

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

“Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?”.

Propuesta didáctica inclusiva en Biología y
Geología de 4º de la ESO con el uso de la
metodología de Aprendizaje Cooperativo.

Trabajo fin de estudio presentado por:	Miquel Àngel Xifré Salvadó
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Biología y Geología
Director/a:	Patricia de Paz
Fecha:	07 de enero de 2021

Resumen

La sociedad actual está enmarcada en un mundo temporal e inestable, basado en el individualismo y la competencia como factores de desarrollo social. Estas características se ven reflejadas en las aulas del siglo XXI y, en particular, en el ámbito científico, con el uso de métodos tradicionales donde prima la producción individual, que empobrece la enseñanza-aprendizaje y provoca un alto grado de abandono escolar entre los alumnos.

El presente trabajo pretende analizar y afrontar sus consecuencias, como son el fracaso escolar y la exclusión social, desde una perspectiva inclusiva del aula de Biología y Geología en 4º de Educación Secundaria Obligatoria, utilizando la metodología de Aprendizaje Cooperativo, una herramienta capaz de ofrecer interacción positiva y valores de solidaridad y de respeto hacia las diferencias, que favorezcan el propio aprendizaje del alumno. Para ello, se ha planificado la propuesta didáctica “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?” teniendo en cuenta la etapa educativa elegida. Dicha propuesta incluye el diseño de una secuencia didáctica que contiene estructuras de aprendizaje y contenidos que enfocan las ciencias desde una perspectiva cooperativa y contextualizada: fomentando la investigación y experimentación científica a través de la participación, la interacción entre iguales, el consenso, la ayuda mutua y el trabajo en equipo; impulsando la capacidad de resolver, tanto problemas científicos como conflictos sociales; favoreciendo la reflexión y valoración del respeto y la aceptación entorno a la diversidad genética y social; y potenciando el propio aprendizaje mediante la autorregulación.

En conclusión, se pretende que el uso de esta secuencia didáctica sirva como una herramienta eficaz para desarrollar, a través de la genética, un proceso inclusivo en las aulas de Biología y Geología.

Palabras clave: Aprendizaje cooperativo, educación inclusiva, herencia genética, propuesta didáctica, grupos de investigación científica.

Abstract

Present-day society is set in a temporary and unstable world, based on individualism and competition as factors of social development. These characteristics are reflected in the 21st century classrooms and, in particular, in the scientific field, with the use of traditional methods in which individual production prevails, impoverishing teaching-learning and causing a high degree of school dropout among students.

This paper aims to analyse its consequences, such as academic failure and social exclusion, and face them from an inclusive perspective of the Biology and Geology subject in the 4th year of Compulsory Secondary Education using the Cooperative Learning methodology. Cooperative learning has been proved to be a tool which can offer positive interaction and values of solidarity and respect for difference, contributing as a result, to the student's learning. In order to do so, the didactic proposal "Heredity: Why are we different?" has been planned, considering the above-mentioned school year. It includes the design of a didactic sequence that contains learning structures and contents focused on science from a cooperative and contextualized perspective: fostering scientific research and experimentation through participation, peer interaction, consensus, mutual help and teamwork; promoting the ability to solve both scientific problems and social conflicts; fostering the reflection on and appreciation of respect and acceptance around genetic and social diversity; and finally, enhancing one's own learning through self-regulation.

In conclusion, the use of this didactic sequence is intended to serve as an effective tool to develop, through genetics, an inclusive process in the Biology and Geology classroom.

Keywords: Cooperative learning, inclusive education, genetics, heredity, didactic proposal, scientific research groups.

Índice de contenidos

1.	Introducción	1
1.1.	Justificación.....	1
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.3.	Objetivos	5
1.3.1.	Objetivo general	5
1.3.2.	Objetivos específicos	5
2.	Marco teórico.....	6
2.1.	Educación inclusiva y aprendizaje cooperativo	6
2.2.	El concepto de aprendizaje cooperativo	7
2.3.	Principales factores negativos a la hora de implementar el aprendizaje cooperativo en el aula.....	9
2.4.	Los elementos del aprendizaje cooperativo	13
2.4.1.	P. <i>Positive Interdependence</i> o Interdependencia Positiva	13
2.4.2.	I. <i>Individual Responsibility</i> o Responsabilidad Individual	13
2.4.3.	E. <i>Equitable Participation</i> o Participación Equitativa	14
2.4.4.	S. <i>Simultaneous Interaction</i> o Interacción simultánea.....	15
2.4.5.	Otros principios del aprendizaje cooperativo	15
2.5.	Proceso de implementación del aprendizaje cooperativo en el aula	16
2.5.1.	Generar un buen clima en el aula y cohesionar el grupo clase.....	16
2.5.2.	Formación de equipos base.....	17
2.5.3.	Funcionamiento y organización interna de los equipos.....	20
2.5.4.	El Rol del docente	21
2.5.5.	Tipos de estructuras cooperativas	22
2.5.6.	Evaluación del aprendizaje cooperativo.....	24

3.	Propuesta de intervención	27
3.1.	Presentación de la propuesta	27
3.2.	Contextualización de la propuesta	27
3.3.	Intervención en el aula	29
3.3.1.	Objetivos.....	29
3.3.2.	Competencias	30
3.3.3.	Contenidos.....	33
3.3.4.	Metodología y atención a la diversidad	34
3.3.5.	Cronograma y secuenciación de actividades	38
3.3.6.	Recursos.....	47
3.3.7.	Evaluación.....	47
3.4.	Evaluación de la propuesta	50
4.	Conclusiones.....	52
5.	Limitaciones y prospectiva	55
	Referencias bibliográficas.....	57
Anexo A.	Actividades cooperativas	62
Anexo B.	Técnica cooperativa	67
Anexo C.	Coevaluación grupal, individual y autoevaluación.....	69
Anexo D.	Rúbrica de evaluación del aprendizaje cooperativo	73
Anexo E.	Rúbrica de evaluación continua	74

Índice de figuras

Figura 1.1. Evolución del abandono educativo temprano en España y en la U.E. Informe PISA	3
Figura 1.2. Distribución del alumnado con necesidad específica de apoyo educativo según tipo de necesidad. Curso 2017-2018	4
Figura 2.1. Mapa conceptual sobre el Aprendizaje Cooperativo.	9
Figura 2.2. Elementos del Aprendizaje Cooperativo	16
Figura 2.2. Rol del docente	22
Figura A.C.1. Dial de coevaluación individual por alumno del aprendizaje cooperativo.....	70
Figura A.C.2. Dial de coevaluación individual por alumno del aprendizaje cooperativo.....	71

Índice de tablas

Tabla 2.1. Distribución de roles	20
Tabla 2.2. Secuencia de actividades de aprendizaje cooperativo.....	23
Tabla 3.1. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.....	34
Tabla 3.2. Cronograma y resumen de la secuencia didáctica “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?”	38
Tabla 3.3. Descripción de la sesión de intervención 1.	39
Tabla 3.4. Descripción de la sesión de intervención 2.	40
Tabla 3.5. Descripción de la sesión de intervención 3	42
Tabla 3.6. Descripción de la sesión de intervención 4	43
Tabla 3.7. Descripción de la sesión de intervención 5	43
Tabla 3.8. Descripción de la sesión de intervención 6.	44
Tabla 3.9. Descripción de la sesión de intervención 7	45
Tabla 3.10. Descripción de la sesión de intervención 8.	46
Tabla 3.11. Ejemplo de cálculos para la obtención de las calificaciones finales.....	48
Tabla 3.12. Autoevaluación del docente al finalizar la unidad.....	51
Tabla 3.13. Matriz DAFO sobre la propuesta de intervención	52
Tabla A.A.1. Material para los problemas de genética mendeliana de la sesión 3.....	64
Tabla A.C.1. Evaluación del póster científico y la presentación oral.....	69
Tabla A.C.2. Coevaluación individual del aprendizaje cooperativo	70
Tabla A.C.3. Coevaluación por equipos del aprendizaje cooperativo.....	71
Tabla A.C.4. Autoevaluación individual. <i>Checklist</i>	72
Tabla A.D.1. Rúbrica de evaluación del aprendizaje cooperativo en una actividad.. ..	73
Tabla A.E.1. Rúbrica de evaluación final de la unidad “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?”	74

1. Introducción

1.1. Justificación

La cooperación, la colaboración y la asociación son conceptos que están fuertemente vinculados a la supervivencia y evolución de una gran variedad de especies. Todos pensamos en las hormigas y las abejas como ejemplos claros de esta colaboración entre individuos de la misma especie. Otra forma de colaboración que se puede tener en mente es la simbiosis, el asociacionismo entre dos especies diferentes para asegurar su supervivencia y que, por lo tanto, coevolucionen. Casos conocidos de especies con este tipo de colaboración son micorrizas y plantas, o polinizadores y plantas con flor. No obstante, el ser humano, durante un largo periodo de tiempo, ha desarrollado diversas hipótesis evolutivas que giran en torno a una selección natural de individuos mediante la competencia por recursos y territorio (Darwin, 1859), obviando la influencia que tiene la cooperación entre individuos y especies durante su evolución. Gracias a investigaciones científicas como las llevadas a cabo, por ejemplo, por Margulis (1998) o Miles y Lovelock (1989), hoy en día existen otros puntos de vista que ayudan a comprender la evolución, como por ejemplo, que esta forma parte de una simbiosis, una reconstrucción de algo nuevo, donde nadie gana ni pierde (Lynn Margulis, extraído de Martínez Pulido, 2014).

Por lo referente a la evolución o progreso social de la especie humana y la relación que guarda con el concepto de cooperación, podríamos deducir que, sin cooperación entre iguales, en la prehistoria el ser humano no hubiese podido cazar, ni cultivar, ni construir poblados, ni, posteriormente, construir civilizaciones; por lo que su evolución como especie seguramente sería muy distinta a la actual. En contra del concepto de progreso social tradicional, en el que se parte del salvajismo y la barbarie en la prehistoria a las nuevas civilizaciones (Morgan, 1881), varios estudios remarcan que la cooperación fue uno de los principales pilares en la sociedad prehistórica (Boehm, 2008). Otro detalle a tener en cuenta es la alta cantidad de proverbios antiguos de diferentes culturas que remarcan la importancia del trabajo en equipo y la cooperación desde tiempos antiguos: “Si quieres llegar rápido, camina solo. Si quieres llegar lejos, camina en grupo” (proverbio africano). “No vayas detrás de mí, tal vez yo no sepa liderar. No vayas delante, tal vez yo no quiera seguirte. Ven a mi lado para poder caminar juntos” (proverbio *Ute*)”.

Es lógico pensar que el futuro del ser humano estará influenciado por las prácticas cooperativas y de asociacionismo que se generen, tanto entre individuos como dentro de su entorno. Por lo tanto, si entendemos que la educación primaria y secundaria formal que se imparte actualmente puede incidir en la sociedad del futuro, es imprescindible incluir dentro del sistema educativo metodologías de aprendizaje que fomenten estos valores.

Si nos centramos, a groso modo, en las interrelaciones sociales actuales y sus individuos, “su objetivo ya no es conseguir una sociedad mejor, sino mejorar la propia posición individual dentro de esa sociedad” (Bauman, 2017, p. 16). Donde el concepto de solidaridad “se le antoja al ingenuo, al incrédulo, al insensato y al frívolo una especie de trampa traicionera” (Bauman, 2017, p. 90). Se vive en un mundo líquido, un mundo temporal e inestable, basado en un individualismo donde lo nuevo enseguida pasa a ser viejo, y en el que esta inestabilidad genera ansiedad en la sociedad (Bauman, 2007). Los principios del individualismo, la gran producción y la competitividad social vienen reflejándose en las aulas educativas debido al modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje donde el docente es un mero comunicador del contenido y los alumnos son evaluados y premiados en tanto como individuos y no como miembros de un grupo. Interactúan e intercambian información, pero no están motivados a enseñar lo que saben al resto de compañeros (Johnson et al., 1999). Estos principios y el uso de métodos tradicionales han generado una serie de problemas en la enseñanza que se han de solucionar. La desmotivación del alumnado y el desinterés suscitado por las ciencias (Furió, 2006) afectan el rendimiento académico del alumnado y provocan un alto abandono escolar (Ministerio de Educación C. y D., 2019).

1.2. Planteamiento del problema

Si nos centramos en el sistema educativo español y, más concretamente, en las ciencias, nos encontramos con una desmotivación del alumnado que viene determinada por distintas causas. Furió (2006) y Solbes et al. (2007) observaron que los estudiantes sienten desinterés y falta de motivación por el aprendizaje de las ciencias debido a la descontextualización de esta con la sociedad y su entorno, así como a métodos aburridos y poco participativos de enseñanza aplicados por los profesores. Otros puntos a tener en cuenta son la falta de confianza en el éxito cuando son evaluados y la escasez de actividades prácticas.

Este desinterés influye en el rendimiento académico y el abandono escolar existente en el sistema educativo español. Si observamos la *Figura 1.1*, en el año 2019 el abandono temprano en la educación y la formación en España se situaba en el 17,3 %. Aunque se observe un descenso considerable en los últimos 10 años (-13 %), el porcentaje de abandono escolar sigue siendo muy superior a la media de la Unión Europea (10,3 %) (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020a).

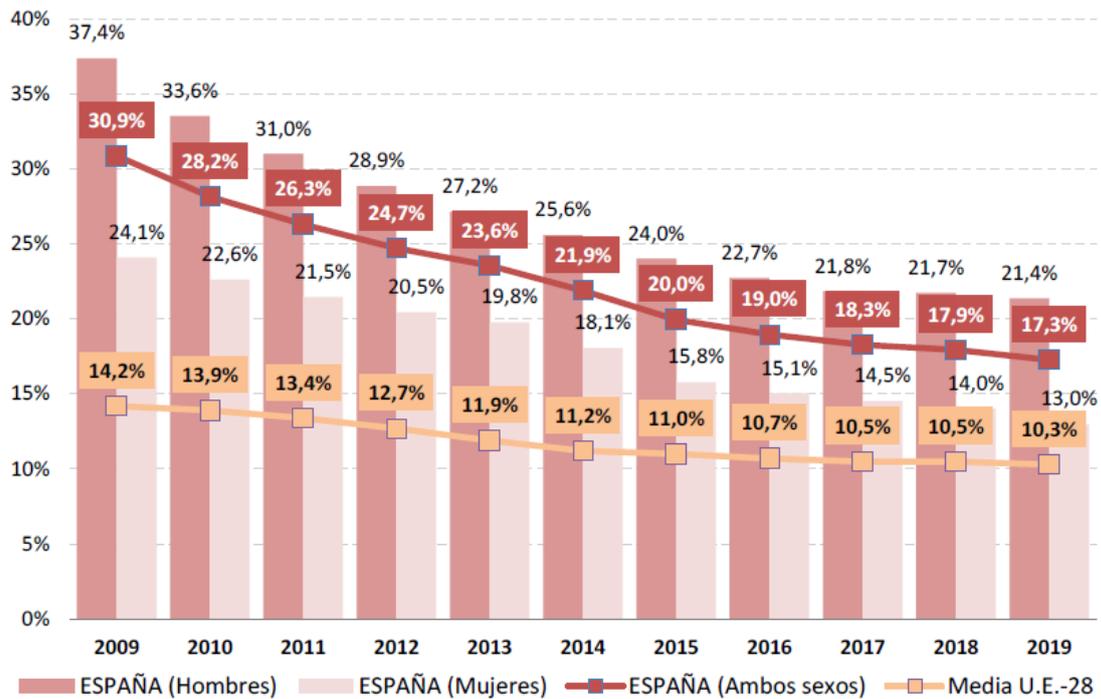


Figura 1.1. Evolución del abandono educativo temprano en España y en la U.E. Informe PISA. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020a, p. 3).

Centrándonos en el rendimiento escolar en ciencias, el informe PISA 2018 (*Programme for International Student Assessment*) realizó una evaluación en la que se pretende medir la capacidad de los estudiantes para participar en cuestiones relacionadas con la ciencia y con sus ideas, puesto que estas prácticas requieren del conocimiento de conceptos y procesos metodológicos habituales utilizados en la ciencia. Los resultados obtenidos constatan que la puntuación media del alumnado en España (483) es inferior a la media de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (489) y que esta puntuación disminuye progresivamente desde 2012 (Ministerio de Educación C. y D., 2019).

Otros factores a destacar, con especial atención a la Comunidad Autónoma de Catalunya, son: la alta desigualdad (295 puntos de diferencia) que existe entre los estudiantes de mayor y

menor rendimiento; un elevado porcentaje de estudiantes inmigrantes (14 %) que acostumbra a tener un rendimiento académico en ciencias inferior al de los estudiantes nativos (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020a); y un elevado porcentaje de estudiantes de secundaria que necesitan apoyo educativo (10,1 % del total de alumnos en el Estado Español, véase *Figura 1.2.*) (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020b). Estos datos demuestran la alta heterogeneidad a nivel académico, cultural y social que existe en las aulas del sistema educativo catalán. Una posible solución es la implantación de metodologías de aprendizaje cooperativas, ya que, según Pujolàs (2012), la mejor manera de fomentar una escuela inclusiva, es mediante la cooperación, colaboración y ayuda mutua entre alumnos “diferentes” para alcanzar unos objetivos comunes.

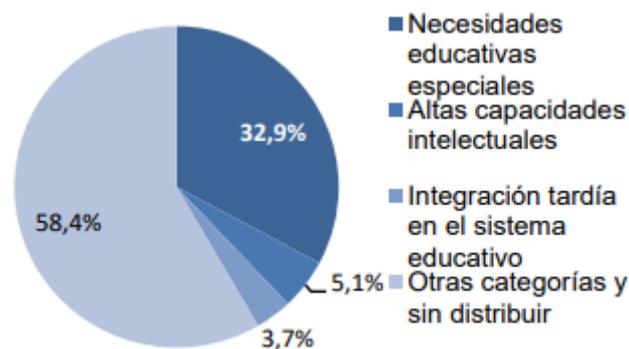


Figura 1.2. Distribución del alumnado con necesidad específica de apoyo educativo según tipo de necesidad. Curso 2017-2018. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional, (2020b, p. 34).

En contrapartida, cabe mencionar que no todas las ciencias se perciben de la misma manera, como es el caso de la Biología y la Medicina, que tienen una mayor aceptación entre los estudiantes (Furió, 2006). En un estudio de Robles et al. (2015) realizado a estudiantes de 1º y 2º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en el que tenían que valorar las asignaturas otorgándoles una puntuación de 4 (máxima puntuación) a 0 (menor puntuación), se observa como encuentran la asignatura de Ciencias Naturales bastante interesante (3,35), útil (3,21) y divertida (3,00); pero menos práctica (2,41) que otras asignaturas como las matemáticas (3,02). Se puede concluir que, aunque los alumnos creen que se debería fomentar más las prácticas experimentales, tienen una buena concepción de esta asignatura durante el primer ciclo de la ESO; motivo por el cual puede verse aumentado su aprendizaje si se utilizaran metodologías más innovadoras, como la que este TFM propone. Otro punto que remarca el estudio de Robles et al. (2015) y que pretende solventar el presente trabajo es que los alumnos

prefieren unas clases de ciencias con una metodología que difiera a la tradicional, con más salidas y excursiones, que se trabaje en equipos, con más participación, que se utilicen las nuevas tecnologías y que se realicen experiencias o proyectos científicos de interés.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El principal objetivo de este Trabajo de Final de Máster es el de elaborar una propuesta de intervención en la que se trabaje el contenido de genética mendeliana de 4º de la ESO utilizando la metodología de aprendizaje cooperativo, con el fin de solventar la falta de motivación, la atención a la diversidad, la holgazanería social, el individualismo social y la competencia educativa entre el alumnado.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y actuar sobre las principales causas que provocan la falta de motivación de los alumnos hacia las ciencias y el efecto en su rendimiento académico.
- Investigar y reflexionar sobre los elementos necesarios para aplicar el aprendizaje cooperativo en el alumnado de 4º de la ESO.
- Identificar y analizar los principales problemas que se encuentran a la hora de aplicar la metodología de aprendizaje cooperativo.
- Obtener, por parte de los alumnos, interés por la genética, mediante la contextualización de la investigación y experimentación científica, la resolución de problemas y los debates reflexivos.
- Fomentar el aprendizaje de los alumnos y potenciar la participación en grupos de investigación científicos.
- Atender y potenciar la diversidad con el uso del aprendizaje cooperativo y la genética como herramientas inclusivas.
- Planificar estrategias e instrumentos de enseñanza-aprendizaje que fomenten y potencien habilidades de cooperación, de reflexión y de autorregulación.

2. Marco teórico

Este apartado pretende profundizar en los aspectos más relevantes a tener en cuenta cuando se utiliza la metodología didáctica de aprendizaje cooperativo en las aulas. En primer lugar, se remarca la importancia de esta metodología como camino a seguir hacia una educación inclusiva. Posteriormente, se describe el concepto, las consecuencias negativas de su implementación y los elementos o principios que lo conforman. Para finalizar, se realiza una investigación exhausta sobre el proceso a seguir en su implementación en las aulas.

2.1. Educación inclusiva y aprendizaje cooperativo

El concepto de educación inclusiva se puede describir como un proceso mediante el cual se aborda la diversidad de necesidades de todos los alumnos, con una mayor participación, tanto en su aprendizaje, como en actividades culturales y comunitarias, así como con una reducción de la exclusión, tanto educativa como social. Su objetivo es obtener respuestas eficaces a las variadas necesidades de aprendizaje en entornos formales y no formales. Su propósito es permitir que todos los actores involucrados en la educación no perciban la diversidad como un problema, sino como una solución, y se sientan cómodos ante ella (UNESCO, 2005).

La inclusión busca la presencia, la participación y el éxito de todos los estudiantes, poniendo especial énfasis en los grupos de alumnos que están en riesgo de exclusión, marginalización o fracaso escolar. Se entiende como presencia el lugar donde son educados y su asistencia; como participación, la calidad de sus experiencias, que incluye la opinión del alumnado y su bienestar personal y social; y como éxito, los resultados de su aprendizaje (Echeita y Ainscow, 2011). Esta enseñanza inclusiva requiere de profesores que reconozcan las diversas experiencias y capacidades de cada alumno y que comprendan que su aprendizaje es ilimitado (UNESCO, 2020a). No obstante, una educación inclusiva necesita de la participación de toda la comunidad educativa en la toma de decisiones, más allá de las estrategias planificadas por los docentes (Echeita y Ainscow, 2011).

La construcción de una educación inclusiva se caracteriza, en mayor medida, por un cambio metodológico en el que se fomente la colaboración entre directivos, docentes, personal, alumnos y padres. El enfoque integrador alienta la participación, basada en la interacción y el diálogo y un sentido de pertenencia de la comunidad a su centro educativo. Planificar

cuidadosamente e impartir una educación inclusiva pueden producir mejoras en el ámbito académico, en el desarrollo social y emocional, en la autoestima y aceptación entre alumnos. El informe PISA de 2015 observó que los alumnos que interactuaban positivamente y no se sentían amenazados o excluidos mostraban más habilidades de colaboración para resolver problemas, sin importar su estatus socioeconómico (UNESCO, 2020b).

A nivel de centro y aula, una de las mejores metodologías didácticas para trabajar el aprendizaje entorno a la interacción y el diálogo es el aprendizaje cooperativo. Aprender a planificar, debatir, razonar, organizar, respetar, negociar y buscar el bienestar común individual y colectivo son aptitudes y habilidades que se desarrollan en un ambiente de trabajo interactivo de cooperación (Lata Doporto y Castro Rodríguez, 2016). Por lo tanto, el aprendizaje de alumnos con diferentes capacidades, intereses, motivaciones, origen social, cultural o lingüístico se desarrolla con mayor éxito en clases organizadas cooperativamente, en las que la colaboración y la cooperación son la base para alcanzar sus objetivos y progresar en su aprendizaje (Pujolàs et al., 2014). Por otra parte, no puede existir cooperación sin una educación inclusiva, ya que valores tan arraigados al trabajo cooperativo como son la solidaridad y el respeto hacia las diferencias quedarían al margen en una educación que excluye a los alumnos considerados “diferentes” (Pujolàs, 2012).

Este TFM, para abordar, entre otros parámetros, la inclusión y la atención a la diversidad, se focaliza únicamente en el uso de la metodología de Aprendizaje Cooperativo. No obstante, es importante destacar que, el enriquecimiento de educar desde una perspectiva inclusiva no solamente incluye trabajar con metodologías didácticas cooperativas; ya que utilizando únicamente esta metodología no se facilita a los alumnos la diversidad de experiencias ni la necesidad de aprender, interactuar y trabajar de distintas formas (Lata Doporto y Castro Rodríguez, 2016). Por lo que se recomienda diversificar las metodologías durante el transcurso del curso escolar en el que se aplique esta propuesta didáctica.

2.2. El concepto de aprendizaje cooperativo

Se podría definir el concepto de aprendizaje cooperativo como la metodología didáctica basada en el trabajo en equipo del alumnado en grupos reducidos y heterogéneos, con la finalidad de desarrollar una interacción positiva entre ellos y, a su vez, aprender los contenidos

curriculares, potenciando al máximo sus capacidades y aprendiendo a cooperar (Pujolàs, 2008).

Mediante el aprendizaje cooperativo se pretende que el alumno pase a ser el constructor de su propio aprendizaje y ayudante del aprendizaje de sus compañeros, con el profesor como guía y dinamizador. Se ha demostrado que esta metodología proporciona a los estudiantes: interrelaciones sociales, mediante las cuales aprenden a comunicarse, a negociar y a resolver conflictos; participación activa en el aprendizaje; un mayor crecimiento personal y académico, con la mejora de estrategias cognitivas y de procesamiento de la información; y una mayor satisfacción con respecto a su educación, es decir, una mejora de su motivación intrínseca (Barkley et al., 2012). Además, la creación de grupos heterogéneos beneficia la integración e inclusión social (Moliner García, 2008).

Por otro lado, este trabajo pretende incidir y solventar los posibles efectos secundarios negativos de trabajar en equipo, como la holgazanería social, el individualismo social y la competencia educativa. Según Johnson et al. (1999), varias investigaciones demuestran que, con el aprendizaje cooperativo, en comparación con métodos competitivos e individualistas, los alumnos obtienen los siguientes resultados:

- Un mayor esfuerzo por lograr los objetivos: incluyendo, entre otros, un mayor rendimiento y productividad, una mejor retención a largo plazo y un aumento de la motivación intrínseca.
- Una mejora de las relaciones positivas entre el alumnado, al fomentar el espíritu de equipo, la cohesión, la solidaridad, el respaldo personal y escolar y la valoración de la diversidad.
- Una mejora de la salud mental, fortaleciendo el yo, el desarrollo social, la integración, la autoestima, la capacidad de resolver problemas y el sentido de la propia identidad.

Los elementos necesarios para que se desarrolle el aprendizaje cooperativo en las aulas son: la interdependencia positiva, la interacción estimuladora (esfuerzo para obtener mejor rendimiento, relaciones positivas entre alumnos y una mejora en la salud mental), la participación equitativa, el desarrollo de habilidades sociales (comunicación, escucha activa, disposición para motivar al compañero, etc.), la responsabilidad individual y grupal, y la evaluación grupal (Johnson et al., 1999; Kagan, 2001).

Para adquirir estos elementos en el aula, es importante preparar previamente a los alumnos, fomentando un buen clima, una buena cohesión (eficacia del trabajo en equipo, mejora de relaciones personales y participación equitativa) y un respeto hacia las diferencias (a nivel de aula) (López et al., 2016).

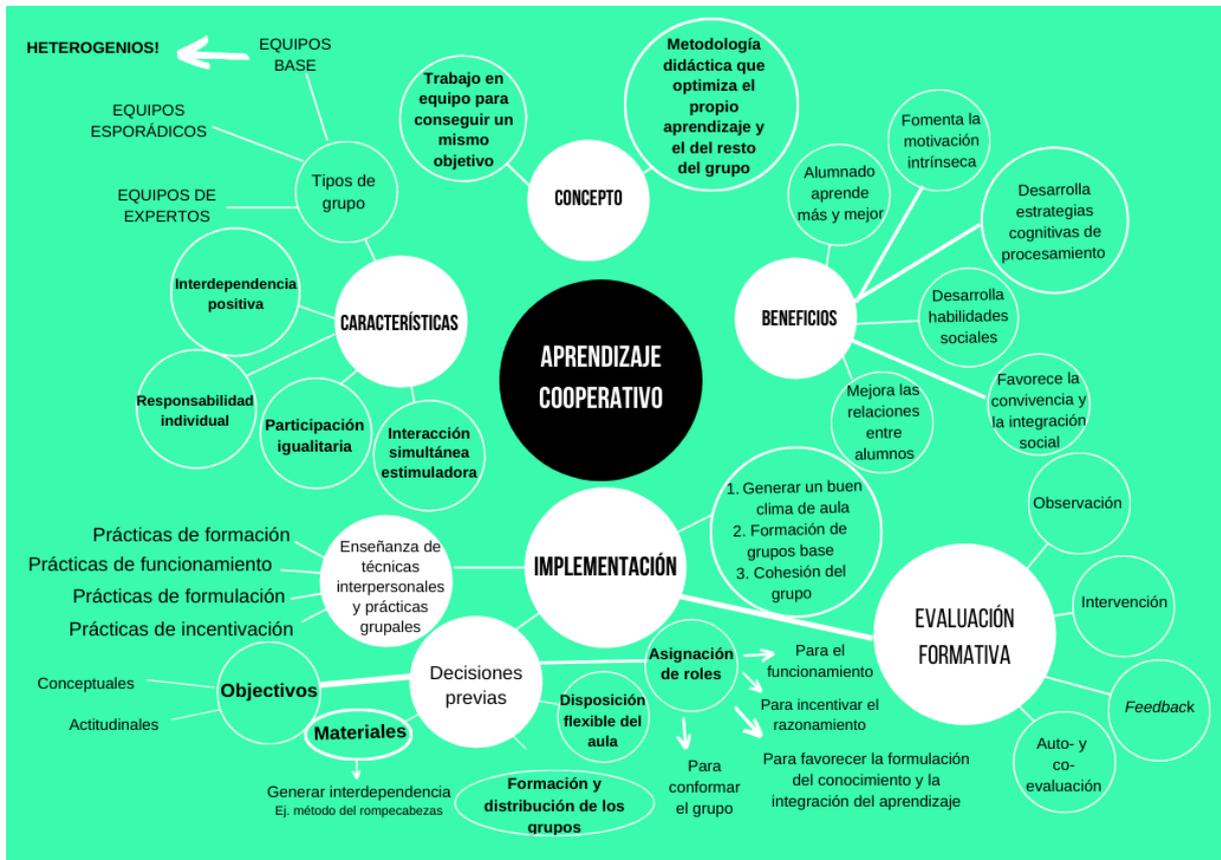


Figura 2.1. Mapa conceptual sobre el Aprendizaje Cooperativo. Fuente: elaboración propia a partir de Johnson et al. (1999); López et al. (2014); Pujolàs et al. (2014).

2.3. Principales factores negativos a la hora de implementar el aprendizaje cooperativo en el aula

Pujolàs (2008) estructura alrededor de nueve ideas clave el aprendizaje cooperativo, atendiendo a nueve problemáticas que surgen a la hora de trabajar de forma cooperativa:

1. Todavía existen muchas escuelas ordinarias para alumnos “corrientes” y escuelas especiales para alumnos con necesidades de atención especiales. Muchos centros incluyen estos alumnos, pero los aíslan en clases separadas del resto de alumnos, entendiendo que el aprendizaje de todos ellos mejorará. Existe una demanda de muchas

familias de hijos con atención especial que piden el derecho a tener una educación igualitaria. La primera idea clave que se presenta es que:

Las escuelas con una orientación inclusiva representan el medio más eficaz para combatir las actitudes discriminatorias, crear comunidades de acogida, construir una sociedad inclusiva y lograr la educación para todos (Pujolàs, 2008, p. 19).

Así pues, tal y como se ha comentado en el capítulo 2.1. *Educación inclusiva y Aprendizaje Cooperativo* del presente trabajo, el único modo de atender la heterogeneidad de los grupos es la introducción de una estructura cooperativa.

2. La idea de juntar de la forma más homogénea posible a los alumnos se utiliza para facilitar una pedagogía más simple, ignorando la diversidad que sigue existiendo dentro del aula. Se extiende esta idea por la facilidad de aplicación en el aula y su, presuntamente, mayor eficacia en el aprendizaje. No obstante, los alumnos más desfavorecidos dentro de cada grupo homogéneo se autoconvencen a sí mismos como sujetos incapaces de aprender. Por lo tanto, hay que hacer frente a esta situación de forma compleja, entendiendo:

La heterogeneidad como algo inherente a la naturaleza humana. Pretender combatirla, anularla e, incluso, reducirla, es inútil. Es más útil buscar la forma de gestionar la heterogeneidad, en lugar de pretender una homogeneidad imposible (Pujolàs, 2008, p. 43).

3. El concepto de aprendizaje cooperativo como meramente una metodología que se puede utilizar en un momento dado para trabajar la solidaridad y la cooperación llega a ser erróneo. Gran parte de los docentes entiende que es otro recurso para enseñar a los alumnos y que no se debe abusar de él, ya que se corre el riesgo de que los alumnos confíen en el trabajo realizado por sus compañeros y no se esfuercen lo suficiente; por lo que anula el trabajo individual. No obstante:

El aprendizaje cooperativo no es simplemente un recurso que puede utilizarse, o no, en función de lo que enseñamos o pretendemos conseguir, sin cambiar la estructura fundamental del aprendizaje. El aprendizaje cooperativo forma parte de esta estructura fundamental, e introducirlo en el aula supone hacer cambios substanciales en ella (Pujolàs, 2008, p. 92).

4. La percepción de la dificultad de aplicar el aprendizaje cooperativo en el aula: los alumnos motivados o con alto rendimiento prefieren trabajar de forma individual, y los que no quieren aprender, no van a cambiar. Además, la sociedad actual, competitiva e

individualista, contribuye a que los alumnos perciban como una anomalía la ayuda mutua y la cooperación entre ellos. Así pues:

Para poder trabajar en equipo dentro de la clase – igual que aprender, en general-, para que los alumnos y alumnas estén dispuestos a ayudar a la hora de aprender, es muy importante que el «clima» del aula sea favorable y que el grupo esté mínimamente cohesionado. La cohesión del grupo es una condición necesaria, pero no suficiente, para estructurar la actividad de forma cooperativa. (Pujolàs, 2008, p. 116).

Varios estudios remarcan que mediante la cohesión del grupo y el trabajo cooperativo, los alumnos obtienen mayor crecimiento personal y académico y mejora su motivación intrínseca (Barkley et al., 2012).

5. Cuando los docentes intentan trabajar en equipos cooperativos, se encuentran con la frustración de que pocos grupos funcionan. Si el docente deja que el alumnado haga los grupos y que la consigna sea que lo hagan entre todos, trabajando en equipo, sin especificaciones ni estructuras cooperativas previamente planificadas, provoca que cada alumno trabaje, si es que quiere, individualmente y a su manera. Por lo tanto:

La simple consigna de que los escolares deben hacer algo, no solos, sino en equipo, no es suficiente. Las estructuras cooperativas aseguran la interacción entre los estudiantes en el trabajo en equipo (Pujolàs, 2008, p. 142).

Kagan (2013) es uno de los autores que ha trabajado más estas estructuras, con el fin de potencializar y consolidar el aprendizaje cooperativo en las aulas. En el capítulo 2.2.2. *Elementos del aprendizaje cooperativo* del presente trabajo se explica el uso de las estructuras cooperativas para fomentar la que el autor denomina *Equitative Participation*.

6. La dificultad que implica trabajar en equipo y tener las cualidades específicas para desenvolverse adecuadamente. Algunos profesores constatan que hay alumnos que no saben trabajar en grupos reducidos y es mejor que trabajen ocasionalmente de este modo. No obstante, si no se le enseña a cooperar, este alumno nunca va a aprenderlo. Es por esto que hay que explicar, de forma continuada, en qué consiste, enseñarles como organizarse, darles oportunidades para que se autoevalúen.

Para enseñar de forma sistémica a trabajar en equipo hay que hacer algo más que trabajar en equipo. El trabajo en equipo no sólo es un recurso para enseñar, sino también un contenido más que los escolares deben aprender (Pujolàs, 2008, p. 164).

7. Se piensa que, por falta de tiempo, las clases de las distintas materias se deben dedicar solamente a impartir el contenido de estas y que las habilidades sociales deben abordarse en las horas de tutoría. Esta costumbre provoca que los alumnos no puedan practicar durante el resto de la semana las habilidades sociales y comunicativas abordadas en tutoría, ya que la estructura individualista de las otras clases les impide su desarrollo. Por ello:

Trabajando en equipo dentro de la clase se aprenden muchas más cosas de las que inicialmente pretendemos enseñar: no sólo se desarrollan habilidades relacionadas con la competencia social y ciudadana, en general, y el trabajo en equipo, en particular, sino muchas otras relaciones con las competencias comunicativas y metodológicas (Pujolàs, 2008, p. 196).

8. Uno de los elementos esenciales para el proceso de aprendizaje es generar un clima adecuado. Para que el docente pueda impartir eficazmente y que los alumnos aprendan, el clima necesario implica el silencio, la concentración de los alumnos, etc. Si, por el contrario, los alumnos hablan o forman grupos, es posible que algunos alumnos no desarrollen su aprendizaje. Así pues:

Los equipos cooperativos favorecen el aprendizaje de todo el alumnado y el desarrollo integral de todas sus capacidades. Pero que el aprendizaje cooperativo sea efectivo depende de la cantidad de tiempo que los alumnos trabajen en equipo y de la calidad de dicho trabajo. (Pujolàs (2008 p. 227)

Pujolàs (2008) recomienda que, en una sesión, la cantidad de tiempo dedicado a que los alumnos sean fundamentalmente los protagonistas (resolver problemas, leer, realicen actividades, etc.) debe ser, como mínimo, el 40% de la clase y que, en este período, el 60% o más debería trabajarse cooperativamente. Respecto a la calidad, hay que observar y evaluar constantemente el “grado de cooperatividad” del equipo y el grupo clase, es decir, analizar los elementos fundamentales descritos en el apartado 2.4. *Elementos del aprendizaje cooperativo*: la interdependencia positiva de finalidades, roles y tareas; la interacción simultánea; las habilidades sociales del trabajo en equipo; y la autoevaluación del equipo y la toma de decisiones para su mejora.

9. Una vez los profesores han planificado las actividades cooperativas y han intentado llevarlas a cabo, se encuentran con más dificultades de las previstas: requiere de más trabajo, supone mayor tiempo de aprendizaje para el docente y el alumno, pierde su eficacia si el centro o los demás docentes no trabajan con la misma metodología, no hay

suficientes recursos didácticos cooperativos, etc. No obstante, hay que reflexionar constantemente en la finalidad de la educación y qué objetivos pretende alcanzar:

El trabajo en equipos cooperativos es un marco ideal para aprender a dialogar, a convivir y a ser solidario. Si descubrimos esto y lo constatamos en la práctica docente, seguramente seremos más persistentes y constantes a la hora de estructurar de forma cooperativa el aprendizaje en el aula, a pesar de las dificultades y problemas que conlleva (Pujolàs, 2008, p. 250).

Como conclusión, estas nueve problemáticas tienen posibles soluciones: cambiar la actitud y formación del profesorado, a la vez que se modifican las estructuras tradicionales, instaurando o favoreciendo nuevos elementos de aprendizaje en el aula. En los siguientes apartados se van describiendo estas soluciones.

2.4. Los elementos del aprendizaje cooperativo

Según Kagan (2001), basándose en el trabajo de Johnson et al. (1999), las características o principios necesarios para que se desarrolle un correcto Aprendizaje Cooperativo en el aula son las nombradas PIES (véase *Figura 2.2.*):

2.4.1. P. *Positive Interdependence* o Interdependencia Positiva

La interdependencia positiva es el principal principio del aprendizaje cooperativo. El docente propone una actividad o proyecto con un objetivo grupal y los alumnos deben de trabajar entre ellos para alcanzarlo con éxito. La percepción que tienen los alumnos de que es necesario trabajar en equipo para lograr el objetivo común es la interdependencia positiva. Así pues, cada alumno debe de tener claro que el esfuerzo dedicado no solamente beneficiará al alumno en cuestión sino también al conjunto del equipo. Esta percepción es básicamente la creación de un compromiso de trabajo con los demás miembros del grupo que favorecerá la cooperación entre ellos y el éxito común (Johnson et al., 1999).

2.4.2. I. *Individual Responsibility* o Responsabilidad Individual

La responsabilidad individual consiste en la asignación y repartición de tareas y responsabilidades dentro del grupo, es decir, cada alumno debe tener asignado un papel dentro de él y hacerse cargo del trabajo y la responsabilidad que conlleva. Es necesario que cada alumno se implique, según sus capacidades, en el trabajo individual y colectivo para alcanzar un objetivo común. La repartición de tareas otorga una responsabilidad individual al

alumno que ayuda al docente a observar si existe una participación igualitaria en el grupo. De este modo se intenta evitar la holgazanería del alumno y su falta de implicación; situación que aparece comúnmente cuando se trabaja en grupo (López et al., 2014).

Cada miembro debe estar capacitado para evaluar el esfuerzo de los otros miembros y el progreso que sigue el equipo para alcanzar sus objetivos. Una vez realizado este análisis, deben saber compartir sus evaluaciones para poder determinar las fortalezas y debilidades del grupo y corregir o mejorar sus acciones con el objetivo de finalizar la tarea en cuestión. Con ello, se pretende que los alumnos identifiquen y respalden a los individuos con menos capacidades y se fortalezca el aprendizaje, tanto individual como colectivo (Johnson et al., 1999).

2.4.3. E. *Equitable Participation* o Participación Equitativa

Cuando se trabaja en grupos no estructurados o se realiza una interacción por parejas, la participación acostumbra a ser desigual y los alumnos que podrían aprender y mejorar en su interacción social son los que menos participan (Kagan, 2001). Alumnos tímidos, con trastornos del espectro autista (TEA), con problemas psicolingüísticos o con dificultades específicas de aprendizaje son ejemplos de alumnos que participarían poco en grupos no estructurados, y la potencialidad de mejorar la expresión oral y la interacción entre iguales se vería reducida.

Esta desventaja es parte de la razón por la que Kagan (2001) propone estructuras cooperativas que fomentan una participación más igualitaria. No obstante, estas estructuras no garantizan que exista una participación igualitaria, ya que los estudiantes tienen diferentes cualidades y, en consecuencia, su contribución variará. Sin embargo, si se utilizan en el momento y la forma adecuada, el docente podrá favorecer una participación más equitativa. Ejemplos de estas estructuras se encuentran en el apartado 2.5.5 *Tipos de estructuras cooperativas*.

En todas ellas, todos los miembros del equipo deben tener claro que comparten los mismos derechos y las mismas oportunidades en cuanto al tiempo asignado y el turno de participación. Además, deben responsabilizarse y comprometerse por igual para alcanzar los mismos objetivos. El éxito para alcanzar estos objetivos y finalizar la tarea adecuadamente depende por completo de una participación equitativa (López et al., 2014).

2.4.4. S. *Simultaneous Interaction* o Interacción simultánea

Los alumnos fomentan su aprendizaje mediante ayuda, asistencia, petición y soporte entre ellos. El resultado de esta interacción desarrolla procesos cognitivos tales como el aprendizaje de conceptos, la expresión oral, la resolución y explicación de problemas, el razonamiento y la extracción de conclusiones, etc. (Johnson y Johnson, 2019). Se entiende por interacción simultánea la proporción de alumnos comprometidos con el trabajo y su aprendizaje en un instante determinado (Kagan, 2001). Esto implica que los alumnos estén conectados e implicados con el trabajo y que nadie se quede sin hacer nada (López et al., 2014). Para que se cumplan estas expectativas, es recomendable que el equipo esté compuesto por cuatro miembros, ya que en equipos impares la probabilidad de que el tercero o el quinto miembro no interactúe de forma equitativa es elevada. Además, la combinación con el trabajo en parejas dentro del grupo duplica la participación de cada miembro (Kagan, 2001). Se recomienda que el docente esté atento y calcule el porcentaje de participación entre los miembros en cada momento determinado, con especial atención a los grupos que por circunstancias especiales sean impares (López et al., 2014).

2.4.5. Otros principios del aprendizaje cooperativo

Por otro lado, Johnson et al. (1999) describe el uso de cualidades interpersonales y grupales y la evaluación grupal como dos principios fundamentales a tener en cuenta para un correcto aprendizaje cooperativo (véase *Figura 2.2.*).

El **uso de cualidades interpersonales y grupales**, tales como ejercer el liderato, la toma de decisiones, la confianza mutua, la comunicación, la empatía y el manejo de conflictos, contribuyen de manera significativa en la cooperación entre miembros y ayuda a alcanzar los objetivos propuestos (Johnson y Johnson, 2019). El aprendizaje cooperativo es complejo y requiere de una mayor implicación por parte del alumno, ya que se le pide aprender la materia en cuestión y, a su vez, practicar y mejorar las cualidades interpersonales y grupales. Es por ello que el docente debe velar por enseñar las prácticas necesarias para un trabajo en equipo, así como el contenido de su materia. Las técnicas de manejo de conflictos constructivas son una buena herramienta para enseñar y practicar si se utilizan grupos cooperativos (Johnson et al., 1999).

Para finalizar, la **evaluación grupal** es el último principio imprescindible del aprendizaje cooperativo. La valoración continua del grupo y entre sus miembros mejora el rendimiento y la eficacia del grupo. Los alumnos deben evaluar las acciones llevadas a cabo, la interrelación entre miembros y tomar las decisiones adecuadas, como mantener o modificar conductas que favorezcan el correcto desarrollo del grupo (Johnson et al., 1999).



Figura 2.2. Elementos del Aprendizaje Cooperativo. Fuente: elaboración propia a partir de Johnson et al. (1999), Kagan (2001) y Pujolàs et al. (2014).

2.5. Proceso de implementación del aprendizaje cooperativo en el aula

Para poder introducir el trabajo cooperativo en el aula, hay que cambiar la estructura de aprendizaje que hay en ella (Pujolàs, 2008). Se debe seguir una planificación y un proceso de implantación de distintos elementos para, finalmente, aprender cooperativamente: generar un buen clima y cohesionar el aula, formar equipos base, gestionar adecuadamente el aula, aplicar actividades y técnicas cooperativas, y diseñar un sistema de evaluación (López et al., 2016). Estos pasos se detallan a continuación:

2.5.1. Generar un buen clima en el aula y cohesionar el grupo clase.

Al generar un buen clima en el aula se pretende conseguir que los alumnos tomen conciencia de grupo, que generen relaciones afectivas, de ayuda mutua, de cooperación. Si un alumno percibe esta situación de afectividad y ayuda, le generará una seguridad y una sensación de

pertinencia en un grupo que derivará en una mejora del clima de aprendizaje y una proximidad a sus iguales (López et al., 2014).

El buen clima en el aula se genera si los alumnos entienden el significado e influencia de las relaciones interpersonales positivas para su aprendizaje. Es importante planificar dinámicas periódicamente que fomenten la confianza mutua, la conciencia de equipo y la relación de amistad para, posteriormente, incorporar el aprendizaje cooperativo como método principal de su proceso de aprendizaje (López et al., 2014).

Es necesario destacar que el espacio y el tiempo adecuados para estas dinámicas son las tutorías y la acción tutorial. No obstante, se puede implementar alguna dinámica en otras materias con el fin de introducir y recordar los valores necesarios que permitan el aprendizaje cooperativo (Pujolàs, 2009).

Estas dinámicas se pueden dividir en tres grandes grupos: dinámicas para la concienciación de la importancia que tiene trabajar en equipo, que desarrollan valores de cooperación y solidaridad; dinámicas para mejorar las relaciones interpersonales; y dinámicas para fomentar la participación igualitaria.

2.5.2. Formación de quipos base

Cantidad de miembros

Para formar equipos, es importante, primero que todo, tener clara la cantidad de miembros en un grupo. Esta cantidad depende de los objetivos marcados, de los materiales y recursos disponibles, de la edad del alumnado, del tiempo disponible y de la experiencia que tengan para trabajar en equipo. Cada vez que se formen nuevos grupos, el docente debe tener en cuenta una serie de factores (Johnson et al., 1999):

1. Al aumentar la cantidad, crece el número de destrezas y capacidades entre sus miembros. Se requerirán más habilidades para que todos puedan participar equitativamente; por lo que, en caso contrario, disminuirá la interacción entre ellos.
2. Cuanto menor sea el tiempo, hay que reducir lo máximo posible el equipo. Si se dispone de muy poco tiempo, los equipos por pares son los adecuados por la rapidez en su organización y actuación.

3. Al disminuir la cantidad, el alumno se responsabiliza más de sus acciones y la participación es mayor. Además, las dificultades y conflictos disminuyen y es más rápida su detección.

No obstante, como se ha descrito en el apartado 2.4.4. *Interacción simultánea*, un grupo ideal debe estar formado por cuatro miembros (Kagan, 2001).

Métodos de distribución

Existen diferentes métodos para distribuir los alumnos en grupos. Pueden distribuirse al azar o de forma estratificada. Estos grupos pueden ser establecidos por el docente o por los mismos alumnos (Johnson et al., 1999). El presente TFM opta por describir los métodos de distribución estratificados y establecidos por el docente, ya que, de este modo, se asegura la heterogeneidad de los grupos.

Previamente a la distribución, es recomendable la realización de sociogramas o preguntas a los alumnos para saber con qué alumnos les gustaría trabajar, para poder identificar alumnos excluidos y preparar su distribución (Pujolàs, 2009).

Es preferible una composición heterogénea, con el fin de generar un mayor desequilibrio cognitivo en los alumnos (*Figura 2.3.*). No obstante, en las circunstancias que se vea necesario, como las de alcanzar ciertos objetivos conceptuales o enseñar determinadas prácticas sociales, se pueden utilizar grupos homogéneos (Johnson et al. 1999). La composición heterogénea debe tener presente tanto las capacidades, motivación y rendimiento, como el género y etnia de los alumnos. Por lo que respecta a la capacidad y el rendimiento, se recomienda que cada equipo esté formado por (Pujolàs, 2009):

- Un alumno de alto rendimiento o con mejor capacidad de proporcionar ayuda. Deben ser alumnos que generen ilusión y motiven a sus compañeros al tener más habilidades sociales o más sensibilidad hacia los otros.
- Dos alumnos de rendimiento medio o alumnos que no necesiten ayuda pero que tampoco tengan mucha disponibilidad de ofrecerla.
- Un alumno de rendimiento bajo o que tenga la necesidad de recibir ayuda. Acostumbran a ser alumnos con poca autonomía, relación social o compromiso con el trabajo en el aula.



Figura 2.3. Organización de los alumnos según su capacidad y rendimiento. *Fuente:* López et al. (2014).

Tipos de distribución

Los tipos de grupos dependen, básicamente, del tiempo que se considere necesario mantenerlos. Todos los autores remarcan que, para obtener buenos resultados con el aprendizaje cooperativo, es necesaria la utilización de grupos base:

- **Equipos base:** grupos estables con duración aproximada de un año o un ciclo formativo. El uso de estos grupos tiende a mejorar la asistencia y participación, personaliza el trabajo y la experiencia en la escuela y mejora la calidad y cantidad del aprendizaje. El hecho de que sean permanentes proporciona una fuerte interrelación entre sus miembros y ayuda a mejorar, de forma positiva, su desarrollo cognitivo y social. Los grupos base ayudan a proporcionar un mejor apoyo entre compañeros, asegurando que cada miembro trabaje sus tareas, que se cumplan los objetivos comunes y que el desarrollo de su aprendizaje sea el adecuado (Johnson y Johnson, 2019).

Por otra parte, es conveniente no trabajar solamente con equipos base, ya que todos los alumnos de un grupo clase deben tener interrelación entre ellos. Para ello, es necesario que, además de los equipos base, se utilice ocasionalmente otras distribuciones entre alumnos (Pujolàs, 2003). Estos se denominan equipos informales y los métodos de distribución pueden ser tanto al azar como estratificados (Johnson et al., 1999). Dos distribuciones distintas pueden ser (Pujolàs, 2003):

- **Equipos esporádicos:** son equipos formados durante una sesión o durante un determinado tiempo de la sesión para realizar una actividad, un problema, etc. La

cantidad puede variar entre dos y ocho alumnos, con una composición homogénea o heterogénea. Es un recurso utilizado para situaciones en las que un alumno puede enseñar el contenido a otro alumno que no lo ha entendido (entre iguales).

- **Equipos de expertos:** son equipos que se forman para especializarse en habilidades o conocimientos distintos. Los equipos base se pueden redistribuir para que cada miembro se especialice en determinados conocimientos y habilidades diferentes, hasta convertirse en “expertos” del tema en cuestión. Una vez aprendidos, se retoman los equipos base y transmiten los conocimientos que han adquirido en el grupo de expertos.

2.5.3. Funcionamiento y organización interna de los equipos

Cada grupo base debe estar sensibilizado con la idea de trabajar en equipo y seguir un conjunto de **normas de funcionamiento** previamente decididas. Ejemplos de normas de funcionamiento pueden ser las de compartirlo todo, pedir el turno de palabra cuando se quiera hablar, trabajar en silencio, ayudar a los compañeros, pedir ayuda, no rechazar ayuda, aceptar las decisiones de la mayoría, cumplir y participar en todas las tareas, cumplir las normas y que las cumplan los demás (Pujolàs, 2003).

Tabla 2.1. Distribución de roles según sus responsabilidades.

Rol	Responsabilidades
Coordinador	Coordina y organiza las tareas (explica cómo se deben realizar) Procura que el equipo siga un orden Recuerda a cada compañero cuál es su cargo y le avisa en caso de no ejercerlo En caso de duda o problema, avisa al docente para que les ayude Modera el turno de palabra dentro del equipo Procura que el equipo no se desvíe del tema a trabajar Promueve la participación de todos los miembros
Responsable de material	Vela por el material que se utiliza Apunta en un listado el material necesario y se encarga de que no falte nada Organiza la limpieza de las mesas y revisa que todo el equipo mantenga limpia su zona de trabajo
Secretario	Controla el tiempo de trabajo Toma nota de las decisiones que se acuerdan dentro del equipo Rellena cuestionarios del equipo
Portavoz y ayudante	Habla en nombre del equipo Ejerce el cargo del compañero que no asiste en clase Controla el tono de voz de los compañeros Ayuda a los compañeros que lo necesiten

Fuente: adaptado de Pujolàs (2003, p.7).

Otro punto importante es la asignación de roles y, en consecuencia, la dotación de responsabilidades a cada miembro del equipo. Con ello, se pretende mejorar la interacción

positiva y la participación equitativa durante su aprendizaje (López et al., 2016). En la tabla 2.1. se muestra un ejemplo de los distintos cargos y responsabilidades que pueden desarrollar los alumnos durante un periodo determinado de tiempo.

Estas tareas necesitan de tiempo y esfuerzo para que funcionen de forma rutinaria y automática. La introducción paulatina de responsabilidades y la insistencia en una práctica constante permite convertirlas en una forma habitual de proceder. Hay que recordar que el uso de estas prácticas beneficia a todo el equipo al posibilitar un mejor desarrollo del mismo (Johnson et al., 1999). Otro factor importante a tener en cuenta es que, durante todo el curso, todos los miembros del equipo hayan pasado por cada uno de los distintos cargos. De esta manera, mejorarán su aprendizaje y desarrollarán todas las habilidades necesarias en cada cargo (Pujolàs, 2008).

2.5.4. El Rol del docente

Una vez cohesionado el grupo clase y formados los equipos base, le toca al docente supervisar el trabajo cooperativo y la conducta de los miembros de cada equipo. Johnson et al. (1999) propone cuatro etapas de supervisión (véase *Figura 2.4.*):

1. La **preparación** de la observación: En primer lugar, se debe decidir qué actividades o tareas se van a evaluar y quién las va a evaluar. El docente puede evaluar un solo equipo, todos los equipos o pedir la colaboración de algunos alumnos de forma rotativa durante todo el año. Una vez tengan interiorizado las conductas cooperativas, para que le ayuden a supervisar la conducta del equipo o de toda la clase. En todo caso, se necesitará la elaboración de formularios de observación que recojan información respecto al aporte de ideas, la participación, la comprensión, la orientación del grupo, el respeto del turno de palabra, etc.
2. La **observación**. Esta tarea tiene que promover una autorregulación de los alumnos que fomente la evaluación del trabajo en equipo. Para ello, el docente debe: supervisar los equipos mientras trabajen cooperativamente; escoger, al principio, pocas conductas a registrar (entre dos y cuatro); utilizar, si es necesario, una lista de verificación; centrarse en conductas positivas, celebrarlas cuando se den y mencionarlas si no se producen; así como complementar los datos con notas que referencien las acciones concretas de los alumnos y comunicarlos al alumnado y a las familias.

3. La **intervención**. Este paso solamente se aplica cuando el docente considera que es necesario. Se pueden dar distintas intervenciones: para ayudar en la ejecución de tareas respondiendo preguntas, repasando procedimientos, preguntando el significado y la finalidad de lo que están haciendo; y para favorecer prácticas sociales tales como el fomento de la autonomía, la resolución de problemas, la escucha activa, etc.
4. El fomento de la **autoevaluación**. A medida que los alumnos integren los elementos del trabajo cooperativo, se les puede ofrecer cuestionarios de autoevaluación y de coevaluación. En estos cuestionarios se pueden evaluar tanto las conductas positivas como las que dificultan el trabajo cooperativo. Para finalizar, es importante que se realice un intercambio de autoevaluaciones con el fin de analizar las valoraciones realizadas por los otros equipos.

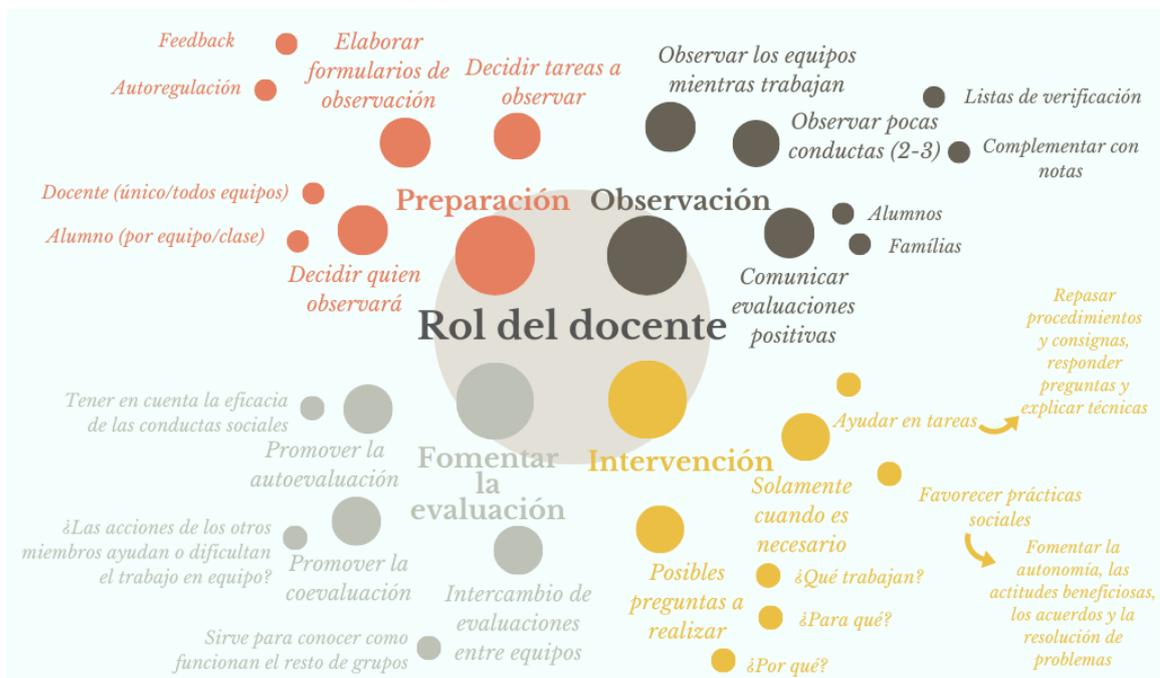


Figura 2.2. Rol del docente. Fuente: elaboración propia a partir de Johnson et al. (1999) y Doqua, Curso de Aprendizaje Cooperativo (2020).

2.5.5. Tipos de estructuras cooperativas

Actividades cooperativas

Una vez formados los equipos base, planificada la supervisión y trabajada la cohesión y el buen clima en el aula, se puede empezar a trabajar con actividades sencillas para que aprendan a cooperar sin mucho esfuerzo. Varios autores han desarrollado actividades que se pueden

utilizar durante una sesión a lo largo de una secuencia didáctica (Johnson et al., 1999; Kagan, 2013; López et al., 2016; Pujolàs, 2008; Pujolàs et al., 2014).

La utilización de cada actividad que aparece en la Tabla 2.2. depende del momento de cada unidad didáctica. Hay actividades que se aplican con éxito al inicio de la secuencia didáctica para conocer ideas previas y comprobar el grado de comprensión sobre un nuevo tema que se va a utilizar. Otras actividades se utilizan en el desarrollo de la secuencia para realizar ejercicios. Por último, hay otras que sirven para resumir las ideas principales de la unidad o tema y, por lo tanto, se pueden utilizar al finalizarla (Kagan, 2013). En el Anexo A se detallan las actividades cooperativas que se van a utilizar en la secuencia didáctica de este TFM.

Tabla 2.2. Secuencia de actividades de aprendizaje cooperativo.

ACTIVIDAD COOPERATIVA	INICIO	DESARROLLO	FINAL
	Conocer ideas previas y comprobar el grado de comprensión	Realización de ejercicios	Resumir las ideas principales
ENTREVISTA EN 3 PASOS (Kagan, 2020)			
STAND UP, HAND UP, PAIR UP (Kagan, 2020)			
TALKING CHIPS (Kagan, 2020)			
TARGETAS COOPERATIVAS (Pujolàs, 2008)			
LECTURA COMPARTIDA (Johnson et al., 1999)			
1-2-4 (Kagan, adaptado por Pujolàs, 2008)			
FOLIO GIRATORIO (Kagan, 2020)			
PARADA DE TRES MINUTOS (Pujolàs, 2008)			
LÁPICES AL CENTRO (Aguilar y Tallón, adaptado por Pujolàs, 2008)			
JUEGO DE PALABRAS (Kagan, 2020)			
EL NÚMERO (Kagan, 2020)			
UNO POR TODOS (Pujolàs, 2008)			
LA BOLSA DE LAS DUDAS (Colegio Arrels II, en Pujolàs et al., 2014)			
MEJOR ENTRE TODOS (Molina et al., en Pujolàs et al., 2014)			
ÁLBUM DE CROMOS (Obradors y Gordillo, en Pujolàs et al., 2014)			
LA SUSTANCIA (Calvo, citado en Pujolàs, 2008)			
MAPA CONCEPTUAL A CUATRO BANDAS (Kagan, 2020)			
LOS CUATRO SABIOS (Pujolàs et al., 2014)			

Fuente: elaboración propia a partir de Doqua, Curso de Aprendizaje Cooperativo (2020).

Técnicas cooperativas

Las técnicas cooperativas son técnicas más complejas que deben realizarse en diversas sesiones de una unidad didáctica. Es preferible utilizarlas una vez los grupos base desarrollen su aprendizaje cooperativo con mayor éxito. Estas técnicas están diseñadas para aplicarse en relación con el contenido de una determinada materia y se convierten en una macroactividad del área de conocimiento a tratar (Pujolàs et al., 2014). La técnica utilizada en esta propuesta

didáctica es la variante de **Grupos de investigación: *coop-coop*** (Kagan, 1985) (Anexo B). Otros ejemplos son:

- **El rompecabezas (*Jigsaw*)**. Elaborada por Aronson en 1978 y descrita en Fernández de Haro (2013) y Pujolàs (2008)
- **La técnica TGT (*Teams-game-tournaments*)**. Diseñada por De Vries y Slavin en 1974 y descrita en Fernández de Haro (2013) y Pujolàs (2008).
- **Grupos de investigación (*Group Investigation*)**. Diseñada por Sharan y Hertz-Lazarowitz en 1980 y descrita en Fernández de Haro (2013) y Pujolàs (2008).
- **Tutoría entre iguales (*Peer tutoring*)** Descrita en Fernández de Haro (2013) y Pujolàs (2008).

Una vez diseñadas las estructuras cooperativas y su secuenciación, es importante generar instrumentos de observación, supervisión y evaluación del aprendizaje cooperativo de cada alumno.

2.5.6. Evaluación del aprendizaje cooperativo

La evaluación de grupos cooperativos se realiza para que los miembros de un equipo reflexionen sobre su trabajo y sus interacciones dentro del grupo, identifiquen las acciones que ayudan o impiden alcanzar los objetivos grupales que se hayan marcado y las perfeccionen con el fin de mejorar su aprendizaje y lograr los objetivos establecidos (Johnson et al., 1999). El propósito de esta evaluación conlleva (Johnson y Johnson, 2016):

- Mejorar continuamente la calidad del trabajo de cada tarea y del equipo.
- Aumentar la responsabilidad individual, focalizando la atención en la responsabilidad y las acciones sociales de cada miembro para aprender y ayudar al grupo.
- Seguir el proceso de aprendizaje y reducir su complejidad.
- Eliminar acciones inapropiadas y no calificables durante el proceso de evaluación.

Pueden darse tres modos distintos de evaluación: la del docente a través de la observación, la evaluación entre iguales y la autoevaluación. Hay que tener en cuenta que la evaluación se lleva a cabo desde dos puntos de vista, la del docente y la de los alumnos (López et al., 2014).

Estructurar la evaluación grupal

La evaluación del aprendizaje cooperativo debe tener un carácter prioritariamente formativo, ya que el docente debe saber hasta qué punto los alumnos han aprendido los contenidos trabajados y, además, poder valorar cómo se desarrollan los procesos del trabajo en equipos cooperativos, como son el desarrollo de habilidades sociales, la ayuda mutua, la resolución de conflictos, etc. (Johnson et al., 1999).

El profesor debe estructurar esta evaluación para dar a los alumnos tiempo suficiente en la reflexión de sus experiencias y enseñar a discutir y plantear soluciones al grupo para que mejore su efectividad. Se podrían diferenciar cuatro elementos que el docente debe considerar durante el proceso de evaluación (Johnson y Johnson, 2016):

- **La retroalimentación o *feedback*:** asegurar que cada estudiante, grupo o clase reciba y genere *feedbacks* positivos en los procesos de trabajo de la tarea y el equipo.
- **Reflexión:** asegurar que los estudiantes analicen y reflexionen sobre la retroalimentación recibida.
- **Mejora de los objetivos:** ayudar a los alumnos, tanto individualmente como en grupo, a definir objetivos que mejoren la calidad de su trabajo.
- **Premio:** felicitar y promover el buen trabajo y el alcance de objetivos cuando se dé el caso.

El profesor puede estructurar la evaluación del trabajo cooperativo en cuatro ámbitos distintos (López et al., 2016):

1. **Evaluación de la planificación y el desarrollo de la actividad cooperativa.** Se evalúa si la actividad cooperativa realizada es compatible con los contenidos y las tareas llevadas a cabo. También se valora el grado de adquisición de los contenidos trabajados, el grado de participación entre miembros del equipo, los materiales escogidos para la actividad y su distribución temporal.
2. **Procesos psicosociales.** Se valora el desarrollo de habilidades sociales de los alumnos, el grado de resolución de conflictos y las ayudas ofrecidas y recibidas dentro de cada equipo cooperativo:
 - Habilidades sociales (diálogo entre alumnos, toma de decisiones participativa y consensuada).

- Resolución de conflictos (diálogo entre compañeros para resolver diferentes situaciones, pedir ayuda al docente para resolver conflictos, etc.).
 - Ayuda mutua (ayuda por parte de los alumnos con más necesidades de ser ayudados, apoyo por parte del resto de alumnos).
3. **Evaluación del desarrollo de los roles en el equipo.** Se comprueba el grado de desarrollo de cada cargo dentro del equipo:
- Coordinador: organización satisfactoria de las tareas dentro del equipo.
 - Secretario: Organización y gestión de los documentos del equipo cooperativo.
 - Portavoz y ayudante: Verbalización de decisiones y tareas del equipo. Ofrecer ayuda a los compañeros que la necesitan.
 - Responsable del material: Organización y cuidado del material necesario.
4. **Evaluación de la heterogeneidad de los equipos.** Se valora si la formación de los equipos de trabajo se ha realizado con criterios de heterogeneidad (alumnos necesitados de ayuda, capaces de ofrecer ayuda y alumnos dentro de la media).

A la hora de realizar la coevaluación (Anexo C), como en el caso de la evaluación por parte del docente, es interesante que los alumnos reflexionen y se evalúen a partir de los planes de equipo base y sus cuadernos de aprendizaje (Traver Martí et al., 2008). Un complemento a utilizar son las dianas de evaluación, ya que muestran gráficamente los niveles de logro de cada ítem seleccionado. Estos planes deben revisarse periódicamente y deben tener en cuenta distintos criterios a evaluar de manera continuada (Pujolàs et al., 2014):

1. Planificación y desarrollo de la actividad cooperativa (participación equitativa de todos los miembros del equipo, toma de decisiones consensuada y aprendizaje de los contenidos específicos impartidos).
2. Procesos psicosociales dentro del equipo cooperativo. (resolución de conflictos y ayuda ofrecida).
3. El desarrollo de los roles en el equipo (coordinador, secretario, portavoz o ayudante y responsable de material)

Por lo que respecta a la autoevaluación (Anexo C), se recomienda establecer los mismos criterios que se han utilizado en la coevaluación para facilitar el proceso a los alumnos. Una de las herramientas más útiles es la *checklist*. Con ello, se pretende facilitar el proceso de autorregulación de cada alumno.

3. Propuesta de intervención

3.1. Presentación de la propuesta

En la secuencia didáctica “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?” el alumnado podrá descubrir, mediante el uso de la metodología de aprendizaje cooperativo, el nacimiento de la genética a través del estudio de Mendel y sus leyes. Aprenderá a resolver problemas de genética mendeliana y, con patrones más complejos, podrá conocer los principales postulados de la teoría cromosómica que estructuran la genética post-mendeliana. El alumnado también se introducirá en la genética humana, reflexionará sobre las diferencias entre personas y la importancia de estas, y conocerá conceptos más actuales de esta disciplina, entre las cuales destaca la prevención y el diagnóstico de trastornos de origen genético.

3.2. Contextualización de la propuesta

La propuesta de intervención “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?” se ha diseñado en un contexto con unas características determinadas. Pretende ser una propuesta de intervención aplicada en un centro público con alta diversidad en las características del alumnado, tanto a nivel académico, como cultural y social. Es decir, cada aula de dicho centro presenta un nivel de heterogeneidad elevado, en las que se encuentran alumnos con dificultades específicas de aprendizaje, con necesidades educativas especiales, con altas capacidades; que provienen de distintos países, con diferentes culturas e idiomas; y que residen en barrios de diverso nivel socioeconómico.

Un ejemplo de este tipo de centro público se puede encontrar en la ciudad de Reus (Tarragona). El centro acoge alumnos procedentes de barrios con rentas familiares bajas y altos niveles de inmigración, y barrios o urbanizaciones con un nivel económico medio y medio-alto y con bajos o medios niveles de inmigración, cosa que les confiere una rica diversidad cultural y social en cada aula. Es un Instituto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de carácter público. Dispone de cuatro a cinco líneas por cada nivel de ESO y cinco líneas por cada nivel de Bachillerato (Humanidades y Ciencias Sociales, Ciencias y Tecnología, Artes, Bachillerato en francés y Bachillerato Internacional). Acoge un total de aproximadamente 900-950 alumnos, con 70-80 profesores y tiene una estrecha colaboración con la Asociación de Madres y Padres de Alumnos (AMPA) y con personal externo que colabora en servicios de

limpieza, cafetería, enfermería, etc. Por lo referente a las instalaciones, consta de un solo edificio que data del s. XV, cuya última restauración se realizó en 1998 basándose en criterios de diseño innovadores para edificios escolares. Todos los espacios están adaptados para el acceso de personas con discapacidad. Cabe destacar la presencia de aulas de desdoble, patio con instalaciones deportivas, una biblioteca, un aula polivalente (gimnasio y teatro), dos aulas de informática, un aula taller, un taller de matemáticas y tres laboratorios de Ciencias Experimentales bien equipados, entre otros. Por lo que respecta a las aulas, todas cuentan con proyector y ordenador para uso del docente. La distribución de los pupitres es por pares, formando diversas líneas, aunque la dirección del centro permite libertad para una distribución más favorable a la hora de realizar grupos. En todas las instalaciones hay buena conexión wifi. Se dispone de dos plataformas virtuales para alumnos, profesores y familias donde se puede observar el rendimiento académico de los alumnos, los horarios, las tareas a realizar semanalmente, las incidencias, etc. (aplicación propia del centro); y trabajar de forma on-line, preguntar o resolver dudas, colgar tareas, etc. (*Google Classroom*).

La propuesta de intervención está diseñada para alumnos de 4º de la ESO que cursen la asignatura de Biología y Geología (3h semanales). El grupo clase está formado por 24 alumnos, con 14 chicas y 10 chicos, de los cuales 11 son de familias provenientes del norte de África, del este de Europa, de Sudamérica y de América Central. Dos de los alumnos tiene dificultades específicas de aprendizaje (dislexia), uno está diagnosticado con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y otro presenta altas capacidades. Por lo que respecta al resto de la clase, se pueden diferenciar 3 grupos según su ritmo de aprendizaje: cinco alumnos tienen un ritmo bajo de aprendizaje, 10 alumnos tienen un ritmo medio y cinco un ritmo elevado. La mayoría de ellos se conocen desde 1º de la ESO, aproximadamente la mitad de la clase es muy participativa; no obstante, el resto necesita alguna motivación extrínseca ya que, de lo contrario, muestran desinterés y su rendimiento académico se ve mermado. Existe una buena cohesión y buen clima en el aula, porque llevan todo el primer trimestre realizando dinámicas en tutoría. Saben trabajar en grupo, pero deben perfeccionar algunos detalles para que el trabajo cooperativo sea eficaz.

Esta propuesta de intervención, al ubicarse en la Comunidad Autónoma de Catalunya se realiza dentro del marco legislativo estatal siguiente:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (BOE núm. 106, de 04/05/2006).

- Ley Orgánica 8/1985 de 3 de julio, reguladora del Derecho a la Educación (BOE núm. 159, de 04/07/1985).

Y tiene en consideración el siguiente marco legislativo autonómico:

- Ley 12/2009, de 10 de julio, de Educación (DOGC núm. 5422, de 16/07/2009).
- Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria (DOGC núm. 6945, de 28/08/2015).
- Decreto 150/2017, de 17 de octubre, de la atención educativa al alumnado en el marco de un sistema educativo inclusivo (DOGC núm. 7477, de 19/10/2017).
- Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la educación secundaria obligatoria (DOGC núm. 7659, de 09/07/2018).

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos

Los objetivos de etapa para la ESO están descritos en el artículo 3 del Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria. En la página 144 del mismo decreto se establecen los objetivos generales de la materia de Biología y Geología de 4º de la ESO. A continuación, se presentan los objetivos curriculares (OC) seleccionados para la presente secuencia didáctica y sus respectivos objetivos específicos.

- **Objetivo Curricular 1 (OC-1).** Interpretar la transmisión de algunos caracteres hereditarios, incluyendo ciertas enfermedades, mediante mecanismos genéticos.
 - OC-1.1. Describir y analizar el método empleado por Mendel en sus investigaciones.
 - OC-1.2. Conocer los conceptos básicos de la genética (ADN, gen, genotipo, fenotipo, etc.)
 - OC-1.3. Interpretar las leyes de Mendel.
 - OC-1.4. Resolver problemas de genética (uno y dos caracteres, herencia ligada al cromosoma X).
 - OC-1.5. Diferenciar entre dominancia incompleta y codominancia.
 - OC-1.6. Conocer la teoría cromosómica de la herencia.
 - OC-1.7. Reconocer la herencia de caracteres en la especie humana.

- OC-1.8. Comprender la herencia del sexo en la especie humana.
 - OC-1.9. Identificar el origen de diversos trastornos genéticos.
 - OC-1.10. Describir las técnicas para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos.
 - OC-1.11. Interpretar árboles genealógicos.
- **Objetivo Curricular 2 (OC-2).** Planificar y llevar a cabo una investigación experimental para resolver problemas científicos sencillos que comporten la realización de todas las fases del proceso de investigación, y comunicar el proceso y los resultados mediante un informe escrito y una presentación.
 - OC-2.1. Planificar y llevar a cabo investigaciones experimentales para resolver problemas científicos sencillos que conlleven la realización de todas las fases del proceso de investigación.
 - OC-2.2. Comunicar el proceso y los resultados mediante un informe escrito y una presentación.

Por lo que respecta al desarrollo de los equipos cooperativos, en esta secuencia didáctica y para cada actividad se plantean los siguientes **Objetivos de Aprendizaje Cooperativo (OAC)**:

- OAC-1. Participar activamente en la actividad y escuchar a los compañeros.
- OAC-2. Contribuir en el consenso de decisiones.
- OAC-3. Ayudar a los otros miembros del equipo y pedir ayuda si lo necesitan.
- OAC-4. Resolver conflictos, si aparecen, escuchando y respetando a los demás.
- OAC-5. Desarrollar todas las funciones que estén implicadas en cada cargo.
- OAC-6. Trabajar de forma activa y mostrando interés.
- OAC-7. Responsabilizarse y contribuir al alcance de los objetivos.

3.3.2. Competencias

Las competencias básicas elegidas en esta propuesta tienen en cuenta el marco normativo autonómico y están recogidas en el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria. Este Decreto asume un planteamiento competencial contenido en el marco normativo vigente y las recomendaciones europeas, como la Estrategia Educación y Formación 2020 y la Recomendación 2006/962/CE. Asimismo, se determina que el currículo de la ESO en Catalunya se debe orientar a la adquisición de estas competencias básicas. Por lo tanto, esta propuesta de intervención plantea objetivos, actividades y evaluaciones a partir de las competencias básicas exigidas en el ámbito

educativo autonómico, que difieren, no por el contenido, sino por el nombre y el nivel de especificidad, con las competencias recogidas en el marco legislativo (Real Decreto 1105/2014 y Orden ECD/65/2015).

A continuación, se describe una selección de las competencias del ámbito científico-tecnológico que debe asumir la asignatura de Biología y Geología y que se trabajarán en esta propuesta didáctica. Asimismo, se describen las competencias transversales que se han seleccionado, tanto del ámbito personal y social, como del ámbito digital. Debido a la alta cantidad de competencias que se trabajarán en esta secuencia y para facilitar el proceso de evaluación, se ha propuesto solamente la evaluación de las competencias señaladas con un asterisco (*).

3.3.2.1. Competencias básicas del ámbito científico-tecnológico

Dimensión indagación de fenómenos naturales y de la vida cotidiana

- **Competencia 2 (CC2) ***. *Identificar y caracterizar los sistemas biológicos y geológicos desde una perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de fenómenos naturales.* Esta competencia implica que los alumnos puedan identificar y explicar los modelos descritos en esta propuesta (modelos de genética mendeliana, teoría cromosómica de la herencia, etc.). Con las actividades propuestas, se pretende que sean capaces de apropiarse de estos modelos (preguntas, hipótesis y explicaciones) y utilizarlos para poder elaborar explicaciones con base científica y realizar predicciones con lenguaje científico. Asimismo, trabajarán la selección de datos, hipótesis y pruebas experimentales para reforzar o refutar distintos modelos teóricos.
- **Competencia 4 (CC4) ***. *Identificar y resolver problemas científicos susceptibles de ser investigados en el ámbito escolar, que impliquen el diseño, la realización y la comunicación de investigaciones experimentales.* En la propuesta didáctica se trabaja esta competencia cuando se pretende que los alumnos resuelvan problemas teóricos o elaboren un modelo teórico, así como cuando resuelven problemas prácticos que conlleven todas las fases del diseño experimental, generalmente en un contexto de la vida cotidiana.

Dimensión resolver problemas prácticos, generalmente en el contexto de la vida cotidiana.

- **Competencia 6 (CC6) ***. *Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico.* Esta competencia se trabaja en las actividades que

conllevar: evidenciar que el conocimiento científico (la genética, en este caso) parte de preguntas que hay que resolver y cambian a lo largo del tiempo; reconocer los distintos modelos y teorías que se han desarrollado según el contexto de la época; valorar las interpretaciones que se publican en los medios de comunicación y si estas son adecuadas y justificadas; y analizar los resultados obtenidos e interpretar la validez de las hipótesis.

3.3.2.2. Competencias básicas del ámbito digital

Dimensión Instrumentos y aplicaciones

- **Competencia 2 (CD2).** *Utilizar las aplicaciones de edición de textos, presentaciones multimedia y tratamiento de datos numéricos para la producción de documentos.* La secuencia didáctica propuesta incluye el desarrollo de la siguiente competencia al trabajar la elaboración de documentos de texto y de presentaciones multimedia en distintas sesiones.

Dimensión Tratamiento de la información y organización de los entornos de trabajo y aprendizaje.

- **Competencia 4 (CD4).** *Buscar, contrastar y seleccionar información digital adecuada para el trabajo a realizar, considerando diversas fuentes y medios digitales.* Mediante las actividades de investigación que propone la propuesta, los alumnos trabajarán la siguiente competencia, incidiendo en: la mejora de la planificación de la búsqueda, el uso de distintas fuentes de información y aplicaciones, y el contraste y selección de la información más adecuada.

Comunicación interpersonal y colaboración

- **Competencia 8 (CD8) *.** *Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativos.* Esta competencia se trabaja en el momento en que los estudiantes deben trabajar de forma colaborativa y tienen la necesidad de organizar y gestionar su comunicación interpersonal, compartir información y documentos, intercambiar ideas, ofrecer o recibir ayuda, etc. para alcanzar los objetivos individuales y colectivos.

3.3.2.3. Competencias básicas del ámbito personal y social

Dimensión Autoconocimiento

- **Competencia 1 (CPS1).** *Tomar conciencia de uno mismo e implicarse en el proceso de crecimiento personal.* Evaluación de las capacidades cognitivas. Esta competencia se desarrolla en las sesiones donde se lleva a cabo la coevaluación y la autoevaluación, ya que permite, con estos instrumentos, reflexionar sobre las fortalezas y debilidades (capacidad cognitiva y habilidades sociales) que se han encontrado después de cada actividad y poder mejorar su crecimiento personal.

Dimensión Aprender a Aprender

- **Competencia 2 (CPS2).** *Conocer y poner en práctica estrategias y hábitos que intervienen en el propio aprendizaje.* A través de todas las actividades diseñadas con la metodología de aprendizaje cooperativo, los alumnos trabajarán esta competencia, que incluye: los hábitos de aprendizaje del alumno (hábitos saludables, curiosidad, atención, motivación, constancia, reconocimiento, perseverancia, etc.); la planificación de su aprendizaje (distribución temporal y de tareas, entornos personales de aprendizaje, etc.); la organización del conocimiento (conocimiento previo, relaciones, búsqueda de información, herramientas de síntesis); la consolidación y recuperación del conocimiento; y la transferencia del aprendizaje (análisis y síntesis, generalización, pensamiento crítico, creativo, etc.).
- **Competencia 3 (CPS3) *.** *Desarrollar habilidades y actitudes que permitan afrontar los retos del aprendizaje a lo largo de la vida.* Esta competencia es otro elemento clave que se trabajará mediante el aprendizaje cooperativo, ya que los alumnos deberán desarrollar habilidades y actitudes para trabajar en equipo (responsabilidad individual y grupal, interdependencia positiva, participación equitativa, etc.).

Dimensión Participación:

- **Competencia 4 (CPS4) *.** *Participar en el aula, en el centro y en el entorno de forma reflexiva y responsable.* Con la metodología utilizada, los alumnos van a desarrollar habilidades y actitudes entorno a la participación, ya que se generan espacios y se dota a los alumnos de recursos y técnicas de participación.

3.3.3. Contenidos

Los contenidos que se trabajarán en esta secuencia didáctica se encuentran en el bloque *Investigación y experimentación* y *La vida, conservación y cambio* descritos en el Decreto

187/2015. Los contenidos clave que se van a trabajar son: CC9: Modelo de célula; CC10: Modelo de ser vivo; CC11: Modelo evolución; CC14: Historia del Universo, de la Tierra y la vida; y CC30: Función de reproducción. Enfermedades relacionadas. Salud e higiene sexual.

Tabla 3.1. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

La vida, conservación y cambio (B-1)		
CONTENIDOS (BC)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE (EAE)
<p>La teoría cromosómica de la herencia y el modelo de herencia mendeliano. Determinación cromosómica del sexo. Herencia ligada al sexo. Enfermedades hereditarias. Diagnóstico prenatal:</p> <p>BC-1.1. Mendel y el estudio de la herencia. BC-1.2. El nacimiento de la genética. BC-1.3. Las leyes de Mendel. BC-1.4. Resolver problemas de genética. BC-1.5. Dominancia incompleta y codominancia. BC-1.6. La teoría cromosómica de la herencia. BC-1.7. La determinación genética del sexo. BC-1.8. Trastornos de origen genético. BC-1.9. Prevención y diagnóstico de trastornos de origen genético.</p>	<p>Interpretar la transmisión de algunos caracteres hereditarios que incluyan ciertas enfermedades, mediante mecanismos genéticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el método empleado por Mendel en sus investigaciones. • Conocer los conceptos básicos de la genética. • Interpretar las leyes de Mendel. • Resolver problemas de genética. • Diferenciar entre dominancia incompleta y codominancia. • Conocer la teoría cromosómica de la herencia. • Reconocer la herencia de caracteres en la especie humana. • Comprender la herencia del sexo en la especie humana. • Identificar el origen de diversos trastornos genéticos. • Describir las técnicas para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos. • Interpretar árboles genealógicos. 	<p>Interpretar la transmisión de algunos caracteres hereditarios, que incluyan ciertas enfermedades, mediante mecanismos genéticos.</p> <p>EA-1. Describe el método empleado por Mendel en sus investigaciones. EA-2. Conoce los conceptos básicos de la genética. EA-3. Interpreta las leyes de Mendel. EA-4. Resuelve problemas de genética (1 carácter, 2 caracteres y herencia ligada al sexo). EA-5. Diferencia entre dominancia incompleta y codominancia. EA-6. Conoce la teoría cromosómica de la herencia. EA-7. Reconoce la herencia de caracteres en la especie humana. EA-8. Comprende la herencia del sexo en la especie humana. EA-9. Identifica el origen de diversos trastornos genéticos. EA-10. Describe las técnicas para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos EA-11. Resuelve e interpreta árboles genealógicos.</p>
Investigación y experimentación (B-2)		
<p>BC-2.1. Proyecto de investigación. BC-2.2. Posibles estrategias para afrontar la búsqueda de respuestas a una pregunta en el ámbito científico escolar (formulación de preguntas indagadoras, hipótesis, diseño experimental, obtención de datos, resultados y conclusiones.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar y llevar a cabo investigaciones experimentales para resolver problemas científicos sencillos, que conlleven la realización de todas las fases del proceso de investigación • Comunicar el proceso y los resultados mediante un informe escrito y una presentación. 	<p>EA-12. Planifica y lleva a cabo investigaciones experimentales para resolver problemas científicos sencillos EA-13. Comunica el proceso y los resultados mediante un informe escrito y una presentación.</p>

Fuente: elaboración propia a partir del Decreto 187/2015.

3.3.4. Metodología y atención a la diversidad

La propuesta de intervención “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?” está diseñada a partir de los criterios metodológicos del aprendizaje cooperativo con la finalidad de complementar un proceso de aprendizaje inclusivo en el aula. Cabe mencionar que hay poca participación con la comunidad educativa, ya que se considera que es una fase inicial o

intermedia en la que se potencia la interacción y cooperación entre iguales a nivel de aula. Es más adecuada la integración en la comunidad educativa, una vez fortalecidas las aptitudes y habilidades del alumnado, en los siguientes bloques de contenidos, como Ecología y Medio Ambiente.

El proceso de implementación de la metodología en cada una de las actividades y en el conjunto de la secuencia didáctica se ha desarrollado a partir de las indicaciones propuestas por Johnson et al. (1999), López et al. (2016) y Pujolàs et al. (2014), previamente explicadas en el apartado 2.5. *Proceso de implementación del aprendizaje cooperativo en el aula* del presente TFM. Mediante este proceso, se pretende que el grupo clase desarrolle los principios de la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la participación equitativa, la interacción simultánea, el uso de cualidades interpersonales y grupales y la evaluación grupal. Además, se persigue que adquieran los conocimientos curriculares y refuercen las competencias seleccionadas mediante la investigación y experimentación científica, la resolución de problemas, la redacción de informes científicos, las presentaciones en formato póster y los debates reflexivos.

Esta secuencia didáctica se divide en tres etapas según el grado de adquisición de los conocimientos a aprender y el trabajo cooperativo que se lleva a cabo. Cabe destacar que las dinámicas de cohesión y buen clima en el grupo ya se han implementado durante el primer trimestre y no es necesario aplicarlas, a no ser que se considere necesario.

La primera etapa es la fase inicial, que tiene como objetivo conocer las ideas previas y determinar qué grado de comprensión sobre genética tiene el alumnado. Esta primera fase, está compuesta por actividades cooperativas más sencillas como “lápices al centro” (Aguilar y Tallón, adaptado por Pujolàs, 2008) y “lectura compartida” (Johnson et al., 1999). En esta fase tiene lugar la evaluación inicial.

La segunda etapa es la fase de desarrollo, donde los alumnos ya comprenden los conceptos básicos y pueden ampliarlos, mediante la realización de ejercicios y proyectos, con el profesor como guía de su aprendizaje. En esta segunda etapa se han seleccionado actividades como “1-2-4” (Kagan, adaptado por Pujolàs, 2008), “Los cuatro sabios” (Pujolàs et al., 2014), “lápices al centro” y “el número” (Kagan, 2020). Una vez aprendidos los conocimientos y, en vista de que los grupos base empiecen a trabajar con éxito, se utiliza la Técnica de Aprendizaje Cooperativo, llamada “Grupos de Investigación: *coop-coop*” (Kagan, 1985) para el Proyecto de

Investigación que tienen que llevar a cabo. En esta segunda fase se lleva a cabo la evaluación formativa.

En la tercera etapa, o fase final, los alumnos ya han adquirido los conocimientos y se plantean actividades cooperativas de síntesis y de evaluación como “mejor entre todos” (Molina, en Pujolàs et al., 2014) y “uno por todos” (Pujolàs, 2008). En esta etapa también se desarrolla la fase final del Proyecto de Investigación y se realiza la evaluación final. Al concluir esta etapa, los alumnos se autoevalúan y coevalúan con el fin de mejorar su aprendizaje en la siguiente secuencia didáctica (Anexo C).

Atención a la diversidad

Siguiendo las directrices establecidas por el Decreto 150/2017, las diferencias individuales existentes en el alumnado en cuanto a capacidades, motivación e interés por la materia impartida, genera la necesidad de que el material curricular utilizado posibilite una acción individualizada para cada alumno o grupos de alumnos según las necesidades específicas de estos. Es por este motivo que durante la primera sesión se hará un seguimiento para determinar el nivel de conocimientos de genética y herencia genética del que parten los alumnos. La diversidad de estilos de aprendizaje y la capacidad de seguimiento del trabajo en el aula deberán haber sido observadas con anterioridad a esta unidad para poder estructurar los equipos base de forma adecuada.

Esta secuencia didáctica se ajusta a las necesidades y características del alumnado con recursos y actividades adaptados que fomentan el aprendizaje y el logro de los objetivos propuestos. Para ello, se pretende que los alumnos con más conocimientos ayuden a los alumnos con dificultades, estableciendo un aprendizaje mutuo que favorezca los distintos niveles de aprendizaje. Como medidas más individualizadas, se les realizará un seguimiento más personalizado a los alumnos con necesidades educativas especiales. Al alumno con TDAH, se le remarcará todo lo que debe apuntar en su calendario de la Tablet y se le recordará lo que debe ir realizando en el aula para que no se distraiga. A los estudiantes con dislexia, se procurará que comprendan los textos, actividades y problemas a realizar y se les realizará un seguimiento más detallado, tanto por parte del profesor, como de los alumnos que estén en su grupo.

Finalmente, dentro del marco de referencia de esta secuencia didáctica, los contenidos han sido adaptados a las necesidades individuales y colectivas de los alumnos:

- Trabajando la cohesión y el respeto del grupo clase.
- Realizando actividades más participativas y cooperativas.
- Formando grupos reducidos de alumnos con características diversas para fomentar el apoyo y el aprendizaje mutuo.
- Aplicando diversas actividades que abarcan distintos estilos de aprendizaje.
- Seleccionando materiales y recursos adaptados a las necesidades del grupo clase.
- Utilizando una gran variedad de estrategias e instrumentos de evaluación, adaptándolos en tiempo y contenido para los alumnos que presenten necesidades específicas.

Distribución y funcionamiento de los grupos

La distribución del aula y de los equipos, tanto de base como esporádicos y de expertos, serán establecidos por el profesor, asegurando la heterogeneidad en cada grupo y favoreciendo la homogeneidad entre grupos. Se realizará un sociograma para identificar la conveniencia de los alumnos y preparar su distribución. El aula estará distribuida por pupitres agrupados de cuatro en cuatro, tal y como se muestra en la *Figura 2.3. Organización de los alumnos según su capacidad y rendimiento.*

Siguiendo la misma *Figura 2.3.*, los 24 alumnos presentes en el grupo clase se agruparán en 6 equipos base de cuatro miembros cada uno. En cada equipo base habrá un alumno que necesita más ayuda o con ritmo bajo de aprendizaje (incluyendo el alumno con TDAH), dos alumnos con un rendimiento medio (incluye los dos alumnos con dislexia, pero con rendimiento medio) y un alumno de rendimiento alto o con mayor facilidad a ayudar (incluye el alumno con altas capacidades). En los equipos esporádicos, se mantendrá una distribución similar, pero con distintos miembros que el equipo base. En los equipos de expertos, se formará un equipo con alumnos de alto rendimiento y los otros equipos estarán formados por el resto de alumnos de la manera más heterogénea posible.

En cada equipo base se repartirán los cargos que debe ocupar cada miembro durante toda la secuencia didáctica, siendo preferible que el cargo de coordinador lo ocupe el alumno con mayor facilidad para ayudar o de alto rendimiento. Se pretende que el cambio de roles se realice en la siguiente secuencia o unidad didáctica.

El rol que desarrollará el docente vendrá marcado, tal y como se describe en el apartado 1.5.4. *El Rol del docente*, por la preparación de instrumentos de observación, la observación y supervisión del trabajo cooperativo, la intervención o ayuda en caso necesario y el fomento de la autoevaluación.

La concreción de las distintas actividades, así como la formación de los distintos grupos se especifican en el siguiente apartado 3.3.5. *Cronograma y secuenciación de actividades*. Por lo referente a los instrumentos de evaluación, tanto de los contenidos de la secuencia didáctica como del aprendizaje cooperativo, se detallan en el apartado 3.3.7. *Evaluación*.

3.3.5. Cronograma y secuenciación de actividades

La Tabla 3.2. describe resumidamente las sesiones que forman esta secuencia didáctica, incluyendo la distribución temporal, el espacio y recursos a utilizar, los agrupamientos y las actividades que se llevarán a cabo. Tal y como se ha detallado en el apartado 3.3.4. *Metodología*, la secuencia didáctica consta de tres etapas que contemplan el grado de comprensión que tienen los alumnos respecto a los contenidos trabajados y al desarrollo del trabajo en equipos cooperativos.

En las siguientes Tablas (3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10), se describen de forma más detallada cada una de las sesiones que se van a impartir. Consta de ocho sesiones de 55 minutos cada una, con un total de 11 horas y 30 minutos, en las que se incluye 2 horas de evaluación final y 30 minutos de auto y coevaluación. Algunas de las sesiones (véase Tabla 3.5., 3.7. y 3.8) están compuestas por más de una hora de clase (entre dos y tres horas), ya que se considera que la misma actividad necesita más de una hora lectiva, y que, por lo tanto, se desarrolla como una sola sesión.

En cada tabla se incluyen los objetivos didácticos, el contenido a trabajar, los estándares de aprendizaje evaluables, las competencias básicas a desarrollar, la descripción detallada de las actividades, la distribución temporal de cada segmento de la sesión, el tipo de aula, el tipo de actividad cooperativa, el tipo de agrupamiento, los recursos utilizados y los instrumentos de evaluación.

Tabla 3.2. Cronograma y resumen de la secuencia didáctica “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?”.

	SECUENCIA DE ACTIVIDADES	D.T.	Agrupamientos
Actividades iniciales	1. Distribución de grupos y evaluación inicial	1h	Lápices al centro y entrevista en 3 pasos Equipos base
	2. Lectura compartida y dibujo conceptual de las leyes de Mendel	1h	Lectura compartida y folio giratorio por parejas Equipos base
Actividades de desarrollo	3. Guisantes y herencia. Experimentación en laboratorio y elaboración de informe científico	2h	1-2-4 y folio giratorio Equipos base
	4. La teoría cromosómica de la herencia y los 4 científicos	1h	Los 4 sabios Equipos espontáneos
	5. La herencia ligada al cromosoma X. Diversidad genética, ¿todos somos diferentes?	2h	Lápices al centro y El número Equipos base
	6. Investigando las enfermedades o trastornos hereditarios	3h	Grupos de investigación Equipos base
Actividades de síntesis	7. Toca evaluarse	1h	Mejor entre todos y uno por todos Equipos espontáneos
	8. <i>Feedback</i> , Coevaluación y autoevaluación	30'	Grupo clase

Nota: D.T. = Distribución temporal. *Fuente:* elaboración propia

Tabla 3.3. Descripción de la sesión de intervención 1.

Sesión 1: Distribución de grupos y evaluación inicial (1h)				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.1. Mendel y el estudio de la herencia BC-1.2. El nacimiento de la genética		OC-1.1 OC-1.2 OAC	EAE-1 EAE-2	CC-2* / CPS-2 CPS-3* / CPS-4*
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Explicación de la secuencia didáctica y los objetivos; formación de los equipos base; reparto del cuaderno de equipo (características del equipo, responsabilidad de roles, normas de funcionamiento de los equipos, autoevaluaciones y coevaluaciones (Material descrito en el apartado 2.5.3.)).			Explicación profesor	10'
2. Repaso de conceptos básicos sobre genética estudiados en la anterior unidad (ADN, gen, genotipo, fenotipo, etc.). (Anexo A).			Entrevista en 3 pasos	15'
3. Evaluación inicial de conocimientos previos (Anexo A):			Lápices al centro con debate final	10' 20'
<ul style="list-style-type: none"> Se preguntará a los alumnos los conocimientos sobre herencia genética y herencia de los caracteres. Prepararán un conjunto de respuestas a dar. Posteriormente, cada portavoz mostrará las ideas del equipo y se realizará un debate para extraer una conclusión conjunta. 				
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula	Equipos base	1-2: <i>PowerPoint</i> 1: Cuaderno de equipo 2-3: Folios 3: Pizarra y tiza	Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación inicial (Anexo E)	

Nota: EAE = Estándares de Aprendizaje Evaluables; D.T. (') = Distribución Temporal (minutos). *Fuente:* elaboración propia.

Tabla 3.4. Descripción de la sesión de intervención 2.

Sesión 2: Lectura compartida y dibujo conceptual de las leyes de Mendel (1h)				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.1. Mendel y el estudio de la herencia BC-1.2. El nacimiento de la genética BC-1.3. Las Leyes de Mendel		OC-1.1 OC-1.3 OAC	EA-1 EA-3	CC-2* / CPS-2 CPS-3* / CPS-4*
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Reparto de las lecturas (Khan Academy, 2020a, 2020b) y explicación de la actividad “lectura compartida” y cómo realizar un dibujo conceptual (se muestran ejemplos).			Explicación profesor	10'
2. Investigar cómo se produce la autofecundación de los guisantes y cómo Mendel realizaba una fecundación cruzada de forma artificial (Anexo A). Se irá mostrando el vocabulario a adquirir: <ul style="list-style-type: none"> Lectura de dos textos mediante la AC “lectura compartida”. Realización de un dibujo conceptual que explique el proceso y los experimentos realizados mediante “el folio giratorio por parejas”. Debe contener palabras clave como: homocigoto, heterocigoto, fenotipo dominante, recesivo, genotipos. Dominancia incompleta, codominancia, etc. 			Lectura compartida Folio giratorio por parejas	20' 15'
3. Exposición de dibujos conceptuales y resolución de dudas.			Debate	10'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula	1-2. Equipos base 3. Grupo clase	Khan Academy (2020 ^a , 2020 ^b) Diccionario Folios	Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación inicial (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.5. Descripción de la sesión de intervención 3.

Sesión 3: Guisantes y herencia. Experimentación en laboratorio y elaboración de informe científico (2h)				
Contenidos	Objetivos	EAE	Competencias	
BC-1.3. Las Leyes de Mendel BC-1.4. Resolución de problemas de genética BC-1.5. Dominancia incompleta y codominancia BC-1.1. Proyecto de investigación BC-2.2. Estrategias de investigación y experimentación	OC-1.3; OC-1.4. OC-1.5 OC-2.1. OC-2.2. OAC	EA-3 EA-4 EA-5 EA-12 EA-13	CC-2* CC-4* CC-6* CD-2 CD-4 CD-8* CPS-2 CPS-3* CPS-4*	
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Explicación de la actividad 1-2-4 y del proceso de investigación que tienen que llevar a cabo. A partir de la actividad previa, deberán realizar el experimento. En el laboratorio se mostrarán los cruces de guisantes con sus respectivos resultados (cruces de un carácter, de dos caracteres, codominancia, dominancia incompleta). Al ser guisantes reales, solamente se observará su fenotipo, por lo que deberán encontrar el genotipo de todos los guisantes (Anexo A).			Explicación profesor	15'
2. Plantear los objetivos y la hipótesis de cada problema (sin resolver).			1-2-4	15'
3. Resolución de los problemas de un carácter, dos caracteres, dominancia incompleta y codominancia (Resultados).			1-2-4	25'
4. Explicación sobre cómo realizar un análisis de los resultados y cómo elaborar un informe científico.			Explicación profesor	5'
5. Análisis de los resultados. Relación con las leyes de Mendel (para cada problema realizado). Búsqueda de información por internet.			1-2-4	20'
6. Elaboración del informe mediante la actividad cooperativa “un giro en la reunión”. Redactarán los objetivos, hipótesis, resultados y análisis por ordenador; así como el resumen, la introducción y las conclusiones. Terminarán el informe en casa y lo entregarán la siguiente semana. Evaluación formativa.			Folio giratorio por parejas	30'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
1.2.3. Laboratorio 4.5.6. Sala de Ordenadores	Equipos base	Ficha con los problemas y tablas a completar Guisantes de texturas y colores diferentes <i>PowerPoint</i>	Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación formativa (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.6. Descripción de la sesión de intervención 4.

Sesión 4: La teoría cromosómica de la herencia y los 4 científicos. (1h).				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.6. La teoría cromosómica de la herencia BC-1.7. La determinación genética del sexo		OC-1.6. OC-1.7. OC-1.8. OAC	EA-6 EA-7 EA-8	CC-2* CPS-2 CPS-3* CPS-4
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Explicación de la actividad “los 4 sabios”. En la sesión anterior, se les pedirá que traigan preparado cada uno una parte de la teoría cromosómica de la herencia (con ayuda del profesor y mediante cuatro vídeos o textos, uno para cada alumno) y que expliquen cuatro postulados en distintas épocas. Cada uno será un científico de una época distinta (Sutton y Boveri, Morgan (dos alumnos) y Stern (Anexo A)).			Explicación profesor	10'
2. Cada grupo espontáneo, mediante cada uno de los sabios, deberá desarrollar una teoría que explique cómo y porqué los cromosomas transmiten los caracteres a sus progenitores. Los sabios podrán desarrollar su teoría a partir de los conocimientos de cada uno de ellos.			Los 4 sabios	35'
3. Las teorías desarrolladas se explicarán en la clase.			Los 4 sabios	10'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula	Equipos espontáneos	Folios Ficha con instrucciones a seguir <i>PowerPoint</i>	Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación formativa (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.7. Descripción de la sesión de intervención 5.

Sesión 5: La herencia ligada al cromosoma X. Diversidad genética, ¿Todos somos diferentes? (2h)				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.4. Resolución de problemas de genética BC-1.6. La teoría cromosómica de la herencia BC-1.7. La determinación genética del sexo		OC-1.4 OC-1.6. OC-1.7 OC-1.8 OC-1.11 OAC	EA-4 EA-6 EA-8 EA-11	CC-2 CC-4* CC-6* CPS-2 CPS-3* CPS-4*
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Repaso de la sesión anterior sobre la teoría cromosómica de la herencia. Explicación de la actividad “lápiz al centro” y entrega de las fichas con problemas. Resolución por parte del profesor de un problema sencillo de herencia ligada al sexo y muestra de un árbol genealógico.			Explicación profesor	15'
2. Realización de problemas de herencia ligada al sexo y árboles genealógicos con la actividad “lápiz al centro” (Anexo A).			1-2-4	30'
3. El profesor explicará la tarea a desarrollar en casa de forma individual. Deberán construir su árbol genealógico. Escogerán un rasgo físico (color de ojos, piel, pelo, textura del pelo, etc.) y con los datos de los fenotipos y fotografías, tendrán que elaborar el árbol genealógico de su familia. Muestra de un ejemplo.			Explicación y trabajo en casa	10'
4. Repaso clase anterior. Formación de equipos heterogéneos espontáneos. Explicación de la sesión 5: Actividad “el número” (Anexo A) y del posterior debate.			Explicación profesor	10'
5. Refuerzo de contenidos con la realización de problemas de herencia ligada al sexo y árboles genealógicos con la actividad “el número”. Evaluación formativa.			El número	20'
6. Presentación de sus árboles. Se realiza un debate sobre si todos somos diferentes (sobre nuestros orígenes, la diversidad genética, la cultura, el género) y la importancia de aceptar lo diferente y aprender de ello. Evaluación formativa.			Presentación y debate	25'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula	2. Equipos base 5-6. Equipos espontáneos heterogéneos	Ficha con problemas sobre herencia ligada al sexo y árboles genealógicos PowerPoint	Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación formativa (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.8. Descripción de la sesión de intervención 6.

Sesión 6: Investigando las enfermedades o trastornos hereditarios (3h)				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.8. Trastornos de origen genético. BC-1.9. Prevención y diagnóstico de trastornos de origen genético. BC-1.1. Proyecto de investigación BC-2.2. Estrategias de investigación y experimentación		OC-1.9 OC-1.10 OC-1.11 OC-2.1. OC-2.2. OAC	EA-9 EA-10 EA-12 EA-13	CC-2* CC-6* CD-2 CD-4 CD-8* CPS-2 CPS-3* CPS-4*
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Explicación del profesor de la sesión “Investigando los trastornos genéticos” y cómo realizar un póster científico. Explicar actividad “Grupos de Investigación co-op co-op” (Anexo B). Reparto de documentos.			Explicación profesor	15'
2. Cada equipo base escogerá un trastorno genético distinto (lista expuesta por el profesor). Deberán repartirse los roles y asignarse las distintas tareas (expuestas por el profesor).			Grupos de investigación	5'
3. Planificación de la actividad, búsqueda y selección de información (en la biblioteca, con ordenadores y libros de texto).			Grupos de investigación	35'
4. Repaso sesión anterior y recordatorio de la actividad.			Explicación profesor	5'
5. Búsqueda de información y preparación de la presentación en la sala de ordenadores. Formato póster científico con la herramienta digital <i>Canva</i> . Terminar en casa para poder presentar el próximo día.			Grupos de investigación	50'
6. Presentaciones del póster científico (5' por grupo más 3' de resolución de dudas). Evaluación final.			Presentaciones	55'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
1-2-3. Biblioteca 4. Aula de ordenadores 5. Aula	Equipos base	PowerPoint profesor Herramienta <i>Canva</i> Lista de trastornos Lista de roles a escoger Ordenadores	Evaluación del alumno (Anexo C) Rúbrica aprendizaje cooperativo (Anexo D) Rúbrica evaluación final (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.9. Descripción de la sesión de intervención 7.

Sesión 7: Toca evaluarse (1h)				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
BC-1.3. Las Leyes de Mendel BC-1.4. Resolución de problemas de genética BC-1.5. Dominancia incompleta y codominancia BC-1.7. La determinación genética del sexo		OC-1.3 OC-1.4 OC-1.5 OC-1.7 OC-1.8 OC-1.11	EA-3 EA-4 EA-5 EA-7 EA-8 EA-11	CC-2* CC-4*
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Explicación del examen y las actividades “mejor entre todos” y “uno por todos” (Anexo A).			Explicación profesor	5'
2. Resolución de 10 problemas de genética (un carácter, 2 caracteres, ligado al sexo y árboles genealógicos). En equipos espontáneos de características similares tendrán que resolver los problemas entre todos y, al final, el docente recogerá el cuaderno de un alumno de cada grupo. La nota será la misma para todo el grupo. Evaluación final.			Mejor entre todos y uno por todos	50'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula	Equipos espontáneos homogéneos	Examen	Rúbrica evaluación final (Anexo E)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.10. Descripción de la sesión de intervención 8.

Sesión 3: Feedback, Co-evaluación y auto-evaluación. (30')				
Contenidos		Objetivos	EAE	Competencias
		OAC		CPS1
Desarrollo de la sesión			Actividad	D.T. (')
1. Feedback de los exámenes por parte del profesor. Coevaluación y autoevaluación. Los alumnos, deberán coevaluar y autoevaluarse mediante las rúbricas correspondientes (Anexo C). Posteriormente, se mostrarán las dianas de evaluación y se realizará un debate sobre los puntos a mejorar para las siguientes unidades (tanto para el profesor como para el alumnado).			Debate	20-30'
Espacio	Agrupamiento	Recursos	Instrumentos de evaluación	
Aula o sala de ordenadores	Grupo clase	Fichas de coevaluación y autoevaluación	Coevaluación y autoevaluación (Anexo C)	

Fuente: elaboración propia.

3.3.6. Recursos

Los recursos utilizados en esta propuesta didáctica se mencionan en las tablas de cada sesión de intervención (Tabla 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10). Podríamos diferenciar 3 tipos de recursos:

- **Recursos espaciales:** para desarrollar esta secuencia didáctica, se necesita de un aula debidamente equipada; una sala de ordenadores con, como mínimo, 12 ordenadores (dos ordenadores por equipo); la biblioteca del centro; y un laboratorio de ciencias.
- **Recursos materiales:** que se pueden diferenciar entre los recursos materiales del propio centro (mesas, sillas, ordenadores, pizarra, tiza, proyector, folios en blanco, impresora del centro, diccionario, libros, libros de texto, Tablet para el alumno con TDAH, etc.) y los recursos curriculares elaborados o seleccionados por el profesor (guisantes de texturas y colores, fichas de problemas, de instrucciones, lecturas, examen, rúbricas de evaluación y cuaderno de equipo (normas de funcionamiento, equipos base, responsabilidad de los cargos, autoevaluación y coevaluación curricular y cooperativa).
- **Recursos digitales:** pudiendo diferenciar entre: herramientas o programas digitales utilizados por los alumnos (herramientas de *Google (Sheet, Formular, Docs, etc.)*, *YouTube*, *Canva*, *Microsoft PowerPoint*, *Word*, *Excel* y *Adobe Reader*) y los recursos digitales elaborados por el profesor (presentaciones de PowerPoint y formularios online).

3.3.7. Evaluación

El proceso de evaluación de esta secuencia didáctica se ha elaborado conforme a las directrices marcadas por la Generalitat de Catalunya, mediante la Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la educación secundaria obligatoria. En el art. 3.1 se establece la obligatoriedad de evaluar de forma competencial el aprendizaje del alumnado.

Es por ello que se han seleccionado las competencias sometidas a evaluación en cada sesión (marcadas con asterisco (*)). Para las competencias del ámbito científico-tecnológico se han establecido estándares de aprendizaje evaluables (EAE) con criterios curriculares y competenciales, relacionando cada EAE con una o varias competencias. Para las competencias transversales de los ámbitos digital, y personal y social, se han establecido unos criterios de evaluación a partir de los objetivos planteados para estas competencias.

Se propone una evaluación con carácter global, continua y diferenciada. Para ello, se han diseñado diversas actividades e instrumentos de evaluación para poder observar y evaluar el aprendizaje de cada alumno. Esta evaluación se divide en tres fases, una evaluación inicial, con menor peso en la calificación, una evaluación formativa y una evaluación final. En este proceso de observación, supervisión y evaluación continua, el docente utilizará la rúbrica del Anexo E. Rúbrica de evaluación continua (Tabla A.E.1.); y, para la evaluación de las competencias relacionadas con el aprendizaje cooperativo, la rúbrica del Anexo D. Rúbrica de evaluación del aprendizaje cooperativo (Tabla A.D.1.).

Cabe mencionar la inclusión y el peso en la evaluación final de las evaluaciones, coevaluaciones y autoevaluaciones por parte de los alumnos. De este modo se pretende que cada alumno integre la evaluación como parte de su aprendizaje. Los instrumentos que se utilizarán en esta evaluación por parte del alumnado están descritos en el Anexo C. Coevaluación grupal, individual y autoevaluación (Tablas A.C.1., A.C.2., A.C.3., A.C.4. y *Figuras A.C.1 y A.C.2*). Exceptuando la evaluación por parte del alumnado sobre el contenido y la exposición oral del póster científico de la sesión 6 (Tabla A.C.1.), todas las evaluaciones se enfocan en las competencias sociales y personales relacionadas con el aprendizaje cooperativo. La evaluación en los alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo tendrá adaptaciones individuales y específicas en cada caso. Además, se adaptarán las actividades de evaluación final, como en el caso del examen de la sesión 7.

La calificación final de la unidad se realizará mediante los indicadores descritos en la Tabla 3.11., repartiendo el peso de cada competencia según el trabajo realizado durante la unidad. Por tanto, a las competencias del ámbito científico-tecnológico, consideradas como las únicas calificables en la asignatura, se les asigna el siguiente peso:

Competencia Científico-tecnológica 2 (CC-2). *Identificar y caracterizar los sistemas biológicos y geológicos desde una perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de fenómenos naturales. (40%).*

Competencia Científico-tecnológica 4 (CC-4). *Identificar y resolver problemas científicos susceptibles de ser investigados en el ámbito escolar, que impliquen el diseño, la realización y la comunicación de investigaciones experimentales. (30%).*

Tabla 3.11. Ejemplo de cálculos para la obtención de las calificaciones finales.

Competencias Científico-Tecnológicas (CC)										
	Ideas previas (S1)	Dibujo conceptual (S2)	Informe científico (S3)	T. cromosómica (S4)	Problemas genética (S5)	Á. genealógico (S5)	Póster científico (S6)	Examen (S7)	Total	Evaluación
CC2 (40%)										
%	5%	10%	25%	10%			30%	20%	100%	
Alumno A	4	4	4	3			4	4	3,9	4 Excelente
Alumno B	3	3	3	3			3	3	3	3 Notable
Alumno C	2	3	2	2			2	2	2,1	2 Suficiente
Alumno D	1	1	1	2			1	1	1,1	1 Insuficiente
CC4 (30%)										
%			30%		25%	15%		30%	100%	
Alumno A			4		4	3		4	3,6	4 Excelente
Alumno B			3		2	4		4	2,8	3 Notable
Alumno C			2		3	2		3	2,25	2 Suficiente
Alumno D			1		1	1		2	1,1	1 Insuficiente
CC6 (30%)										
%			35%			15%	50%		100%	
Alumno A			4			2	4		3,7	4 Excelente
Alumno B			3			3	3		3	3 Notable
Alumno C			2			1	2		1,9	2 Suficiente
Alumno D			1			2	1		1,2	1 Insuficiente
Transversal: Competencias digitales. CD-8 (100%)										
%			50%				50%		100%	
Alumno 1			4				4		4	4 Excelente
Alumno 2			3				3		3	3 Notable
Alumno 3			2				2		2	2 Suficiente
Alumno 4			1				1		1	1 Insuficiente
Transversal: Competencias Personales y Cívicas (CPS)										
	Lápices al centro (S1)	L. Compartida y folio giratorio (S2)	1-2-4 y folio giratorio (S3)	Los 4 sabios (S4)	1-2-4 y el número (S5)	Grupos de investigación (S6)	Autoevaluación final	Coevaluación final	Total	Evaluación
CPS-3 (50%)										
%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	30%	100%	
Alumno 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4 Excelente
Alumno 2	3	3	3	3	3	3	2	3	2,8	3 Notable
Alumno 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 Suficiente
Alumno 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 Insuficiente
CPS-4 (50%)										
%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	20%	20%	100%	
Alumno 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4 Excelente
Alumno 2	3	3	3	3	3	3	2	3	2,8	3 Notable
Alumno 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 Suficiente
Alumno 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 Insuficiente

Nota: Distribución por actividades y peso en cada competencia. *Fuente:* Elaboración propia.

Competencia Científico-tecnológica 6 (CC-6). *Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico. (30%).*

Se asigna un 100% a la calificación transversal del ámbito digital a la **Competencia Digital 8 (CD-8)**. *Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativos.*

Para finalizar, la calificación transversal del ámbito personal y social, se reparte en un 50% entre la **Competencia Personal y Social 3 (CPS-3)**: *Desarrollar habilidades y actitudes que permitan afrontar los retos del aprendizaje a lo largo de la vida* y la **Competencia 4 (CPS4)**: *Participar en el aula, en el centro y en el entorno de forma reflexiva y responsable.*

Tanto la calificación de las competencias del ámbito dónde se incluye la asignatura de Biología y Geología, como las competencias transversales, tendrán 4 niveles de logro, siendo 1 un insuficiente, 2 un suficiente, 3 un notable y 4 un excelente. Asimismo, toda la evaluación realizada va acorde a los mismos niveles de logro que la calificación final. Para las medias ponderadas en la calificación final, se tiene en cuenta el siguiente baremo:

- Logro insuficiente: 1-1,8
- Logro suficiente: 1,9-2,6
- Logro notable: 2,7-3,4
- Logro excelente: 3,5-4

3.4. Evaluación de la propuesta

Tal y como se comenta en el apartado 2.5.6. *Evaluación del aprendizaje cooperativo*, para una correcta implementación de la metodología utilizada, es necesario que el docente realice una autoevaluación durante la unidad y al finalizarla. La siguiente rúbrica (Tabla 3.12) se ha desarrollado con esta intención. El docente, tanto en cada actividad cooperativa (AC) como al finalizar la unidad, debería de reflejar y crear propuestas de mejora entorno a la planificación y el desarrollo de la unidad o de la AC; de observar y ayudar en los procesos psicosociales de los alumnos; supervisar y concretar estrategias para el correcto desarrollo de los roles; y reflejar si la distribución de los equipos es heterogénea.

Tabla 3.12. Autoevaluación del docente al finalizar la unidad.

ÁMBITO		1 (A mejorar)	2 (Bien)	3 (Excelente)	Obs.
Planificación y desarrollo de la AC	<i>Compatibilidad con contenidos</i>	La actividad utilizada no se ha desarrollado acorde con la tarea realizada.	La actividad utilizada se ha desarrollado acorde con la tarea realizada, pero puede mejorarse.	La actividad utilizada se ha desarrollado acorde con la tarea realizada.	
	<i>Grado de adquisición de contenidos</i>	Los alumnos no han adquirido el contenido trabajado.	Los alumnos han adquirido el contenido trabajado.	Los alumnos han adquirido los contenidos trabajados de manera excelente y pueden explicárselos a otros compañeros.	
	<i>Grado de participación intragrupal</i>	No hay una participación elevada y esta se produce a distintos niveles.	La participación de los distintos miembros del equipo ha sido elevada, aunque a distintos niveles.	La participación ha sido elevada y equitativa.	
	<i>Materiales y distribución temporal</i>	Los materiales escogidos y/o la distribución temporal no han sido los adecuados para el desarrollo de la actividad.	La mayoría de materiales y la distribución temporal ha sido adecuada.	Los materiales y la distribución temporal se han ajustado perfectamente al desarrollo de la actividad.	
Procesos psicosociales	<i>Habilidades sociales</i>	Pocos alumnos dialogan entre ellos, sin tomar decisiones de forma participativa ni consensuada.	La mayoría de alumnos dialogan entre ellos, toman decisiones de forma participativa y consensuada.	Todos los alumnos dialogan entre ellos, toman decisiones de forma participativa y consensuada.	
	<i>Resolución de conflictos</i>	Solamente en algunos equipos se da un diálogo entre ellos para resolver distintas situaciones y/o piden ayuda al docente para resolver los conflictos.	En la mayoría de equipos hay diálogo entre ellos para resolver distintas situaciones y/o piden ayuda al docente para resolver los conflictos.	Hay diálogo entre ellos para resolver distintas situaciones y piden ayuda al docente para resolver algunos conflictos.	
	<i>Ayuda mutua</i>	Pocos alumnos con necesidad de ser ayudados piden ayuda, o pocos alumnos responden para ayudarlos.	La mayoría de alumnos con necesidades de ayuda la piden, y la respuesta de sus compañeros es correcta.	Los alumnos con necesidad de ayuda la piden, y la respuesta de los compañeros es excelente.	
Desarrollo de los roles		No todos los miembros de cada equipo desarrollan su rol de manera adecuada, delegando la mayoría de las funciones a pocos alumnos.	La mayoría de los miembros de cada equipo desarrollan los cargos de manera adecuada. Algún miembro de algún equipo no es capaz de realizar las funciones que le correspondían.	Todos los roles de los distintos equipos se desarrollan adecuadamente.	
Heterogeneidad de los equipos		La mayoría de equipos no tienen una distribución heterogénea.	La mayoría de equipos tienen una distribución heterogénea.	La distribución de los alumnos ha sido heterogénea.	

Fuente: elaboración propia

Los alumnos también utilizarán diversos instrumentos de evaluación de la secuencia didáctica y la metodología utilizada. El más importante es el debate realizado en la sesión 8 (Tabla 3.10), mediante el cual se comentarán todos los puntos fuertes y débiles que se han desarrollado

durante la secuencia didáctica: si se han cumplido los objetivos, si la metodología es adecuada, si la retroalimentación ha sido continua, si se ha felicitado a los alumnos con objetivos cumplidos, y propuestas de mejora para la siguiente unidad. Otro instrumento es el *checklist* de autoevaluación (Anexo C, Tabla A.C.4.), con la que deben reflexionar y escribir las debilidades y fortalezas de la metodología utilizada, con el fin de mejorar su aprendizaje.

La siguiente matriz DAFO (Tabla 3.13) pretende analizar resumidamente la propuesta desde una perspectiva anterior a su intervención. De este modo, se podrá incidir en las debilidades y amenazas previas que se presentan, potenciar las fortalezas y oportunidades, y reformular el análisis una vez finalizada la intervención.

Tabla 3.13. Matriz DAFO sobre la propuesta de intervención.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alta carga de trabajo (docentes y alumnos) ➤ Alta formación y experiencia con la metodología utilizada ➤ Complejidad en la observación y gestión del aula ➤ Evaluación compleja ➤ Falta de aportación a la comunidad educativa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alumnos poco formados en AC: Riesgo de holgazanería social y desinterés ➤ Tiempo limitado para desarrollar contenidos ➤ Falta de coordinación entre departamentos, y entre profesores y tutor ➤ Poca aportación de la comunidad educativa
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motivación del nuevo profesorado en el uso de nuevas metodologías ➤ Cubre la atención a la diversidad a nivel de aula ➤ Requiere de pocos recursos materiales del centro ➤ Contenido y dinámicas de clase más atractivas ➤ Diversidad genética como multiculturalidad 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Favorece el propio aprendizaje del alumno. ➤ Favorece la motivación y las aptitudes necesarias para trabajar en equipo. ➤ Favorece el cambio metodológico de enseñanza-aprendizaje en el centro ➤ Posible coordinación multidisciplinar

Fuente: elaboración propia

4. Conclusiones

En conclusión, el presente TFM ha conseguido elaborar una propuesta de intervención en la que se trabaje la genética mendeliana utilizando la metodología de aprendizaje cooperativo. A su vez, la alta diversidad de actividades estructuradas de forma cooperativa pretende solventar la falta de motivación en el alumnado (PISA). Estas estructuras cooperativas, a través de los conocimientos de genética y las reflexiones realizadas mediante debates, permiten atender la diversidad cultural, étnica, de género y de aprendizaje que existe en las aulas actuales y fomentar sus potencialidades. La cooperación entre iguales como metodología esencial de trabajo en esta propuesta de intervención pretende revertir el individualismo social y la competencia, muy presentes en nuestra sociedad y, por consiguiente, en la educación de nuestros centros.

En referencia a la falta de motivación de los alumnos y, en particular, hacia las ciencias y su impacto en el rendimiento académico, el presente estudio ha identificado que esta desmotivación se debe al uso de metodologías tradicionales que implican poca participación de los alumnos, actividades poco prácticas, sin trabajo en equipo, pocos proyectos científicos de interés, etc. (Robles et al., 2015).

Para intentar solventar este problema, el presente trabajo ha diseñado una propuesta que incluye actividades más prácticas y contextualizadas, con resoluciones de problemas de genética contextualizados, investigación de trastornos genéticos y sistemas de prevención, creación de árboles genealógicos familiares, desarrollo de teorías propias, reflexión sobre investigaciones recientes e históricas, etc.

También incluye la investigación y experimentación en grupos de investigación científicos, en los que los alumnos participan, interaccionan, plantean objetivos e hipótesis; buscan y seleccionan información, la comparten; generan resultados, los analizan; resumen el trabajo y lo presentan en un formato específico y contextualizado con la labor científica.

Otro elemento a destacar es la alta participación de forma equitativa que pretende establecerse entre alumnos y que se genera mediante la utilización de estructuras cooperativas. Estas estructuras favorecen la interacción entre iguales, ya que impulsa a los alumnos a consensuar objetivos, respetar turnos de palabra, ayudarse mutuamente y resolver conflictos. Además, mediante la creación de equipos espontáneos en distintas sesiones, la

generación de debates y las presentaciones orales, se pretende que la participación se traslade al grupo clase.

Como elementos a mejorar, cabe mencionar la falta de salidas de campo debido a un contenido más propio para trabajarlo en el aula, en el laboratorio y con ordenadores. Otro punto a mejorar es la falta de transversalidad con otras asignaturas, pudiéndose introducir la asignatura de inglés y/o las matemáticas dentro de la secuencia didáctica. Además, el proceso de educación inclusiva que pretende abarcar la propuesta, se centra solamente a nivel de aula, siendo necesario el contacto con toda la comunidad educativa en posteriores secuencias didácticas, una vez se hayan fortalecido las aptitudes y habilidades de interacción.

Para finalizar, el presente trabajo ha identificado, reflexionado y materializado los diferentes elementos necesarios para aplicar un aprendizaje cooperativo en el alumnado que cursa 4º de la ESO. Toda la metodología y las estructuras cooperativas se han diseñado de acuerdo a la edad de los alumnos para que la intervención en el aula sea eficaz. Asimismo, se ha tenido en cuenta la necesidad de modificar sustancialmente las estructuras tradicionales para el correcto desarrollo del aprendizaje cooperativo: fomentando hábitos de trabajo cooperativo, cambiando la distribución del aula, generando buen clima y cohesión de grupo, formando grupos heterogéneos, promoviendo la responsabilidad individual y grupal, potenciando la interacción entre iguales y mejorando el propio aprendizaje mediante la autorregulación.

Con todo ello, se pretende que el uso de esta secuencia didáctica sirva como una herramienta eficaz para desarrollar, a través de la herencia genética y el aprendizaje cooperativo, un proceso inclusivo en las aulas de Biología y Geología en Educación Secundaria.

5. Limitaciones y prospectiva

En primer lugar, cabe mencionar que la principal limitación del presente estudio es la ausencia de la puesta en práctica de la secuencia didáctica. Sin una aplicación real, todo el análisis realizado en las conclusiones no se puede contrastar. Su aplicación favorecería el análisis de los contenidos, de las estructuras cooperativas y de los instrumentos de evaluación, tanto a nivel curricular, como competencial o metodológico, con la posibilidad de elaborar mejoras en un futuro.

Tal y como se ha mostrado en la DAFO (Tabla 3.13) del presente estudio, la propuesta didáctica presenta una serie de debilidades y amenazas que hay que considerar a la hora de aplicarla. La secuencia didáctica tiene una alta carga de trabajo por parte del profesor en la planificación y gestión de los recursos, así como en su puesta en práctica; ya que, durante la sesión, se debe gestionar la clase, observar, supervisar, explicar contenidos y resolver dudas. Es en la observación y supervisión donde se encuentra una mayor dificultad, ya que el profesor debe gestionar su tiempo, seleccionar la información adecuada y ser objetivo, a pesar de contar con instrumentos de supervisión eficaces. Además, es necesario que esté bien formado y que tenga la experiencia suficiente para supervisar todos los elementos presentes en el aula.

Otro factor limitante es la dificultad que presenta su evaluación. La puesta en marcha de la evaluación competencial en Catalunya genera una dificultad extra a la hora de evaluar con la misma calificación los contenidos curriculares y las competencias. Este hecho provoca que los alumnos puedan tener varias calificaciones según las competencias evaluadas en cada actividad. No obstante, no se pretende argumentar la inoperatividad de evaluar de forma competencial, sino todo lo contrario: profesores y alumnos deben aprender a trabajar competencialmente y, por consecuente, evaluarse entorno a ello. La dificultad radica en que el docente no está acostumbrado y debe aprender a relacionar el contenido y los criterios de evaluación con las competencias que se trabajan y, a su vez, encontrar los métodos necesarios para su evaluación.

Para finalizar, es necesario mencionar las mejoras que se podrían realizar en un futuro próximo. Habría que aplicar la propuesta didáctica en un aula y, posteriormente, analizar qué fortalezas presenta y cómo mejorar sus debilidades. Una de las mejoras que no precisa de una aplicación previa es la de rediseñar la propuesta enfocándola en un ámbito más

multidisciplinar. Un ejemplo es la inclusión de asignaturas transversales en la propuesta, como podría ser la lengua inglesa durante el proyecto de investigación científica, o las matemáticas en la resolución de problemas de genética mendeliana. Y, por último, la mejor prospectiva de futuro es la posibilidad de aplicar la propuesta con otros docentes, compartiendo opiniones, analizando estructuras, procedimientos, instrumentos, readaptándola y mejorándola; es decir, poniendo en práctica la “esencia” de esta metodología.

Referencias bibliográficas

- Andreu, M. (2020, junio 8). *Teoría Cromosómica de la Herencia* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=azclQW7XUpE>
- Barkley, E., Major, P., & Howell, C. (2012). Facilitar la colaboración de los estudiantes. In *Técnicas de aprendizaje colaborativo: manual para el profesorado universitario* (2nd ed., pp. 34–73). Ediciones Morata, S.L.
- Bauman, Z. (2007). Los retos de la educación en la modernidad líquida. In *Pedagogía Social.txt*. Editorial Gedisa.
- Bauman, Z. (2017). *Retrotopía*. Paidós. Espasa Libros.
- Biología-Geología.com. (2020). *Teoría cromosómica de la herencia. Genes ligados*. https://biologia-geologia.com/BG4/332_teor%C3%ADa_cromosomica_de_la_herencia.html
- Boehm, C. (2008). Purposive social selection and the evolution of human altruism. *Cross-Cultural Research*, 42(4), 319–351. <https://doi.org/10.1177/1069397108320422>
- Darwin, C. (1859). On the Origin of the Species. In *Darwin*.
- Decreto 150/2017, de 17 de octubre, de la atención educativa al alumnado en el marco de un sistema educativo inclusivo. *Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 7477, de 19 de octubre de 2017, 1-18. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2017/10/17/150>
- Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria. *Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 6945, de 28 de agosto de 2015, 1-305. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2015/08/25/187>
- Echeita, G., & Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Pautas de Acción para el Desarrollo de una Revolución Pendiente. *Tejuelo: Revista de Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 12, 26–46. <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/tejuelo/article/view/2497>
- Educar. (2020, marzo 10). *Crossing Over* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=NF_DsrloqyM
- Eficiencia. (2020, marzo 31). *Teoría cromosómica de la herencia. Explicada con su desarrollo histórico* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LIFG5p5AeXk>
- Espasadín, N., y Mele, A. (2020, agosto 6). *¿Qué son las enfermedades genéticas?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=npB8iigZfjs>
- Fernández de Haro, E. (2013). El trabajo en equipo mediante aprendizaje cooperativo. *Curso de Tutoría*

y Orientación En La Educación Superior, IV.

http://calidad.ugr.es/tutoria/materiales_asistentes/aprendizaje-cooperativo-en-grupos

Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(1), 222–227.

<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011>

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula* (E. P. SAICF (ed.)). Association For Supervision and Curriculum Development.

Johnson, David W, & Johnson, R. T. (2019). Cooperative Learning: The Foundation for Active Learning. In S. M. Brito (Ed.), *Active Learning*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81086>

Johnson, David W., & Johnson, R. T. (2019). Cooperative Learning: The Foundation for Active Learning. In S. M. Brito (Ed.), *Active Learning*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81086>

Johnson, E. D. W., & Johnson, R. T. (2016). The Cooperative Link. Need for Group Processing. *The Newsletter of The Cooperative Learning Institute*, 30(1), 1–4.

<https://static1.squarespace.com/static/55b8e334e4b0e176420c9949/t/56a055495a56686ee6b5df60/1453348195322/CLI+Newsletter+-+2016+Volume+30%281%29.pdf>

Kagan, S. (1985). Co-op Co-op. In R. E. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb, & R. Shumuck (Eds.), *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn* (pp. 437–452). Springer US.

https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3650-9_16

Kagan, S. (2001). Kagan Structures and Learning Together: What is the Difference? *Kagan Online Magazine*. https://www.kaganonline.com/free_articles/dr_spencer_kagan/275/Kagan-Structures-and-Learning-Together-What-is-the-Difference

Kagan, S. (2013). Cooperative Learning Structures. *Kagan Online Magazine*, 53.

https://www.kaganonline.com/free_articles/dr_spencer_kagan/426/Cooperative-Learning-Structures

Kagan, S. (2020). *Kagan Publishing & Professional Development*. <https://www.kaganonline.com/>

Khan Academy. (2016, mayo 17). *Thomas Hunt Morgan y las moscas de la fruta* [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=mdHy5-5x0XA>

Khan Academy. (2020). *La ley de la segregación*. <https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-classical-genetics/hs-introduction-to-heredity/a/the-law-of-segregation>

Khan Academy. (2020). *Mendel y sus guisantes*. <https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-classical-genetics/hs-introduction-to-heredity/a/mendel-and-his-peas>

- Lata Doporto, S., & Castro Rodríguez, M. M. (2016). El Aprendizaje Cooperativo, un camino hacia la inclusión educativa. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), 1085–1101. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n3.47441
- Ley 12/2009, de 10 de julio, de Educación. *Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 5422, de 16 de julio de 2009, 1-109. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2009/07/10/12>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación. (2006). *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 04 de mayo de 2006, 1-110. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, reguladora del Derecho a la Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 159, de 04 de julio de 1985, 1-21. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12978>
- López, A., Martín-Lunas, P., Figueroa, V., Solari, M., & Rasskin, I. (2014). Aprenentatge cooperatiu. In *Monografies Didàctiques Projecte Construïm* (Issue 2006, pp. 1–17). Editorial Cruïlla.
- López, A., Martín-Lunas, P., Figueroa, V., Solari, M., & Rasskin, I. (2016). *Aprendizaje cooperativo 1 y 2* (A. Sandoval (ed.)). Grupo SM Savia.
- Margulis, L. (1998). *The Symbiotic Planet: A New Look At Evolution* (6 ed.). Basic Books.
- Martínez Pulido, C. (2014). *Lynn Margulis: la vida desde la cooperación microbiana*. *Vidas científicas. Mujeres con ciencia*. <https://mujeresconciencia.com/2014/07/16/lynn-margulis-la-vida-desde-la-cooperacion-microbiana/>
- Miles, J., & Lovelock, J. (1989). The Ages of Gaia. A Biography of Our Living Earth. *The Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.2307/2404098>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020a). *Explotación de las variables educativas de la Encuesta de Población Activa*. 1–13. <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:59f6b4f0-b2a9-4781-b298-96fb27eea0c8/notaresu.pdf>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020b). *Las cifras de la educación en España. Estadísticas e indicadores. Edición 2020*. <http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/indicadores/cifras-educacion-espana/2017-18.html>
- Ministerio de Educación, C. y D. (2019). *PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes*. Informe español. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=20372
- Moliner García, O. (2008). Condiciones, procesos y circunstancias que permiten avanzar hacia la inclusión educativa: Reomando las aportaciones de la experiencia canadiense. *Revista Electrónica*

Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 6(2). 27–44.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55160204>

Morgan, L. H. (1881). Ancient society, or, Researches in the lines of human progress from savagery through barbarism to civilization. In *Ancient society, or, Researches in the lines of human progress from savagery through barbarism to civilization*. <https://doi.org/10.1522/030110918>

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 25, de 29 de enero de 2015, 6986-7003. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-738>

Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la educación secundaria obligatoria. *Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 7477, 1-60. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/o/2018/07/04/ens108>

Problemas de genética. Biología de 4º de ESO. (n.d.).
http://iesalyanub.com/IMG/pdf/problemas_de_genetica.pdf

Pujolàs, P. (2003). *El Aprendizaje Cooperativo: algunas ideas prácticas*. Documento de trabajo. Resumen de: Pujolàs, P (2004): *Aprender juntos alumnos diferentes. Los equipos de aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona. Eumo-Octaedro.

Pujolàs, P. (2008). *El aprendizaje cooperativo. 9 ideas clave* (Vol.8). Editorial GRAÓ.

Pujolàs, P. (2009). Aprendizaje Cooperativo Y Educación Inclusiva: Una Forma Práctica De Aprender Juntos Alumnos Diferentes. *VI Jornadas de Cooperación Educativa Con Iberoamérica Sobre Educación Especial e Inclusión Educativa*, 51.

Pujolàs, P. (2012). Aulas inclusivas y aprendizaje cooperativo. *Educatio Siglo XXI*, 30(1), 89–112.
<https://revistas.um.es/educatio/article/view/149151>

Pujolàs, P., Lago, J. R., Naranjo, M., Pedragosa, O., Segués, T., Soldevila, J., Juan, M., & Oliveras, A. (2014). El Programa CA/AC (Cooperar per Aprender/Aprender a Cooperar) per ensenyar a aprendre en equip. Implementació de l'aprenentatge cooperatiu a l'aula. *Grup de Recerca En Atenció a La Diversitat.*, 2011, 154. <http://cife-ei-caac.com/wp-content/uploads/2015/06/APRENTATGE-COOPERATIU.pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, de 03 de enero de 2015, 1-35. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-37>

- Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo 2006/962/CE, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 394/10, de 30 de diciembre de 2006, 1-9. <http://data.europa.eu/eli/reco/2006/962/oj>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, R., & Lozano, Ó. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 14(3), 361–376. <http://hdl.handle.net/10550/49541>
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió Más, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 117(21), 91–117. <https://doi.org/10.7203/dces..2428>
- Traver Martí, J. A., Rodríguez Feliu, M., & Caño Llorens, J. M. (2008). *La carpeta del equipo: una herramienta para ayudar a trabajar en grupos cooperativos*. 1, 1–18. <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/10653>
- UNESCO. (2005). Guidelines for Inclusion: Ensuring Access to Education for All. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, 37.
- UNESCO. (2020a). Enseñanza inclusiva: Preparar a todos los docentes para enseñar a todos los alumnos. *UNESCO Documento de Política 43*. <http://teachertaskforce.org/es>
- UNESCO. (2020b). *Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020. Inclusión y educación: Todas y todos sin excepción*.

Anexo A. Actividades cooperativas

Entrevista en 3 pasos. Sesión 1, 18’ (adaptado de Kagan, 2020).

Esta Actividad Cooperativa se ha utilizado para repasar conceptos de unidades anteriores que son necesarios en esta secuencia didáctica. El profesor escribe en la pizarra conceptos (ADN, gen, cromosoma, cariotipo, genotipo y fenotipo) relacionados con la nueva unidad. Los alumnos se ponen por parejas (2 parejas por equipo base) y deben realizar una serie de preguntas en base a estos conceptos que ya se habrán impartido dentro del bloque La vida, conservación y cambio (CC: Modelo célula). Esta entrevista durará 6 minutos (3 minutos por cada pareja), y cada alumno debe escribir las respuestas del compañero. Seguidamente, se formarán los equipos base (2 parejas), y cada miembro expondrá la respuesta de su compañero a los otros miembros. En este punto, se pretende que todos los miembros del equipo aporten y desarrollen las preguntas correctas y elijan una respuesta en común (6 minutos). A continuación, se elegirá un grupo para que exponga el significado de cada concepto al grupo clase. El profesor, en este momento, matizará los conceptos finales (8 minutos).

Lápices al centro. Sesión 1, 30’. (Adaptado de Pujolàs, 2008)

El profesor repartirá una hoja con varias preguntas sobre genética mendeliana. ¿Qué es la genética y para qué sirve? ¿Qué entendéis por herencia?, ¿y por carácter? ¿Cómo pensáis que se descubrió la herencia de los genes? ¿Qué es un árbol genealógico?, ¿y un trastorno genético? Al tratarse de la fase de conocimientos previos, las preguntas son más generales y pueden responderse de forma diferente. Además, con los conceptos adquiridos se procurará enfocar otras cuestiones desde una perspectiva de respeto hacia las diferencias: Por tanto, ¿existen personas iguales? ¿Por qué somos todos diferentes? ¿Qué nos hace iguales?

Con los lápices en medio de la mesa, cada estudiante debe hacerse cargo de la respuesta de una o dos preguntas. Deben pensar de forma individual cada respuesta. Seguidamente, explican a sus compañeros las preguntas e interaccionan para llegar a una respuesta común. Cuando la respuesta está clara, cada alumno coge el lápiz y anota el resultado en silencio. Una vez se ha respondido cada pregunta de cada miembro del equipo, se hayan puesto en común y redactado, el portavoz del equipo explica las respuestas al grupo clase. Cada portavoz

explicará las respuestas del grupo al resto de compañeros (6 grupos a 2' por grupo y el resto 10' de debate reflexivo con el grupo clase).

Lectura compartida. Sesión 2, 20' (adaptado de Johnson et al., 1999)

Se reparten los textos “Mendel y sus guisantes” (Khan Academy, 2020b) y “La ley de la segregación” (Khan Academy, 2020a) para comprender el estudio de la herencia realizado por Mendel. Un miembro del equipo lee el primer párrafo y el resto atiende. A continuación, el miembro de la izquierda (se siguen las agujas del reloj) debe explicar lo que ha leído el primer compañero y realizar un pequeño resumen. Los dos compañeros siguientes (3º y 4º) revisan que el resumen esté correcto y lo amplían.

El 2º miembro sigue leyendo el siguiente párrafo, el 3º hace el esquema, y el 4º y el 1º corrigen y amplían el esquema. Cada palabra que no entiendan la pueden buscar en el diccionario o que el portavoz lo pregunte al docente.

Folio giratorio por parejas. Sesión 2, 15'+10' de debate y Sesión 3, 30' (adaptado de Kagan, 2020)

En cada equipo, y por parejas, realizan un dibujo conceptual que explique cómo Mendel realizaba artificialmente la autofecundación de distintos guisantes. A los 5 minutos, se intercambian el folio con la otra pareja del equipo base y continúan el dibujo conceptual que estaba desarrollando la otra pareja. Un miembro de la pareja realiza el dibujo y el otro está atento a la coherencia conceptual, entonces se intercambian los roles en cada turno.

Seguidamente, se exponen los dibujos conceptuales y se realiza una votación para valorar los 3 mejores dibujos. Se llevará a cabo un debate para resolver las dudas conceptuales que hayan surgido durante la actividad.

Fase de desarrollo

1-2-4 (Sesión 3 y 5, 100') (adaptado de Kagan, adaptado por Pujolàs, 2008)

El profesor creará las muestras con los cruces de guisantes repartidas por distintos puntos del laboratorio (cada cruce es un problema y se denominan A, B, C, D, etc., extraídos de *Problemas de Genética. Biología de 4º de ESO*, n.d.). Solamente tendrán el fenotipo de los cruces, por lo tanto, deberán encontrar el genotipo de todos los guisantes. Primero, han de plantear los objetivos generales y la hipótesis de cada problema a realizar. Seguidamente, resolver los

problemas planteados y analizarlos. En todo este proceso se utilizará la AC 1-2-4. Se repartirá una hoja como en la Tabla A.A.1. para cada problema (A, B, C, D... exceptuando la parte de objetivos). En el punto 1, cada miembro del equipo escribe, de forma individual, cuáles considera que son los objetivos.

Tabla A.A.1. Material para los problemas de genética mendeliana de la sesión 3.

OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD	
1	
2	
4	
PROBLEMA A	
HIPÓTESIS	
1	
2	
4	
RESULTADOS	
1	
2	
4	
ANÁLISIS (Con ordenador, mismo proceso, pero sin redactar)	

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se juntan por parejas del mismo equipo e intercambian sus respuestas, las comentan y elaboran una respuesta conjunta para el punto 2. Finalmente, todo el equipo

comparte la información, la consensuan y la escriben en el punto 4. Este proceso se repite posteriormente en cada problema y en cada nivel del proceso (hipótesis y resultados). En el análisis utilizarán la misma metodología, pero, en vez de escribirlo en papel, lo podrán pensar, comentar y, posteriormente, realizar una redacción entre los cuatro miembros.

Los 4 sabios (Sesión 4, 45') (Pujolàs, 2014)

En la sesión anterior, el docente selecciona cuatro alumnos de alto rendimiento (o que muestren mucho interés por la materia) y les explica que deben llevar preparado cada uno de los científicos históricos y sus postulados para poder explicarlo a los compañeros.

Un sabio será Sutton y/o Boveri, quienes descubrieron que los factores hereditarios están en los cromosomas: min 1 a 8 del vídeo [Teoría Cromosómica de la Herencia](#) (Andreu, M., 2020, junio 8). Otro sabio será T.H. Morgan y explicará el experimento con *Drosophila melanogaster*, transmitiendo que los genes están en los cromosomas, ya que estos determinan el sexo: Vídeo [Thomas Hunt Morgan y las moscas de la fruta](#) (Khan Academy, 2016, mayo 17); otro también será Morgan, pero en este caso explicará la observación de dos caracteres que se heredaban juntos y, por lo tanto, que los resultados que él encontró incumplían la 3ª ley de Mendel, (los genes se encuentran linealmente en los cromosomas): Texto [Teoría Cromosómica de la Herencia. Genes Ligados](#) (Biologia-Geologia.com, 2020). El último sabio será Stern y explicará la recombinación genética mediante el entrecruzamiento meiótico (los genes ligados pueden heredarse por separado): [Crossing Over](#) (Educar, 2020, marzo 10).

Un miembro de cada equipo deberá hablar con uno de los cuatro sabios y apuntar su nombre, este le enseña qué es lo que sabe y deberá volver al grupo para explicarlo a los otros compañeros. Cada miembro del equipo debe aprender de un sabio distinto; de esta forma, completan toda la información recibida y construyen la teoría y su cronología. Al finalizar, cada grupo explica su teoría hasta llegar a un consenso común. Si se observan dudas, se les proporcionará el vídeo [Teoría cromosómica de la herencia. Explicada con su desarrollo histórico](#) (Eficiencia, 2020, marzo 31).

El número (Sesión 5, 30') (Kagan, 2020)

A todos los alumnos de la clase se les asigna un número en concreto (1, 2, 3, 4...). Todos los equipos deben realizar los problemas y asegurarse que todos sus miembros lo sepan hacer correctamente. El docente saca un número aleatorio de una bolsa, y el alumno que le

corresponda el número debe salir a la pizarra y resolver el problema para todo el grupo clase. Si lo realiza correctamente, todo el equipo es recompensado y los otros equipos deben felicitarlo.

Fase final

Mejor entre todos y uno por todos (50') (Molina et al., en Pujolàs et al., 2014; Pujolàs, 2008)

En esta actividad se forman grupos homogéneos, es decir, de características similares (doce grupos de dos miembros). Deben resolver 10 problemas diferentes de genética que se han trabajado en la sesión. Individualmente, tienen que trabajar los problemas y, cuando hayan terminado, compartir con el compañero los resultados obtenidos y completarlos con la respuesta inicial que habían aportado. Una vez finalizado el ejercicio, el docente recoge un ejercicio por equipo. Este ejercicio se corregirá, y la calificación será la misma para todo el equipo (solamente se corrige de forma conjunta la nota del contenido, ya que la calificación de la presentación de los ejercicios será atribuida individualmente).

Anexo B. Técnica cooperativa

Grupos de investigación *Co-op co-op* (3h) (adaptado de Kagan, 1985)

Con esta técnica cooperativa se pretende que los estudiantes investiguen, busquen información y la seleccionen, ayudándose y planificando el trabajo para cumplir con su objetivo, tanto individual como comunitario.

En primer lugar, el docente pone el vídeo [¿Qué son las enfermedades genéticas?](#) (Espasandín y Melero, 2020, agosto 6) para repasar conceptos e introducir el concepto de trastorno genético, para que los alumnos se animen a descubrir e interesarse en el tema. Se realiza un debate para averiguar qué puntos les pueden interesar. El docente guiará el debate con preguntas como: ¿Creéis que es frecuente heredar enfermedades genéticas? ¿Qué pasaría si tuvieses tres cromosomas X?, ¿o XYY? ¿Podrías tener un gen que no se os manifestara?, etc. Posteriormente, los alumnos seleccionan, de entre la lista expuesta por el docente, el trastorno que más les interese (no se puede repetir el mismo en dos equipos): Daltonismo, Hemofilia A, Enfermedad de Huntington, Fibrosis quística, Enfermedad de Batten, Talasemia, Anemia falciforme, Síndrome de Down, del Triple X, XXY, de Edwards, Patau, etc. Se les mostrará las palabras clave o estructura que deben investigar, pero simplemente se utilizará como guía orientativa:

- Concepto
- Características del trastorno: ¿autosómica recesiva, dominante, ligada al cromosoma X, aneuploidía?, ¿qué lo produce?, ¿qué manifestación fenotípica tiene?, etc.
- Explicar cómo y porqué se hereda.
- Ejemplos: elaboración de dos problemas de genética (y resolverlos) que incluyan la enfermedad o trastorno seleccionado.
- Técnicas de prevención y diagnóstico.

Con la guía del docente, los alumnos deben planificar las tareas a realizar por cada miembro del equipo, los procedimientos específicos que emplearán y los objetivos escogidos. De este modo, deben establecer diferentes roles para asegurar la eficacia del trabajo en equipo (supervisión, portavoz, reparto de tareas y responsabilidades, etc.). Es importante remarcarles que se ayuden entre ellos y, si tienen dudas, pregunten.

Una vez desarrolladas las tareas, individualmente, tendrán que analizar y evaluar la información que aporta cada miembro, planificarán como resumirla y prepararán la presentación en formato póster científico. Además, deben preparar un cuestionario de valoración para que el resto de alumnos del grupo clase lo rellene.

En la siguiente sesión, los equipos presentarán al grupo clase (cada equipo presentará en 5' y podrá resolver dudas en 3'). Para ello, deben gestionarse el tiempo, el espacio y los recursos que van a utilizar durante la exposición. La evaluación tendrá tres partes: el grupo clase evalúa cada una de las exposiciones del equipo; coevaluación entre miembros del equipo; evaluación individual por parte del profesor.

Anexo C. Coevaluación grupal, individual y autoevaluación

Tabla A.C.1. Evaluación del póster científico y la presentación oral por parte del resto de alumnos.

Sesión 6. Evaluación por equipos		Puntuación (marca con una X)			
Equipo A		Muy mejorable	Mejorable	Notable	Excelente
CC-2	La información del póster se entiende perfectamente				
	Explica las características del trastorno de forma clara y concisa				
	Informa y describe técnicas para prevenir y diagnosticar el trastorno genético				
CC-6	El póster no tiene faltas de ortografía				
	Tiene la estructura adecuada (concepto del trastorno, características, prevención, etc.)				
	Contiene vocabulario científico				
	La presentación oral ha sido fluida				
	La presentación oral se ha relacionado con la información del póster				
	La presentación oral se ha ceñido a los 5 minutos				
Observaciones					

Fuente: elaboración propia

Tabla A.C.2. Coevaluación individual del aprendizaje cooperativo.

COEVALUACIÓN INDIVIDUAL	EQUIPO A	
	Alumno X	Alumno Y
Participa activamente en la actividad y escucha a sus compañeros (CPS-4)	4	3
Contribuye al consenso de decisiones (CPS-4)	4	2
Ha aprendido los contenidos de la unidad	4	1
Ayuda a todos los miembros del equipo (CPS-3)	4	3
Pide ayuda cuando lo necesita (CPS-3)	4	4
Cuando aparece un conflicto, sabe resolverlo escuchando a los compañeros (CPS-3)	4	4
Desarrolla todas las funciones que le corresponden con su cargo (CPS-3)	4	2
Trabaja de forma activa y muestra interés (CPS-3)	4	2
En las puntuaciones más bajas, ¿qué propuestas se pueden realizar para mejorar en las siguientes actividades?		

Fuente: elaboración propia

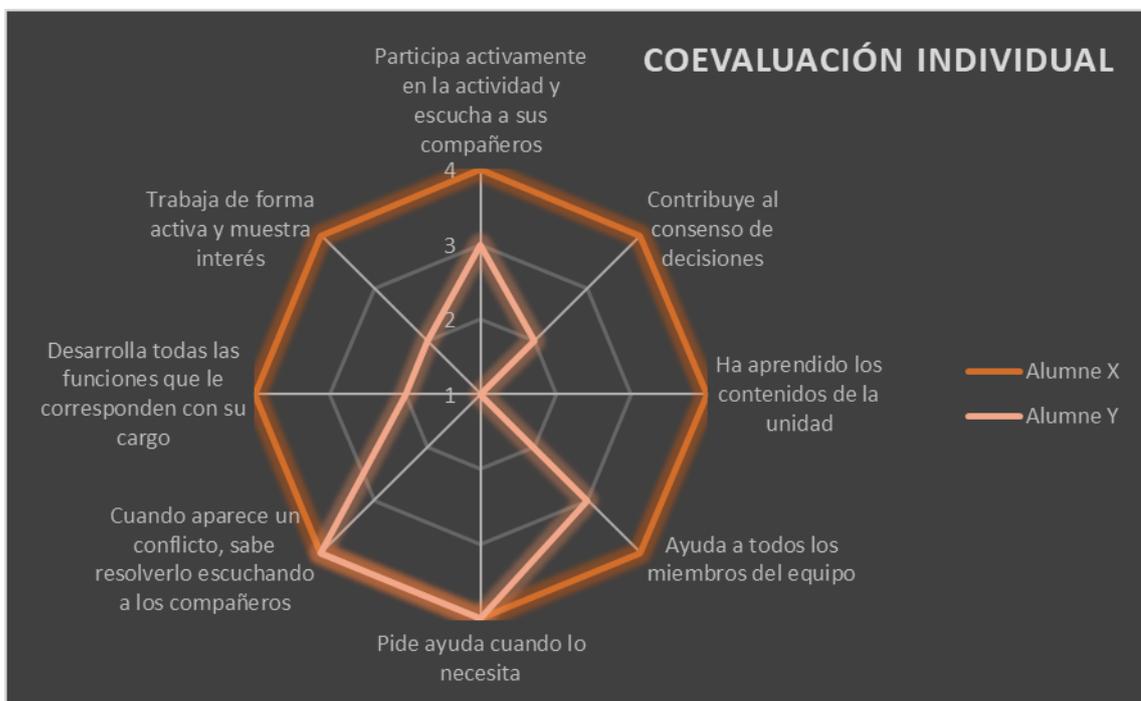


Figura A.C.1. Dial de coevaluación individual por alumno del aprendizaje cooperativo. Fuente: elaboración propia.

Tabla A.C.3. Coevaluación por equipos del aprendizaje cooperativo.

COEVALUACIÓN GRUPAL	EQUIPO A	
	Alumno X	Alumno Y
La participación ha sido activa durante las actividades (CPS-4)	4	3
Hemos contribuido al consenso del grupo (CPS-4)	4	4
Hemos aprendido los contenidos de la unidad	4	4
Nos hemos ayudado entre todo el equipo (CPS-3)	2	4
Se ha pedido ayuda cuando la hemos necesitado (CPS-3)	4	3
Cuando ha aparecido un conflicto, lo hemos resuelto dialogando y escuchando (CPS-3)	4	4
Todos los cargos del equipo se han desarrollado correctamente (CPS-3)	4	3
El trabajo de todo el equipo ha sido activo y mostrando interés (CPS-3)	4	3
En las puntuaciones más bajas, ¿qué propuestas se pueden realizar para mejorar en las siguientes actividades?		

Fuente: elaboración propia

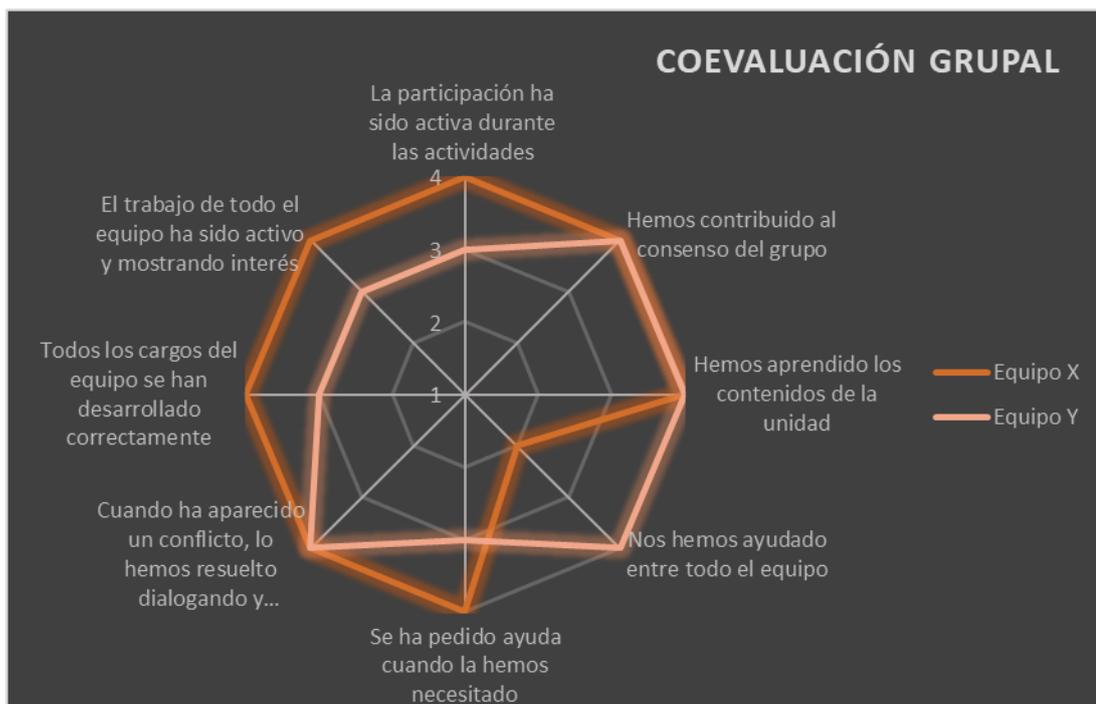


Figura A.C.2. Dial de coevaluación individual por alumno del aprendizaje cooperativo. Fuente: elaboración propia.

Tabla A.C.4. Autoevaluación individual (*Checklist*)

CRITERIO	SÍ	NO
Me ha gustado trabajar esta unidad de forma cooperativa con mi equipo		
Me gusta trabajar con mi equipo y generar un buen clima		
Participé activamente dentro del grupo (CPS-4)		
Presenté el trabajo a tiempo y he planificado de manera adecuada el tiempo para realizar las actividades		
Traigo el material necesario para realizar las actividades		
Aprendí los contenidos de genética trabajados		
Respeto los turnos de palabra de mis compañeros (CPS-3)		
Llego a consensos comunes con mis compañeros, escuchando y respetando sus ideas (CPS-4)		
Pido ayuda a mis compañeros cuando la he necesitado (CPS-3)		
Ayudo a mis compañeros cuando lo necesitan (CPS-3)		
Ayudé a resolver los conflictos que se produjeron (CPS-3)		
He realizado todas las funciones correspondientes a mi cargo y he procurado ser responsable y cumplirlas adecuadamente (CPS-3)		
PREGUNTAS ABIERTAS		
¿Qué es lo que más me ha gustado?		
¿Qué realicé de forma excelente?		
¿Qué es lo que menos me ha gustado?		
¿Qué puedo mejorar en las próximas actividades?		
¿Qué modificaría en mi grupo o en las actividades trabajadas?		

Fuente: elaboración propia

Anexo D. Rúbrica de evaluación del aprendizaje cooperativo

Tabla A.D.1. Rúbrica de evaluación del aprendizaje cooperativo en una actividad.

C.	ÁMBITO	Objetivos	Nivel de logro				Obs.
			1 (A mejorar)	2 (Suficiente)	3 (Notable)	4 (Excelente)	
CPS-3	Procesos psicosociales	OAC-3 20%	No pide ayuda ni presta ayuda a los compañeros	Pide ayuda pero no presta ayuda a los compañeros	Presta ayuda pero no la pide a sus compañeros	Pide y presta ayuda a sus compañeros	
		OAC-4 20%	No resuelve conflictos, los genera	Resuelve conflictos pero le cuesta escuchar y respetar	Resuelve conflictos pero le cuesta respetar o escuchar	Resuelve conflictos, escuchando y respetando a los demás	
	Responsabilidad individual y grupal	OAC-7 20%	No se responsabiliza en alcanzar los objetivos	Se responsabiliza justamente en alcanzar los objetivos	Se responsabiliza de alcanzar los objetivos	Toma conciencia de grupo y se responsabiliza de alcanzar los objetivos	
		OAC-6 20%	No trabaja ni muestra interés	Trabaja adecuadamente y con el interés suficiente	Trabaja de forma activa y muestra interés	Trabaja de forma proactiva y muestra interés	
		OAC-5 20%	No desarrolla sus funciones adecuadamente	Desarrolla algunas funciones de su rol	Desarrolla la mayoría de funciones en su cargo	Desarrolla todas las funciones implicadas en su cargo	
CPS-4	Participación	OAC-1 60%	No participa ni escucha a sus compañeros	Participa o escucha a sus compañeros	Participa y escucha a los compañeros	Participa activamente y escucha a los compañeros	
		OAC-2 40	No contribuye durante el consenso de decisiones	Contribuye lo justo en el consenso de decisiones	Contribuye en la mayoría de consensos	Contribuye activamente en el consenso de decisiones	

Nota: S = Sesión; C = Competencias evaluadas; EAE = Estándares de Aprendizaje Evaluables; Obs. = Observaciones; CC = Competencias del ámbito científico-tecnológico; CD = Competencias del ámbito digital; CPS = Competencias del ámbito personal y social. *Fuente:* Elaboración propia.

Anexo E. Rúbrica de evaluación continua

Tabla A.E.1. Rúbrica de evaluación final de la unidad “Herencia genética: ¿Por qué somos diferentes?”.

S.	C.	ÁMBITO	EAE	Nivel de logro				Obs.
				1 (Insuficiente)	2 (Suficiente)	3 (Notable)	4 (Excelente)	
1	CC-2	Relación de ideas previas	EAE-1 EAE-2 100%	No relaciona ningún concepto de genética con las preguntas realizadas	Relaciona o argumenta algún concepto de genética con las preguntas realizadas	Relaciona conceptos previos con las preguntas realizadas pero no argumenta con coherencia	Relaciona los conceptos básicos de genética con las preguntas realizadas y lo argumenta con eficacia	
2	CC-2	Dibujo conceptual	EAE-1 EAE-3 70%	No describe el método empleado ni interpreta las leyes de Mendel ni las expresa en el dibujo conceptual.	Describe el método empleado pero no interpreta las leyes de Mendel ni las expresa en el dibujo conceptual.	Describe adecuadamente el método empleado o interpreta las leyes de Mendel y las expresa en el dibujo conceptual.	Describe perfectamente el método empleado, interpreta las leyes de Mendel y las expresa en el dibujo conceptual.	
			Lectura (10%)	Ausencia de comprensión y fluidez	Poca fluidez y comprensión.	Fluidez, entonación y comprensión notable.	Fluidez, entonación y comprensión excelente.	
			Presentación (20%)	Ausencia de creatividad ni diseño	Poca creatividad y diseño	Creatividad y diseño notables	Excelente creatividad y diseño	
3	CC-2	Contenido del informe	EA-3 (80%)	No interpreta las leyes de Mendel ni las relaciona mayoritariamente con los problemas	No interpreta las leyes de Mendel o no las relaciona mayoritariamente con los problemas	Interpreta las leyes de Mendel y las relaciona mayoritariamente con los problemas	Interpreta las leyes de Mendel con éxito y las relaciona con los problemas	
			EA-5 (20%)	No diferencia la dominancia incompleta y la codominancia	Le cuesta diferenciar entre dominancia incompleta y codominancia	Diferencia entre dominancia incompleta y codominancia adecuadamente	Diferencia entre dominancia incompleta y codominancia	
	CC-4	Resolución de problemas	EAE-4 (90%)	No resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve la mayoría de problemas correctamente	Resuelve los problemas perfectamente	
			Presentación (10%)	No presenta los problemas o no se entiende	La presentación de los problemas es regular (Faltan datos, simbología, no se entiende adecuadamente, etc.)	La presentación de los problemas es notable (datos, simbología)	La presentación de los problemas es excelente (datos, simbología, etc.)	
	CC-6	Informe	EA-12 (45%)	Ausencia de planificación y trabajo en la investigación	No planifica o no lleva a cabo la investigación adecuadamente	Planifica y lleva a cabo la investigación adecuadamente	Planifica y lleva a cabo investigaciones experimentales con éxito	
			EA-13 (45%)	No comunica el proceso y comete muchos fallos en los resultados	Comunica el proceso adecuadamente pero comete fallos en los resultados	Comunica el proceso y los resultados de forma adecuada	Comunica el proceso y los resultados de forma con precisión y coherencia	

			Presentación (10%)	El informe no está bien presentado (Faltas de ortografía, ausencia de estructura, etc.)	El informe se presenta adecuadamente pero tiene faltas de ortografía o la estructura no es adecuada	El informe se presenta adecuadamente (sin faltas de ortografía y la estructura adecuada)	El informe presenta la estructura adecuada, sin faltas de ortografía y añade imágenes o gráficos interesantes	
	CD 8	Interacción digital	100%	No participa en los entornos virtuales colaborativos	Participa en los entornos virtuales colaborativos de forma elemental	Participa de forma activa en los entornos virtuales colaborativos	Participa de forma proactiva en los entornos virtuales colaborativos	
4	CC-2	Desarrollo de teorías	EAE-6 (70%)	No comprende la teoría ni la sitúa cronológicamente	Comprende a grandes rasgos las teorías pero las sitúa en el orden cronológico correcto	Comprende las teorías pero no las sitúa en el orden cronológico correcto	Comprende las teorías y las sitúa en el orden cronológico correcto	
		Relación con la especie humana	EAE-7; EAE-8 (30%)	No relaciona la teoría cromosómica de la herencia con la herencia en la especie humana	Relaciona a grandes rasgos la teoría cromosómica de la herencia con la especie humana	Relaciona la teoría cromosómica de la herencia con la especie humana, pero no incluye el vocabulario adecuado	Relaciona la teoría cromosómica de la herencia con la especie humana, incluyendo el vocabulario adecuado	
5	CC-4	Resolución de problemas	EAE-4 (90%)	No resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve la mayoría de problemas correctamente	Resuelve los problemas perfectamente	
			Presentación (10%)	No presenta los problemas o no se entiende	La presentación de los problemas es regular (Faltan datos, simbología, no se entiende adecuadamente, etc.)	La presentación de los problemas es notable (datos, simbología)	La presentación de los problemas es excelente (datos, simbología, etc.)	
		Árbol genealógico	EAE-11 (100%)	No resuelve correctamente su árbol genealógico	Resuelve su árbol genealógico, pero no utiliza simbología adecuada	Resuelve su árbol genealógico y utiliza simbología adecuada	Resuelve su árbol genealógico, utiliza simbología adecuada y lo complementa con dos caracteres	
	CC-6	Árbol genealógico	EAE-11 (100%)	No presenta el árbol genealógico	Presenta un árbol genealógico incompleto y poca investigación	Presenta un árbol genealógico completo con una investigación escasa	Presenta un árbol genealógico completo y con excelente investigación	
6	CC-2	Contenido del Póster	EAE-9 (50%)	No identifica el origen ni las características de diversos trastornos genéticos	Identifica a grandes rasgos el origen y las características de diversos trastornos genéticos	Identifica el origen y las características de diversos trastornos genéticos	Identifica e interpreta el origen y las características de diversos trastornos genéticos	
			EAE-10 (30%)	No describe ninguna técnica para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos	Describe a grandes rasgos una técnica para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos	Describe una técnica para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos	Describe detalladamente una técnica para prevenir y diagnosticar trastornos genéticos	
		Evaluación alumnos	20%	Media inferior a 1,5	Media entre 1,5 y 2,5	Media entre 2,5 y 3,5	Media superior a 3,5	
	CC-6	Elaboración del Póster	EA-12 (20%)	Ausencia de planificación y trabajo en la investigación	No planifica o no lleva a cabo la investigación adecuadamente	Planifica y lleva a cabo la investigación adecuadamente	Planifica y lleva a cabo investigaciones experimentales con éxito	
Presentación	El póster no está bien presentado (faltas de ortografía, ausencia de estructura, etc.)		El póster se presenta adecuadamente pero contiene faltas de ortografía, la estructura no es	El informe se presenta adecuadamente sin faltas de ortografía y la estructura adecuada,	El informe se presenta de forma excelente (sin faltas de ortografía,			

		escrita (20%)		adecuada, vocabulario poco específico, pocas imágenes	pero vocabulario poco específico e imágenes pobres	estructura adecuada, vocabulario específico, imágenes correctas, etc.)	
	Presentación oral	EA-13 (40%)	Poca expresión y fluidez oral con ausencia de vocabulario científico	Expresión y fluidez oral adecuada pero con poco vocabulario científico	Comunica el proceso y los resultados con fluidez y vocabulario científico adecuado	Comunica el proceso y los resultados con fluidez, coherencia y vocabulario adecuado	
	Evaluación alumnos	20%	Media inferior a 1,5	Media entre 1,5 y 2,5	Media entre 2,5 y 3,5	Media superior a 3,5	
	CD-8	Interacción digital	100%	No participa en los entornos virtuales colaborativos	Participa en los entornos virtuales colaborativos de forma elemental	Participa de forma activa en los entornos virtuales colaborativos	Participa de forma proactiva en los entornos virtuales colaborativos
7	CC-2	Teórica del examen	EAE-3	No interpreta las leyes de Mendel ni las relaciona mayoritariamente con los problemas	No interpreta las leyes de Mendel o no las relaciona mayoritariamente con los problemas	Interpreta las leyes de Mendel y las relaciona mayoritariamente con los problemas	Interpreta las leyes de Mendel con éxito y las relaciona con los problemas
			EAE-5	No diferencia la dominancia incompleta y la codominancia	Le cuesta diferenciar entre dominancia incompleta y codominancia	Diferencia entre dominancia incompleta y codominancia adecuadamente	Diferencia entre dominancia incompleta y codominancia
			EAE7; EAE-8	No identifica la herencia de caracteres y la del sexo en la mayoría de problemas	Identifica la herencia de caracteres y la del sexo en la mayoría de problemas, pero no los relaciona ni argumenta	Identifica y relaciona la herencia de caracteres y la del sexo en todos los problemas	Identifica, relaciona y argumenta la herencia de caracteres y la del sexo en todos los problemas
	CC-4	Resolución de problemas	EAE-4 (90%)	No resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve correctamente la mitad de los problemas	Resuelve la mayoría de problemas correctamente	Resuelve los problemas perfectamente
			Presentación (10%)	No presenta los problemas o no se entiende	La presentación de los problemas es regular (Faltan datos, simbología, no se entiende adecuadamente, etc.)	La presentación de los problemas es notable (datos, simbología)	La presentación de los problemas es excelente (datos, simbología, etc.)
			EAE-11 (100%)	No resuelve correctamente su árbol genealógico	Resuelve su árbol genealógico, pero no utiliza simbología adecuada	Resuelve su árbol genealógico y utiliza simbología adecuada	Resuelve su árbol genealógico, utiliza simbología adecuada y lo complementa con dos caracteres

Nota: S = Sesión; C = Competencias evaluadas; EAE = Estándares de Aprendizaje Evaluables; Obs. = Observaciones; CC = Competencias del ámbito científico-tecnológico; CD = Competencias del ámbito digital; CPS = Competencias del ámbito personal y social. Fuente: elaboración propia.