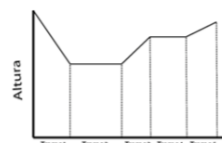
Cada recta se intersectará con otra recta proveniente de un ángulo adyacente. Dichas intersecciones serán los tres vértices de un nuevo triángulo. Este triángulo será:

- A. Semejante al original
- B. Rectángulo
- C. Equilátero
- D. Otro

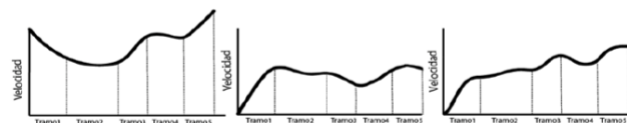
Ejercicio 2- En un concurso televisivo el concursante debe elegir una caja de entre 5 posibles. Dos de ellas contienen premio y las otras 3 están vacías. El concursante elige una de las cajas pero antes de abrirla el presentador descubre una de las cajas que están vacías. Se le da la opción al concursante de cambiar la caja que había elegido inicialmente por alguna de las tres que quedan. ¿Qué es mejor?

- A. Cambiar de caja
- B. Da igual
- C. Quedarse con la caja inicial
- D. Ninguna de las anteriores

Ejercicio 3- La siguiente gráfica representa el perfil de la ruta de un ciclista (las subidas y bajadas del terreno que recorre):



Teniendo en cuenta la gráfica anterior, ¿cuál de las siguientes puede representar la velocidad del ciclista?



- A
- B
- C
- D) Ninguna de las anteriores

Fuente: Merchán Rubira y Rodríguez García (2016).

ANEXO V


Figura S4

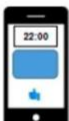
Actividades propuestas para aplicar aprendizaje cooperativo en 3º ESO y aprender sucesiones

Tarea inicial Alumno: _____ Fecha: _____

Ayer, en el colegio, tu profesora dijo que hoy se realizaría una actividad con el móvil, de modo que estaría permitido llevarlo a clase, aunque sólo podría usarse para dicha actividad. Esta mañana, antes de ir a clase, se te ha ocurrido subir una fotografía a tu red social favorita. Para ver el impacto que tiene, puedes observar el número de "me gusta" que va obteniendo la fotografía cada hora. A las 08:00 tenías 5 "me gusta". A las 09:00 y a las 10:00, vuelves a mirar la foto y observas que los "me gusta" van por 25 y 45 respectivamente. A las 12:00 la foto tiene 85 "me gusta", pero será la última vez que puedas mirar los que tienes, puesto que la profesora te ha quitado el móvil por usarlo cuando no estaba permitido.

a) ¿Podrías averiguar cuántos "me gusta" tendrá la foto a las 17:00? ¿Y a las 22:00? Explica de forma razonada tu respuesta.





b) ¿Cuántos "me gusta" tendrá la foto pasadas 96 horas desde las 08:00? Explica razonadamente cómo lo has averiguado.

RESPUESTA:

1

Alumno: _____ Fecha: _____

c) ¿Cuántas horas deben pasar para que los "me gusta lleguen a 945? Explica razonadamente cómo lo haces.

RESPUESTA:

d) ¿Podrías calcular cuántos "me gusta" tiene la foto si conoces el número de horas que han pasado desde las 08:00? Explica por qué y cómo lo haces.

RESPUESTA:

e) Da una fórmula matemática que permita calcular los "me gusta", conocidas las horas que han pasado desde las 08:00.

2

Alumno: _____ Fecha: _____

Tarea 1:

Tienes un saco de semillas antiguo que quieres plantar. En la etiqueta del saco pone que ese tipo de planta tarda unos cuatro meses en brotar y que es muy importante la época en la que se siembre la semilla, pero no viene indicada la fecha más adecuada para hacerlo. Decides plantar cada quince días un puñado de semillas y así te aseguras que algunas van a germinar.

La primera quincena que empiezas a ver germinar alguna semilla observas 17 brotes. La segunda quincena ves que hay 32 brotes. Te preocupa que cada vez germinen más semillas y sigues observando la tierra en la que las has plantado. La tercera quincena ves 47 brotes y en la cuarta observas ¡62 brotes!

a) ¿Podrías averiguar cuántas quincenas han pasado desde que empezaste a ver los primeros brotes si un día cuentas 107 brotes?

b) ¿Cuántas semillas germinarán cuatro quincenas después de empezar a ver los primeros brotes?

c) Da una fórmula matemática que permita calcular los brotes, conocidas las quincenas que han pasado desde que empezaste a ver los primeros brotes.

Tarea 2:

Empiezas a sospechar que tu móvil no funciona bien porque crees que te dura poco la batería y decides comprobarlo. Cada noche pones el móvil a cargar y a la mañana siguiente, antes de salir de casa para ir al instituto lo desconectas del cargador y lo dejas en tu habitación con la batería completa.

El lunes pasado, cuando llegaste a tu casa del instituto miraste el móvil a la misma hora y tenía un 96% de batería. El martes, volviste a comprobarlo y tenía un 92% de batería. El miércoles, al repetir este "experimento" viste que tenía un 88% de batería y, por último, para corroborar tu teoría, volviste a comprobar la batería el jueves y tenía un 84%.

a) ¿Podrías averiguar qué día de la semana es si tras volver del instituto miras el móvil y le queda un 64% de batería?



b) ¿Cuánto tiempo debe pasar para que al llegar a casa te encuentres el teléfono apagado?

c) Da una fórmula matemática que permita calcular la batería del móvil, conocidos los días que han pasado desde el lunes.

Fuente: Moreno Palma (2023).

Figura S5

Actividades propuestas para aplicar aprendizaje cooperativo en 3º ESO y aprender sucesiones

<p>Alumno: _____ Fecha: _____</p> <p>Tarea 3:</p> <p>La luz de la cocina de tu casa está empezando a fallar, cada vez que le das al interruptor para encender la luz empieza a "parpadear", es decir, se enciende y se apaga durante un tiempo hasta que se mantiene encendida por fin. La primera vez que le das al interruptor para encenderla, la luz "parpadea" 7 veces. La segunda vez que vas a la cocina y le das al interruptor, la luz "parpadea" 12 veces. La tercera y cuarta vez "parpadea" 17 y 22 veces.</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuántas veces parpadeará la luz si pulsas el interruptor 20 veces? Da una fórmula matemática que permita calcular los "parpadeos", conocidas las pulsaciones del interruptor. ¿Podrías averiguar cuántas veces han pulsado el interruptor si "parpadea" 42 veces? <p>Tarea 4:</p> <p>En casa soléis actualizar el ordenador de sobremesa de forma habitual. Cada vez que se actualiza el ordenador de tu casa, necesita completar más pasos para terminar la actualización. Cuando aceptaste la primera actualización del ordenador, necesitó completar 7 pasos y en las dos siguientes actualizaciones, el ordenador completó 13 y 19 pasos respectivamente.</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Podrías averiguar cuántas actualizaciones lleva el ordenador si un día necesita completar 43 pasos? Da una fórmula matemática que permita calcular los pasos a completar, conocidas las actualizaciones. <p>Tarea 5:</p> <p>Cada sábado pones la alarma del despertador en el móvil a las 09:00 para ir a hacer deporte, pero odias levantarse tan temprano así que cada sábado cuando suena la alarma le das varias veces a la opción de "posponer".</p> <p>El sábado pasado, te despertó la alarma a las 09:00, le diste a "posponer" y te dormiste. Volviste a oír a las 09:08 pero le diste de nuevo a "posponer" y otra vez te dormiste. A las 09:16 suena la alarma por tercera vez, pero sigues con mucho sueño y decides "posponer" una vez más hasta que a las 09:24 te levantas al fin.</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuántas veces has pospuesto la alarma si ha sonado pasado 2 horas y 40 minutos desde las 09:00? ¿Podrías calcular cuántas veces has pospuesto la alarma si conoces el número de minutos que han pasado desde las 09:00? Da una fórmula matemática que permita calcular los "posponer", conocidos los minutos que han pasado desde las 09:00. 	<p>Tarea final: Alumno: _____ Fecha: _____</p> <p>Te han regalado la saga de libros de Harry Potter y vas a empezar a leerlos. El primer día te lees 20 páginas y el segundo día 34 páginas. Te está gustando mucho la saga y el tercer día te lees 48 páginas. Te enganchas completamente a la saga y el cuarto día te lees 62 páginas y sigues aumentando el ritmo de lectura de la misma forma.</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Podrías averiguar cuánto tiempo llevas leyendo si un día te lees 104 páginas? ¿Y si te lees 160 páginas? Explica de forma razonada tu respuesta. <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px;"></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px;"></div> </div> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuántas páginas te leerás 31 días después de empezar a leer la saga? Explica razonadamente cómo lo has averiguado. <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: right;">RESPUESTA: <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	<p>Alumno: _____ Fecha: _____</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuánto tiempo llevarías leyendo si un día te lees 272 páginas? Explica razonadamente cómo lo haces. <p style="text-align: right;">RESPUESTA: <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Podrías calcular cuántas páginas te lees cierto día, si sabes la cantidad de días que llevas leyendo? Explica por qué y cómo lo haces. <p style="text-align: right;">RESPUESTA: <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <ol style="list-style-type: none"> Da una fórmula matemática que permita calcular las páginas que lees al día, conocidos los días que han pasado desde que empezaste a leer. <p style="text-align: center;">2</p>
--	---	---

Fuente: Moreno Palma (2023).

ANEXO VI

Figura S6

Enunciados propuestos para aplicar aprendizaje cooperativo en 4º ESO en estadística

<h4>VARIABLES CUALITATIVAS</h4> <p><u>Enunciado</u></p> <p>Una conocida marca de coches ha elaborado un nuevo modelo que va a poner a la venta durante el próximo año. Se requiere saber cuál es el color más demandado por la población para poder llegar al consumidor y ganar cuota de mercado. Por tanto, se habrá realizado un estudio de campo para determinar este dato (ver apartado 6.1), obteniéndose los siguientes datos:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Amarillo</th> <th>Azul</th> <th>Blanco</th> <th>Gris</th> <th>Negro</th> <th>Otros</th> <th>Plata</th> <th>Rojo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coches</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>25</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabla 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> Elabora la tabla de frecuencias completa. Calcula el porcentaje de cada color. Di cuál es la moda. Calcula la media y la varianza. Razona la respuesta. Construye el diagrama de barras de frecuencias absolutas. Construye el diagrama de sectores de frecuencias absolutas. 	Color	Amarillo	Azul	Blanco	Gris	Negro	Otros	Plata	Rojo	Coches	3	5	25	9	11	6	7	4	<h4>VARIABLE CUANTITATIVA CONTINUA</h4> <p><u>Enunciado</u></p> <p>La alcaldesa de nuestro municipio ha lanzado una iniciativa en la cual se quiere instalar unos bancos nuevos para uso y disfrute de todo el pueblo. Para asegurarse que no malgastan el dinero en asientos nada útiles por su poco aforo, deciden realizar un estudio. En él se determinará la longitud de los bancos existentes y el aforo que estos tienen. Se obtienen los siguientes datos:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Longitud de los bancos de la localidad en cm:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>157</td> <td>160</td> <td>163</td> <td>173</td> <td>156</td> </tr> <tr> <td>174</td> <td>159</td> <td>163</td> <td>154</td> <td>168</td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>150</td> <td>161</td> <td>157</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>162</td> <td>155</td> <td>156</td> <td>157</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>157</td> <td>165</td> <td>150</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabla 5.</p> <ol style="list-style-type: none"> Elabora la tabla de frecuencias. Añade a la tabla de frecuencias una columna en la que se indiquen los porcentajes. Halla la media aritmética. Calcula la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación. Construye el histograma de frecuencias absolutas. Construye el diagrama de sectores de frecuencias absolutas. 	Longitud de los bancos de la localidad en cm:					157	160	163	173	156	174	159	163	154	168	160	150	161	157	155	162	155	156	157	170	160	157	165	150	180
Color	Amarillo	Azul	Blanco	Gris	Negro	Otros	Plata	Rojo																																									
Coches	3	5	25	9	11	6	7	4																																									
Longitud de los bancos de la localidad en cm:																																																	
157	160	163	173	156																																													
174	159	163	154	168																																													
160	150	161	157	155																																													
162	155	156	157	170																																													
160	157	165	150	180																																													

<h4>VARIABLE CUANTITATIVA DISCRETA</h4> <p><u>Enunciado:</u></p> <p>Actualmente las nuevas tecnologías ocupan buena parte de nuestro tiempo de ocio, desplazando a un segundo plano otras actividades más beneficiosas como puede ser la lectura. En el instituto se está debatiendo si aplicar un proyecto que fomente la lectura o no es necesario. Para ello, se realiza un estudio en una clase de 4º de Eso sobre la cantidad de libros leídos en el último mes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Cantidad de libros leídos en el último mes por el alumnado de 4º de ESO:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabla 7.</p> <ol style="list-style-type: none"> Obtener la tabla de frecuencias completa. ¿Qué porcentaje existe en la muestra? Indica el porcentaje del alumnado cuya lectura ha sido inferior a 5 libros. Calcula la mediana, la moda y la media. Calcula la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación. Representa las frecuencias en un diagrama de barras. Representa las frecuencias en un diagrama de sectores. 	Cantidad de libros leídos en el último mes por el alumnado de 4º de ESO:						4	3	3	4	4	3	2	4	3	4	3	3	5	4	4	5	3	6	2	4	4	4	3	4	
Cantidad de libros leídos en el último mes por el alumnado de 4º de ESO:																															
4	3	3	4	4	3																										
2	4	3	4	3	3																										
5	4	4	5	3	6																										
2	4	4	4	3	4																										

Fuente: Muñon Capitán *et al.* (2019).

ANEXO VII

Figura S7

Enunciado propuesta para aplicar aprendizaje cooperativo en alumnos de 1º ESO para cálculo numérico y resolución de problemas

Enunciado

Este recorrido fue realizado en una época en la que los medios de navegación eran muy rudimentarios, incómodos e inseguros, por lo que la hazaña de dar la vuelta al mundo parecía una tarea casi imposible. De hecho, originalmente no era ese el objetivo del viaje, sino que los viajeros iban en búsqueda de un paso por mar para cruzar el continente americano y llegar así a la India (dicho paso se localiza actualmente en Panamá). Una vez descubierto el paso, se pretendía llegar a las Islas Molucas, lugar en el que se comerciaba con especias muy cotizadas y siempre realizando el trayecto navegando hacia el oeste.

Fuente: Palacios-Hidalgo y Cimas (2021).