

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades

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

**Genética en 4º de Educación Secundaria
Obligatoria mediante Aprendizaje-Servicio
con enfoque divulgativo**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Nerea Ugidos Damboriena
Tipo de trabajo:	Programación didáctica
Especialidad:	Biología y Geología
Directora:	Marta Fernández Fuente
Fecha:	08/07/2026

Resumen

La enseñanza de la genética en Educación Secundaria Obligatoria presenta dificultades persistentes vinculadas a conceptos abstractos y errores conceptuales entre el alumnado. En este contexto, en los últimos años la desinformación científica sobre contenidos genéticos ha aumentado su presencia en los medios y redes sociales. Este trabajo tiene como objetivo diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de genética en Biología y Geología de 4º de Educación Secundaria Obligatoria mediante el Aprendizaje-Servicio con enfoque divulgativo. Se diseña la situación de aprendizaje *ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes* para un contexto semi-rural de La Rioja. Esta propuesta, estructurada en diez sesiones, combina la indagación guiada, aprendizaje cooperativo mediante el puzle de Aronson, la elaboración de dos productos divulgativos (podcast e infografía) difundidos en el centro cívico del municipio y cinco instrumentos de evaluación. Las conclusiones señalan el potencial del enfoque para conectar el aprendizaje de genética como posible respuesta a la desinformación científica y para desarrollar la alfabetización científica y compromiso cívico del alumnado.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio, alfabetización científica, genética, desinformación científica, Educación Secundaria Obligatoria

Abstract

Teaching genetics in Compulsory Secondary Education presents persistent difficulties associated with abstract concepts and conceptual errors among students. In this context, scientific misinformation regarding genetic content is increasingly prevalent in the media and on social media. The aim of this study is to design a teaching proposal for teaching genetics in Biology and Geology in the 4th year of Compulsory Secondary Education through Service-Learning with a science communication approach. The learning scenario *Viral DNA: when hoaxes spread faster than genes* is designed for a semi-rural context in La Rioja.

This proposal, structured into ten sessions, combines guided inquiry, cooperative learning using jigsaw technique, the creation of two outreach products (a podcast and an infographic) disseminated at the municipal civic center, and five assessment tools. The conclusions highlight the potential of this approach to link the learning of genetics as a possible response to scientific misinformation and to develop students' science literacy and civic engagement.

Keywords: Service-learning, science literacy, genetics, scientific misinformation, Compulsory Secondary Education

Índice de contenidos

1. Introducción	8
1.1. Justificación y planteamiento del problema	9
1.2. Objetivos.....	11
1.2.1. Objetivo general	11
1.2.2. Objetivos específicos	11
2. Programación didáctica.....	12
2.1. Presentación de la Programación didáctica	12
2.2. Contextualización	12
2.3. Elementos curriculares	14
2.3.1. Objetivos.....	14
2.3.2. Competencias clave	15
2.3.3. Competencias específicas.....	16
2.3.4. Saberes básicos.....	17
2.3.5. Criterios de evaluación	18
2.3.6. Elementos transversales.....	18
2.4. Metodología	21
2.5. Organización de los espacios de aprendizaje	24
2.6. Distribución del tiempo	25
2.7. Selección y organización de los recursos y materiales.....	28
2.8. Atención a la diversidad	29
2.9. Evaluación.....	31
2.10. Situación de aprendizaje	33
2.11. Evaluación de la Programación didáctica	47
3. Conclusiones.....	48

4. Limitaciones y prospectiva	51
Referencias bibliográficas.....	53
Anexos	58

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Relación de elementos curriculares de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”</i>	19
Tabla 2 <i>Fases del proyecto ApS aplicadas a la propuesta</i>	22
Tabla 3 <i>Distribución temporal de las SA de Biología y Geología 4º ESO. Curso 2025-2026</i>	26
Tabla 4 <i>Temporalización de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”</i>	27
Tabla 5 <i>Evaluación de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”</i>	32
Tabla 6 <i>Resumen de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”</i>	33
Tabla 7 <i>Resumen Tema-contexto, bulos y fuentes por grupo de trabajo de la SA</i>	34
Tabla 8 <i>Distribución de roles, funciones y perfiles del alumnado en la SA</i>	35
Tabla 9 <i>Resumen de la secuencia didáctica de la SA</i>	36
Tabla 10 <i>Desarrollo de la sesión 1. Activación y presentación del proyecto</i>	37
Tabla 11 <i>Desarrollo de la sesión 2. Ejemplo y práctica de análisis</i>	38
Tabla 12 <i>Desarrollo de la sesión 3. Reunión de expertos e indagación</i>	39
Tabla 13 <i>Desarrollo de la sesión 4. Conclusión y cierre de la indagación</i>	40
Tabla 14 <i>Desarrollo de la sesión 5. Síntesis y mensaje</i>	41
Tabla 15 <i>Desarrollo de la sesión 6. Infografía e inicio del podcast</i>	42
Tabla 16 <i>Desarrollo de la sesión 7. Grabación y producto final</i>	43
Tabla 17 <i>Desarrollo de la sesión 8. Coevaluación y ajuste</i>	43
Tabla 18 <i>Desarrollo de la sesión 9. Difusión en el centro cívico</i>	45
Tabla 19 <i>Desarrollo de la sesión 10. Reflexión y cierre</i>	45

Tabla 20 <i>Matriz DAFO de la SA "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes"</i>	47
--	----

Tabla 21 <i>Matriz CAME de la SA "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes"</i>	48
--	----

1. Introducción

Este trabajo fin de estudios (TFE) tiene como finalidad diseñar una propuesta didáctica para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y culminar la formación pedagógica y didáctica requerida para ejercer como docente en secundaria, bachillerato y Formación Profesional. Parte de la idea de que la enseñanza de la ciencia no debería limitarse a la transmisión de contenidos, sino que los estudiantes entiendan mejor los fenómenos de su entorno, interpreten la información con mayor criterio científico sólido y relacionen el conocimiento científico con situaciones reales.

La elección de la genética como eje de este trabajo no es ajena a la trayectoria investigadora que lo precede. Diez años investigando la genética de varias enfermedades complejas hicieron visible una distancia que el laboratorio no podía reducir por sí solo: el entorno cercano tendía a percibir ese trabajo con extrañeza. No es inusual que quien investiga mecanismos genéticos de enfermedades autoinmunes sea la misma persona a quien, en una reunión familiar, se le pregunta cuándo van a curar el cáncer o si la vacuna del COVID se estudió suficiente. Esa expectativa no surge solo del desconocimiento, sino de cómo la ciencia llega a la sociedad. Los medios recurren con frecuencia a titulares simplistas o erróneos sobre hallazgos genéticos, lo que genera percepciones distorsionadas sobre el determinismo genético, las pruebas de ADN o la edición genética. Esta brecha tiene consecuencias reales sobre cómo las personas interpretan su salud o valoran los avances biomédicos. Por ello, la genética constituye un contenido especialmente adecuado para trabajar en secundaria, conectando la biología con la capacidad del estudiante para evaluar críticamente la información que recibe fuera del aula.

Por todo esto, se diseña una programación para Biología y Geología de 4º de ESO centrada en el bloque de genética y evolución y proyecto científico y planteada desde una metodología de Aprendizaje-Servicio (ApS) con enfoque divulgativo. La propuesta parte de noticias reales, bulos y preconceptos erróneos relacionados con la genética. La finalidad es que el estudiante conozca conceptos científicos relevantes, aprenda a analizar información de forma crítica y sea capaz de transformarla en material divulgativo accesible para su entorno.

1.1. Justificación y planteamiento del problema

La elección de este TFE responde a dos cuestiones principales: la dificultad que suele presentar la genética para el alumnado y la utilidad de estos contenidos para comprender e interpretar temas científicos de actualidad.

La genética es un bloque relevante en 4º de ESO y también uno de los más difíciles para el alumnado, tanto por el nivel de conceptos abstractos que contiene la materia, así como la persistencia de conceptos erróneos. La literatura reciente muestra que la genética se percibe en secundaria como un contenido importante, pero difícil de aprender y que el estudiante llega al final de la ESO con dificultades para entenderla en toda su complejidad (Focant et al., 2025). Machová y Ehler (2023) también observaron un considerable número de errores conceptuales en genética entre los estudiantes de secundaria, asignados en parte a la naturaleza abstracta del contenido y a la dificultad de los estudiantes para relacionar conceptos entre sí y estos con situaciones de la vida real. Esto que describe la literatura se ha visto validado en la última encuesta realizada por la Asociación Española de Investigación sobre el Cáncer (ASEICA), en la que el 90% de los alumnos encuestados consideran la ciencia muy importante, pero buena parte de su percepción va ligada a estereotipos, no siendo capaces de visualizar de forma clara los usos prácticos y cotidianos de la ciencia (ASEICA, 2026). En este contexto, abordar la genética de una forma más accesible, práctica y conectada con problemas reales puede ayudar a reforzar la idea de lo útil que puede ser desarrollar una formación científica.

Además, la genética no es un contenido que solo se trate en el aula. Conceptos como riesgo genético, mutación, terapia experimental, edición génica o transgénicos aparecen con frecuencia en la prensa y redes. Por ello, entenderlos puede proporcionar a los alumnos herramientas para interpretar con mayores garantías noticias y estudios científicos. Este aspecto es especialmente significativo en el contexto actual en el que vivimos en constante sobreexposición a bulos y desinformación. La literatura reciente señala que la educación científica puede desempeñar un papel relevante frente a la desinformación y que es necesario seguir investigando estrategias eficaces de enseñanza y aprendizaje en el entorno digital en continua transformación (Mellberg et al., 2025). Respecto a la eficacia de estas intervenciones, Martini et al. (2025) y Nygren y Efimova (2025) no encontraron mejoras estadísticamente significativas en la capacidad

de identificar desinformación científica tras las intervenciones breves testadas con estudiantes de secundaria, concluyendo que la instrucción puntual resulta insuficiente para generar cambios duraderos. Sin embargo, una revisión sistemática con metaanálisis de 46 estudios indica que lo que sí funciona es la alfabetización mediática integrada de forma transversal y sostenida en el currículo (Rodríguez Castillo, 2026), planteamiento que orienta el diseño del presente TFE.

En España, El País recogía las dudas científicas, dilemas éticos y efectos sociales respecto a la selección genética de embriones y a las promesas asociadas a la elección del "bebé más sano", mostrando cómo términos como screening genético, estimación de riesgo o herencia aparecen en prensa con una carga emocional que puede distorsionar su comprensión (Núñez Calonge, 2026). En el ámbito de la salud pública, una campaña de desinformación sobre la vacuna del virus del papiloma humano redujo la cobertura vacunal en Colombia del 90% al 16%, mostrando que la información distorsionada sobre genética y vacunas no es solo un problema de comprensión, sino que tiene consecuencias sanitarias reales (Viciosa, 2026). Desde este punto de vista, trabajar la genética a partir de noticias reales permite asimilar conceptos, fomentar el pensamiento crítico y la alfabetización científica.

Para responder a esta necesidad, este TFE propone una programación didáctica basada en ApS con enfoque divulgativo. La propuesta consiste en el análisis guiado de noticias o bulos relacionados con la genética, para que el estudiante identifique preconceptos erróneos, contraste la información con fuentes fiables y la transforme en materiales accesibles para personas no especializadas. La literatura reciente apoya este planteamiento metodológico. Según Högstöm et al. (2025), la enseñanza basada en cuestiones socio-científicas orienta al desarrollo de la alfabetización científica y toma de decisiones. Además, se asocia al desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, entre ellas el pensamiento crítico y argumentación. Por otro lado, Gregorová et al. (2024) describen el potencial del ApS para favorecer en secundaria tanto las competencias sociales y cívicas como la motivación y el compromiso escolar. A esto hay que sumarle que en contextos rurales y semi-rurales el entorno local puede ofrecer un escenario idóneo para el aprendizaje científico cuando cuenta con espacios comunes, actividades abiertas a la ciudadanía y una vida comunitaria activa (National Academies

of Sciences, Engineering, and Medicine, 2025). En este sentido, la elaboración de productos divulgativos para los vecinos no se plantea como un añadido final, sino como una forma para reforzar la comprensión del contenido, obligar al estudiante a reformularlo a un lenguaje accesible y hacer que lo aprendido tenga una utilidad real fuera del aula.

Con todo esto, se presenta una propuesta que trata de responder a dos necesidades complementarias: la dificultad persistente de los estudiantes para aprender genética de forma significativa y la presencia creciente de contenidos genéticos en muchas ocasiones simplificados o distorsionados. El ApS con enfoque divulgativo no ofrece solo una metodología activa, sino que convierte esa conexión entre aula y entorno en el impulsor del aprendizaje tanto para adolescentes como para adultos. Esta elección responde también a una convicción de fondo: que un vecino del municipio entienda por qué una mutación no equivale a una enfermedad mortal o por qué la cúrcuma no reprograma sus genes, un tipo de resultado que la investigación básica difícilmente puede conseguir por sí sola y que la educación secundaria sí puede alcanzar.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo consiste en diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en Biología y Geología de 4º de ESO mediante ApS con enfoque divulgativo.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Revisar la literatura reciente sobre la enseñanza de la genética en ESO, con especial atención a sus dificultades de aprendizaje.
2. Revisar las fases de implementación del ApS, así como la utilización de noticias y divulgación científica escolar como herramientas para la enseñanza de la genética en 4º de ESO.
3. Diseñar actividades donde el estudiante analice noticias y bulos científicos y elabore productos divulgativos dirigidos a la comunidad.
4. Diseñar herramientas de evaluación adaptadas a la propuesta en el contexto de la enseñanza de la genética.

2. Programación didáctica

2.1. Presentación de la Programación didáctica

A continuación, se presenta la programación didáctica de Biología y Geología de 4º de ESO en la que se enmarca este TFE. La programación anual es el documento de referencia del profesorado para el curso, y dentro de ella, la situación de aprendizaje (SA) que se desarrolla en este trabajo que trata el saber básico de genética durante el segundo trimestre.

La programación didáctica convierte el currículo en una guía de trabajo real para el aula, organizando contenidos, tiempo, recursos y evaluación. Además, permite anticipar dificultades y asegurar coherencia entre lo que se trabaja y lo que se evalúa.

En este caso, la programación tiene además una finalidad específica: trabajar los contenidos de genética de 4º de ESO de Biología y Geología de una forma más comprensible y conectada con la realidad, orientada al desarrollo del pensamiento crítico y alfabetización científica. La propuesta se organiza mediante una metodología de ApS con enfoque divulgativo. La intención es que los alumnos aprendan contenidos de genética y sean capaces de analizarlos en relación con noticias y bulos y de comunicarlos de manera clara y accesible a distintos públicos.

2.2. Contextualización

La programación se sitúa en 4º de ESO, un curso que normalmente cuenta con una gran diversidad de alumnos enfocados al acceso de estudios superiores o a su incorporación a la vida laboral. Esto hace que sea un momento adecuado para trabajar contenidos científicos de manera aplicada, conectándolos con el currículo, situaciones reales y la necesidad de interpretar información con criterio.

La propuesta se enmarca en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE; Ley Orgánica 2/2006, 2006), modificada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE; Ley Orgánica 3/2020, 2020) y en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo (RD 217/2022, 2022) que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la ESO. Asimismo, se ajusta al currículo de Comunidad Autónoma de La Rioja definido por el Decreto 42/2022, de 13 de julio (Decreto 42/2022, 2022). Este marco normativo

respalda un enfoque competencial y significativo, especialmente adecuado para el trabajo de los saberes vinculados a los bloques de genética y evolución y proyecto científico.

La programación se plantea para un centro de Educación Secundaria de titularidad pública con oferta de ESO y Bachillerato situado en un entorno semi-rural de La Rioja, en una localidad de alrededor de 8.000 habitantes. Se trata de un municipio de tamaño reducido, pero con una red de servicios y equipamientos superior a lo habitual para localidades de este tamaño. La localidad cuenta con espacios municipales y culturales, como biblioteca pública, centro cívico, instalaciones deportivas, escuela de música y salas polivalentes en las que se desarrollan actividades para la ciudadanía. Junto a ello, existe una programación relativamente frecuente de charlas, talleres, exposiciones y campañas de sensibilización. No se trata de un pueblo con una actividad puntual o esporádica, sino de una localidad en la que la participación en propuestas de distinta naturaleza forma parte de la dinámica social habitual.

El centro está dotado de aulas ordinarias, espacios específicos para el trabajo de ciencias (laboratorio y sala de tecnología), biblioteca, acceso a herramientas digitales a través de carros con portátiles que se pueden mover por las distintas aulas y zonas comunes donde se desarrollan actividades cooperativas, exposiciones y presentaciones del alumnado. Además, este centro está acostumbrado a participar en proyectos interdisciplinares y actividades vinculadas al pueblo y comarca, ya que cuenta con diversas colaboraciones estables con centros educativos de la comunidad autónoma y de países europeos a través de programas regionales y europeos financiados.

En cuanto al grupo-clase, la propuesta se dirige a un grupo de 4º de ESO de 20 alumnos (11 chicas y 9 chicos) con la heterogeneidad habitual para esta etapa, tanto en nivel académico como en motivación y autonomía. Es un grupo en el que conviven estudiantes con expectativas académicas distintas. A nivel de funcionamiento, el grupo normalmente es participativo, aunque desigual en ritmo de trabajo. Se encuentran alumnos que responden bien a tareas abiertas y con cierta autonomía, otros en cambio, necesitan más guía, estructura y seguimiento.

Desde el punto de vista de la diversidad, se tiene constancia de un alumno con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), con dificultades para mantener la

atención en tareas largas, tendencia a perder el hilo cuando la información es densa y necesidad de instrucciones claras y cortas. En el grupo también se encuentran tres estudiantes con rendimiento destacado y talento específico en el ámbito científico, especialmente interesados en la genética y cambio climático, lo que hace que respondan mejor cuando se les permite profundizar en la búsqueda y contraste de información. En un grupo como este es necesario hacer uso de tareas pautadas, apoyos visuales, estructura clara, reparto de roles y variedad en la forma de participación, de manera que el acceso al aprendizaje no dependa solo de una única forma de evaluación.

2.3. Elementos curriculares

Los elementos curriculares constituyen la base de la programación didáctica y permiten definir el currículo en una propuesta coherente con la materia, curso y SA, además de adecuarla a la normativa vigente. En este trabajo se tendrán en cuenta los objetivos de etapa, competencias clave, competencias específicas de biología y geología, saberes básicos, criterios de evaluación y elementos transversales.

A continuación, se describen aquellos elementos curriculares que tienen relación directa con esta propuesta, centrada en el bloque de genética y evolución y proyecto científico. El texto literal de los objetivos de etapa, competencias clave, competencias específicas y criterios de evaluación figuran en el Anexo I.

2.3.1. Objetivos

La materia de Biología y Geología contribuye al logro de los objetivos generales de etapa de la ESO recogidos en el artículo 7 del [Decreto 42/2022](#) (pp. 11719-11720) en el que se definen las trece capacidades que la etapa contribuirá a desarrollar en el estudiante. A través de sus contenidos y metodologías, la materia favorece el desarrollo del pensamiento científico, formación de un juicio crítico propio y comprensión de las implicaciones sociales del conocimiento científico. En concreto, esta SA contribuye al logro de los objetivos b), e), f), h) y k), cuyo texto literal se puede consultar en el Anexo I. A continuación, se describirá cómo van a trabajarse cada uno de los objetivos generales de etapa seleccionados, a lo largo de esta propuesta.

El objetivo b) se trabaja mediante el puzzle de Aronson, donde cada estudiante asume un rol con tareas propias, reforzado en la ficha de autoevaluación final.

El objetivo e) se trabaja mediante el contraste de bulos en bases de datos y plataformas de verificación y mediante el uso de herramientas digitales de producción.

El objetivo f) se trabaja integrando biología, comunicación, competencia digital y pensamiento crítico en un mismo proyecto, siguiendo las fases del método científico en la plantilla de indagación.

El objetivo h) se trabaja mediante el análisis escrito en la plantilla de indagación y elaboración del podcast e infografía, cubriendo expresión oral y escrita.

El objetivo k) se trabaja al analizar bulos sobre pruebas genéticas, enfermedad y vacunas, dando al estudiante herramientas para interpretar información sobre su propia salud.

Por último, a continuación, se presentan los objetivos didácticos de la SA que se desarrollará en este trabajo:

OD1. Revisar y aplicar conceptos de genética molecular, herencia y biotecnología trabajados en las SA2.1 y SA2.2 para analizar información científica de actualidad.

OD2. Identificar errores conceptuales y simplificaciones en noticias y bulos científicos relacionados con la genética.

OD3. Buscar y contrastar información utilizando fuentes científicas fiables.

OD4. Transformar contenido científico en material divulgativo accesible para un público no especializado.

OD5. Participar activamente en un proyecto de servicio a la comunidad mediante la difusión de materiales en el centro cívico.

OD6. Reflexionar sobre el impacto del servicio realizado y el propio proceso de aprendizaje.

2.3.2. Competencias clave

Las competencias clave, reguladas en el artículo 15 del [Decreto 42/2022](#) (pp. 11723-11724), son la adaptación al sistema educativo español de las establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018. El Decreto define un total de ocho competencias clave que deben desarrollarse a lo largo de la

enseñanza básica. En esta SA se trabajan de forma integrada la Competencia en comunicación lingüística (CCL), la Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), la Competencia digital (CD), la Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) y la Competencia ciudadana (CC), cuyo texto literal puede consultarse en el Anexo I.

La CCL tiene un peso central en la propuesta, ya que el estudiante debe leer e interpretar noticias y bulos sobre genética, reformular esa información en un lenguaje accesible y comunicarla mediante un podcast e infografía dirigidos a un público externo al aula, lo que exige tanto comprensión como expresión rigurosa y concisa en distintos formatos.

La STEM es el eje de contenido de la propuesta. La comprensión de los conceptos de genética, interpretación rigurosa de la información científica y diferenciación entre evidencia contrastada y creencia son habilidades propias del pensamiento científico que estructuran todas las fases del proyecto.

La CD se trabaja en la búsqueda y selección crítica de fuentes en medios digitales, en el contraste de información y en la producción del material divulgativo.

La CPSAA aparece en la organización del trabajo por grupos, asignación y asunción de roles, autorregulación del propio proceso de aprendizaje y reflexión sobre el avance individual y colectivo a través de la autoevaluación final.

La CC se utiliza en dos momentos concretos. Por un lado, cuando el estudiante analiza noticias sobre genética con implicaciones sociales directas, como la edición génica, pruebas genéticas o uso de vacunas. Por otro, cuando difunde los productos elaborados en el centro cívico del municipio, ejerciendo de forma real la comunicación responsable de la ciencia en el espacio público.

2.3.3. Competencias específicas

En la materia de Biología y Geología se trabajan un total de seis competencias específicas (CE), recogidas en el Anexo II del [Decreto 42/2022](#) (pp. 11757- 11759), que constituyen la concreción de los descriptores de las competencias clave definidos en el perfil de salida del estudiante al término de la enseñanza básica. En esta SA tienen relevancia directa la CE1, la CE2 y la CE3, cuyo texto literal puede consultarse en el Anexo I.

La CE1 es relevante porque la propuesta exige interpretar información científica en distintos formatos (noticias, titulares o artículos divulgativos) y transmitirla de forma clara y rigurosa mediante el podcast e infografía. El estudiante analiza información que debe argumentar sobre ella y adaptarla a una audiencia no especializada, lo que implica un trabajo activo sobre el lenguaje y formato de comunicación científica.

La CE2 es la competencia de mayor implicación en la propuesta. El núcleo del proyecto consiste en localizar, seleccionar y analizar críticamente información sobre genética procedente de distintas fuentes, contrastar su veracidad y distinguir información científica rigurosa de bulos, pseudociencias o simplificaciones. Este proceso se trabaja de forma estructurada a través de la plantilla de indagación guiada.

La CE3 está presente a través de la indagación guiada con plantilla, en la que el estudiante formula una pregunta científica a partir de la noticia analizada, busca evidencia en fuentes fiables, la contrasta con lo que afirma la noticia y elabora una conclusión razonada. Este proceso sigue las fases del ciclo de indagación de Pedaste et al. (2015). Aunque no se trata de un proyecto de investigación experimental, el proceso sigue los pasos propios de la metodología científica: pregunta, búsqueda de evidencia, contraste y conclusión.

2.3.4. Saberes básicos

Los saberes básicos, recogidos en el Anexo II del [Decreto 42/2022](#) (pp. 11765-11766), constituyen los conocimientos, destrezas y actitudes que posibilitarán el desarrollo de las competencias específicas a lo largo de la etapa. En Biología y Geología se estructuran en bloques que se incorporan progresivamente por curso, siendo los de 4º Genética y evolución, Geología, La Tierra en el universo y Ecología y medio ambiente, junto con los bloques comunes Proyecto científico y La célula.

Entre todos los saberes básicos planteados por la administración, en esta SA se trabajan contenidos correspondientes a los bloques de Genética y evolución y Proyecto científico, que se detallan a continuación: (a) Proyecto científico: la búsqueda, selección y uso de fuentes fidedignas de información científica, las estrategias de comunicación de ideas científicas en distintos formatos, el planteamiento de preguntas con perspectiva científica y la importancia social de la labor científica y el papel de la mujer en la ciencia.

(c) Genética y evolución: la estructura y función del ADN, la evolución del concepto de gen, la relación entre mutaciones, cáncer y biodiversidad, los fundamentos de la ingeniería genética y la biotecnología, y los conceptos básicos de la genética mendeliana.

2.3.5. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación recogidos en el Anexo II del [Decreto 42/2022](#) (pp. 11764-11765), permiten medir el grado de desarrollo de las competencias específicas, por lo que se presentan asociados a ellas. En esta SA se aplican los criterios 1.1 y 1.2 asociados a la CE1; los criterios 2.1, 2.2 y 2.3 asociados a la CE2 y los criterios 3.1, 3.4 y 3.5 asociados a la CE3, cuyo texto literal figura en el Anexo I. También aparecen relacionados con el resto de elementos del currículo en la Tabla 1.

2.3.6. Elementos transversales

Los elementos transversales recogidos en el [Decreto 42/2022](#) (p. 11716) se trabajan en todas las materias y están presentes a lo largo de la programación anual de Biología y Geología.

En la SA de este TFE estos elementos se concretan así: La comprensión lectora se utiliza en el análisis de noticias y bulos mediante la plantilla de indagación. La expresión oral y escrita en el guion del podcast y texto de la infografía. La comunicación audiovisual es el elemento central incluyendo el podcast e infografía como productos finales del proyecto. La competencia digital se trabaja en la búsqueda de fuentes y uso de herramientas de producción. El espíritu crítico y científico es el núcleo de la SA, replicando los pasos de la metodología científica en el análisis de cada bulo. La educación para la salud se trabaja a través de los casos genéticos seleccionados, vinculados a decisiones sanitarias reales. La igualdad se trabaja mediante el puzle de Aronson. La cooperación entre iguales estructura todo el proyecto a través de los roles diferenciados.

A modo de síntesis, la Tabla 1 recoge la relación entre los elementos curriculares seleccionados para esta SA, mostrando la correspondencia entre los objetivos de etapa, saberes básicos, competencias específicas, criterios de evaluación, indicadores de logro y descriptores del perfil de salida asociados a cada competencia clave.

Tabla 1

Relación de elementos curriculares de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”

Objetivos de etapa	Saberes básicos	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Indicadores de logro	Descriptorios operativos
b), h)	(A) Estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.). (C) Estudio del modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis. (C) Ingeniería genética y biotecnología. (C) Diferenciación de los conceptos básicos de genética mendeliana.	CE1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.	1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica, obteniendo conclusiones y formando opiniones propias fundamentadas. 1.2 Transmitir opiniones propias fundamentadas e información sobre Biología y Geología de forma clara y rigurosa, facilitando su comprensión y análisis mediante el uso de la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales, etc.).	1.1.1 Identifica conceptos genéticos relevantes en el bulo asignado y los relaciona con la información científica disponible. 1.1.2 Diferencia entre la afirmación del bulo y lo que respalda la evidencia disponible, reconociendo los límites de lo que se puede concluir. 1.2.1 Comunica el contenido divulgativo de forma clara y comprensible para un público no especializado, tanto a través del podcast como durante la presentación y defensa del material en el centro cívico. 1.2.2 Diseña una infografía con los elementos obligatorios (título, error identificado, explicación científica, mensaje clave, fuente y código QR) en formato visual claro y comprensible.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3
e), f), k)	(A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización. (A) La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia. (C) Argumentación sobre la relación entre las mutaciones, la replicación del ADN, el cáncer, la evolución y la biodiversidad.	CE2. Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.	2.1 Resolver cuestiones y profundizar en aspectos biológicos y geológicos localizando, seleccionando, organizando y analizando críticamente la información de distintas fuentes y citándolas con respeto por la propiedad intelectual. 2.2 Contrastar la veracidad de la información sobre temas biológicos y geológicos o trabajos científicos, utilizando fuentes fiables y adoptando una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica como pseudociencias,	2.1.1 Localiza y selecciona al menos dos fuentes primarias o de divulgación científica contrastada para contrastar el bulo asignado, citándolas correctamente. 2.1.2 Organiza la información seleccionada siguiendo la estructura de la plantilla de indagación. 2.2.1 Identifica si un titular científico genera dudas y formula una pregunta sobre su veracidad. 2.2.2 Identifica al menos un error/exageración en el bulo asignado con evidencia científica que lo apoye.	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4

	(C) Evolución del concepto de gen		teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc. 2.3 Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella, destacando el papel de la mujer y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución influida por el contexto político y los recursos económicos.	2.2.3 Referencia de forma explícita al menos una fuente científica verificable que respalda la corrección del error identificado. 2.3.1 Valora el uso del conocimiento científico para interpretar información de actualidad y tomar decisiones informadas. 2.3.2 Reconoce la investigación científica como un proceso colectivo y en constante cambio. 2.3.3 Valora el impacto del servicio realizado en la comunidad y su relación con el aprendizaje adquirido.	
b), e)	(A) Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica. (A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización. (A) Métodos de análisis de resultados. Diferenciación entre correlación y causalidad. (A) La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.	CE3. Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.	3.1 Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando métodos científicos, en la explicación de fenómenos biológicos y geológicos y la realización de predicciones sobre estos. 3.4 Interpretar y analizar los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorar la imposibilidad de hacerlo. 3.5 Cooperar y colaborar en las distintas fases de un proyecto científico para trabajar con mayor eficiencia, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.	3.1.1 Formula al menos una pregunta científica sobre el bulo asignado e identifica qué tipo de evidencia podría contrastarla. 3.4.1 Elabora una conclusión basada en la evidencia disponible, diferenciando entre lo que los datos afirman y lo que se extrapola/simplifica. 3.4.2 Valora si la evidencia encontrada es de calidad y cantidad suficiente para respaldar la conclusión elaborada. 3.5.1 Participa activamente en el rol asignado durante todas las fases del proyecto, contribuyendo al trabajo del grupo base y mostrando respeto y compromiso hacia los destinatarios del servicio durante la difusión. 3.5.2 Reflexiona sobre su propia contribución al trabajo grupal identificando fortalezas y aspectos a mejorar.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3

Fuente: Decreto 42/2022. Los objetivos de etapa, saberes básicos y criterios de evaluación se recogen de forma literal. Los indicadores de logro son de elaboración propia. Solo se citan los descriptores operativos que la SA utiliza.

2.4. Metodología

Fundamentación metodológica de la programación anual

La programación didáctica de Biología y Geología para 4º de ESO se diseña desde un enfoque competencial, en coherencia con los principios pedagógicos citados en el artículo 6 del Decreto 42/2022, que establece la necesidad de estructurar SA mediante proyectos relevantes para el alumno con actividades integradas y resolución colaborativa de problemas que permitan desarrollar más de una competencia a la vez.

A lo largo del curso se combinan metodologías activas orientadas a situar al alumno como protagonista de su propio aprendizaje: la indagación científica, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas y ApS. Cada una se aplica de forma flexible y complementaria en función de las características de cada unidad de programación. La indagación científica favorece la motivación intrínseca y el desarrollo de prácticas científicas auténticas en el alumnado de secundaria (Meulenbroeks et al., 2024). La plantilla de indagación guiada utilizada en la SA estructura este proceso siguiendo las cinco fases del ciclo de indagación propuestas por Pedaste et al. (2015): orientación, conceptualización, investigación, conclusión y discusión, adaptadas al análisis crítico de bulos genéticos. El aprendizaje cooperativo contribuye al rendimiento académico y al desarrollo de habilidades sociales y comunicativas en el aula de ciencias, con evidencia consistente en contextos europeos (Yaşar et al., 2024). En la SA de este TFE, se hará uso de una adaptación del puzzle de Aronson como técnica de aprendizaje cooperativo. La enseñanza estructurada en torno a cuestiones sociocientíficas orienta el desarrollo de la alfabetización científica y la toma de decisiones informada, capacidades transversales a todas las SA de la programación (Högström et al., 2025). El conjunto de estas metodologías se estructura en torno al uso crítico de fuentes de información científica y al fomento del espíritu científico, en línea con los principios que la materia establece en el Decreto 42/2022.

La propuesta contempla la transferencia de aprendizajes adquiridos en otras materias del curso cuando resulta pertinente para el desarrollo de las SA, especialmente en

aquellas que exigen competencias comunicativas, interpretación de datos o reflexión sobre las implicaciones sociales de la ciencia, favoreciendo la coherencia curricular horizontal que el marco normativo promueve.

Fundamentación metodológica de la situación de aprendizaje

La SA se articula en torno a dos metodologías complementarias: el ApS como eje vertebrador del proyecto y el aprendizaje cooperativo a través del puzle de Aronson como estructura organizativa del trabajo en grupo. La combinación de ambas responde a una lógica común: el ApS requiere que el grupo produzca un resultado real con impacto en la comunidad y la estructura cooperativa garantiza que cada estudiante contribuya de forma activa y diferenciada a ese resultado.

El ApS combina aprendizaje y servicio a la comunidad en un proyecto en el que el alumno trabaja sobre necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo (Batlle, 2020). En el contexto autonómico, el Decreto 42/2022 recoge el ApS en su artículo 11 como metodología de servicio comunitario de carácter obligatorio con vinculación curricular. La evidencia disponible muestra que favorece el desarrollo de competencias sociales y cívicas, así como la motivación y el compromiso escolar en secundaria (Gregorová et al., 2024). La Tabla 2 muestra la aplicación de las etapas de Batlle a esta propuesta.

Tabla 2

Fases del proyecto ApS aplicadas a la propuesta

Etapas	Aplicación a la propuesta
Esbozo de la idea	Se identifica la desinformación sobre genética como necesidad social del entorno, donde la población carece de herramientas para contrastar noticias y bulos sobre herencia, pruebas genéticas o vacunas de ARNm.
Relación con entidades sociales	Se establece un acuerdo de colaboración con el centro cívico del municipio como socio y destinatario final de los materiales elaborados, en el que se cede un espacio para exposición de infografías y difusión de los podcasts entre la ciudadanía.
Planificación del proyecto	Docente diseña los casos que trabajará cada grupo y el formato de los productos divulgativos.
Preparación con el grupo	Los estudiantes asumen el proyecto como propio, profesor forma equipos y distribuye roles dentro de cada equipo y organiza el trabajo a desarrollar.
Ejecución con el grupo	Se llevan a cabo el análisis de noticias y bulos, la adquisición de contenidos de genética y la elaboración del podcast e infografía.
Cierre con el grupo	Los materiales se difunden en el centro cívico y el alumnado reflexiona sobre el impacto del servicio y los aprendizajes conseguidos.
Evaluación multifocal	Se evalúan tanto los aprendizajes como la calidad del servicio, con participación del estudiante mediante autoevaluación y coevaluación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Batlle (2020).

Las actividades de la SA se organizan en cuatro tipos: motivación, a partir de noticias y bulos recientes sobre genética para activar conocimientos previos; desarrollo, mediante el análisis con la plantilla de indagación y el contraste de fuentes; síntesis, con la elaboración del podcast y la infografía; evaluación, mediante coevaluación entre grupos y autoevaluación individual.

El aprendizaje cooperativo se implementa a través del puzle de Aronson (Aronson et al., 1978.; Blasco-Magraner et al., 2022), una técnica en la que cada miembro del grupo asume un rol específico y contribuye desde sus propias fortalezas. Los grupos base están formados por cuatro personas con perfiles heterogéneos, cuya composición puede apoyarse de forma natural en las asignaturas optativas que curse cada estudiante: quien haya elegido Cultura Científica aportará mayor base para el análisis científico, quien curse Digitalización tendrá más competencia en producción técnica y quien destaque por sus cualidades comunicativas estará mejor posicionado para la locución y el diseño del mensaje divulgativo. Dentro de cada grupo se asignan cuatro funciones: responsable científico, responsable de verificación, responsable de comunicación y responsable técnico. En grupos donde haya un estudiante con talento científico reconocido, este asumirá el rol de responsable científico con mayor profundidad y autonomía, lo que le permite profundizar en la evidencia sin desvincularse del trabajo colectivo. Las adaptaciones específicas para este perfil se detallan en el apartado de atención a la diversidad. Una vez constituidos los grupos y asignados los roles, los alumnos que comparten la misma función se reúnen con compañeros de otros grupos para compartir criterios y resolver dudas y después regresan a su grupo base para explicar y aplicar lo trabajado. Esta estructura garantiza que cada estudiante aporte algo necesario al producto final sin que ninguno pueda acceder al aprendizaje por una única vía. Los roles se asignan según fortalezas iniciales, pero todos los miembros participan en la búsqueda de información, revisión del contenido y toma de decisiones.

La propuesta contempla además coordinación con el departamento de Lengua Castellana y Literatura para que las competencias comunicativas trabajadas en esa materia sean aplicables a la producción de los materiales divulgativos, en coherencia con el principio de trabajo interdisciplinar recogido en el Decreto 42/2022 y con la

perspectiva interdisciplinar que la Guía de ApS de La Rioja señala como característica de los proyectos bien estructurados (Consejería de Educación, Cultura, Juventud y Deporte del Gobierno de La Rioja, 2023).

2.5. Organización de los espacios de aprendizaje

Durante el curso, la asignatura de Biología y Geología se desarrolla en el aula ordinaria, laboratorio y el entorno natural y social del municipio. El aula ordinaria se usa para las sesiones teóricas y actividades grupales, además está equipada con mobiliario flexible que permite reorganizar el espacio según la actividad, facilitando tanto el trabajo individual como la disposición en grupos para el aprendizaje cooperativo. El laboratorio se emplea en las unidades que requieren trabajo experimental. El entorno local actúa como recurso didáctico complementario a lo largo del curso, en coherencia con dos iniciativas autonómicas del Gobierno de La Rioja (Gobierno de La Rioja, s.f.-b) directamente relevantes para la asignatura. El proyecto *La Rioja es nuestra tierra* promueve el uso del patrimonio cultural, artístico y natural de la comunidad autónoma como soporte del aprendizaje, con la intención de trasladarlo a la actividad educativa mediante la interacción con el alumnado. El proyecto *Centros Educativos Hacia la Sostenibilidad*, impulsado conjuntamente por las Consejerías de Educación y Medio Ambiente (Gobierno de La Rioja, s.f.-a), promueve procesos de aprendizaje colaborativo en los que el estudiante diagnostica problemas ambientales del entorno, debate soluciones y ejecuta acciones de mejora, lo que conecta directamente con los saberes básicos que se trabajan en 4º de ESO como geología y ecología y medio ambiente del currículo de Biología y Geología. En un municipio semi-rural con acceso a espacios naturales, instalaciones municipales y una vida comunitaria activa, este enfoque permite conectar los contenidos de la asignatura con situaciones reales y próximas al estudiante.

En la SA, el espacio principal es el aula ordinaria organizada en grupos para el trabajo cooperativo. Los dispositivos digitales se distribuyen mediante carros que contienen portátiles que se mueven por el centro, lo que permite optimizar su uso entre aulas sin depender de un espacio de informática fijo. Las sesiones de búsqueda y producción de materiales se realizan con estos dispositivos. La grabación del podcast se realiza en el

aula ordinaria o en espacios adyacentes con menor ruido de fondo utilizando herramientas de grabación de audio gratuitas accesibles desde cualquier dispositivo. La biblioteca municipal puede actuar como recurso complementario para la búsqueda de información. El centro cívico del municipio es el espacio externo vinculado al componente de servicio, donde el estudiante difunde los productos elaborados aprovechando la infraestructura de actividades que ya tiene en funcionamiento.

2.6. Distribución del tiempo

La programación se organiza en cuatro unidades de programación que agrupan ocho SA distribuidas a lo largo del curso. La asignatura cuenta con 3 horas semanales, lo que supone aproximadamente 108 sesiones lectivas anuales, descontadas las vacaciones. La distribución sigue una lógica de complejidad creciente: se parte en el primer trimestre desde el entorno geológico local, en el segundo trimestre se profundiza en genética molecular donde se desarrolla la SA que presenta este TFE "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes" con metodología ApS y se cierra el curso con evolución y ecología en el tercer trimestre. La Tabla 3 recoge la distribución temporal anual de forma visual. La Tabla 4 concreta el cronograma específico de la SA, situando la secuencia de sus diez sesiones a lo largo de las semanas del segundo trimestre en que se implementa. Las ocho sesiones restantes no se asignan a ninguna SA concreta, sino que se reservan como margen de flexibilidad para atender evaluaciones de trimestre, sesiones de recuperación, actividades del centro o posibles imprevistos en la temporalización. Este margen es habitual en programaciones reales y permite ajustar el ritmo sin comprometer la coherencia del diseño.

Tabla 3

Distribución temporal de las SA de Biología y Geología 4º ESO. Curso 2025-2026

Biología y Geología 4º ESO - La Rioja – 2025/2026 - 3 h/semana						Primer trimestre				Segundo trimestre			Tercer trimestre		
						Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
SA	Título	Bloque de contenido	Ses.	Inicio	Fin										
SA1.1	La Rioja estratificada: geología de campo	Geología	13	09/09/25	29/09/25	SA1.1									
SA1.2	Terroir: cuando la geología da sabor	Geología	13	30/09/25	27/10/25		SA1.2								
SA1.3	Astrobiología: ¿estamos solos? La vida en el universo	La Tierra en el universo	12	28/10/25	15/12/25			SA1.3							
SA2.1	Genevarioma: del ADN a la diversidad humana	Genética y evolución	12	16/12/25	02/02/26										
SA2.2	Del genotipo al diagnóstico: herencia compleja y test genéticos	Genética y evolución	12	03/02/26	02/03/26										
SA2.3	★ ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes	Genética + ApS	10	03/03/26	26/03/26										
SA3.1	¿Hemos superado a Darwin? De la selección natural a la edición génica	Evolución / Biotecnología	14	27/03/26	11/05/26										
SA4.1	One Health: viñedo, ecosistema y bienestar humano	Ecología y medio ambiente	14	12/05/26	22/06/26										
Festivos															

Fuente. Elaboración propia a partir de la programación didáctica de Biología y Geología de un instituto público de Logroño (La Rioja) y del currículo establecido en el Decreto 42/2022. ★ indica la SA principal con metodología ApS. Las franjas grises representan los periodos de vacaciones de Navidad y Semana Santa.

Tabla 4

Temporalización de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”

Marzo de 2026 · 2.º trimestre · 3 h/semana · 10 sesiones (03/03/26 – 26/03/26)						
Fase	Sesión y foco de la actividad	Sem. 1 (2–6 mar)	Sem. 2 (9–13 mar)	Sem. 3 (16–20 mar)	Sem. 4 (23–27 mar)	Evidencia / evaluación
Activación	S1. Presentación del proyecto y activación de conocimientos previos					—
Indagación	S2. Ejemplo y práctica de análisis de un bulo					—
	S3. Reunión de expertos e indagación					—
	S4. Conclusión y cierre de la indagación		★			1ª evidencia: plantilla de indagación, grupal (Anexo III)
Producción	S5. Síntesis y mensaje (guion del podcast)					—
	S6. Infografía e inicio del podcast					—
	S7. Grabación y producto final (podcast + infografía + QR)			★		2ª evidencia: producto final, grupal (Anexo IV)
Coevaluación	S8. Coevaluación entre grupos y ajuste					Coevaluación formativa, grupal (sin calificación) (Anexo V)
Servicio (difusión ApS)	S9. Difusión en el centro cívico			★		3ª evidencia: participación en el servicio, individual (Anexos VI y VIII)
Reflexión y cierre	S10. Reflexión y autoevaluación				★	4ª evidencia: reflexión y autoevaluación, individual (Anexo VII)

Fuente: elaboración propia. Nota. ★ sesión con evidencia evaluable.

2.7. Selección y organización de los recursos y materiales

Recursos de la programación anual

El recurso principal de la programación es el libro de texto Biología y Geología 4º ESO. Comunidad en Red (Vicens Vives, 2023), que estructura los contenidos de las cuatro unidades de programación y proporciona actividades y orientaciones metodológicas alineadas con el Decreto 42/2022. El laboratorio del centro se emplea en las unidades que requieren trabajo experimental, con microscopios, modelos moleculares y reactivos básicos. Los dispositivos digitales se distribuyen mediante los carros de portátiles del centro. Se utilizan también recursos digitales de acceso abierto: bases de datos científicas (PubMed, Google Scholar y The Conversation), simuladores de genética y geología y los materiales del proyecto autonómico *La Rioja es nuestra tierra* para las actividades vinculadas al entorno local.

Recursos específicos de la situación de aprendizaje

Los recursos de la SA "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes" se organizan en tres categorías: aprendizaje, producción y evaluación.

Para el aprendizaje: 1) noticias y bulos reales sobre genética seleccionados por la docente de fuentes verificadas (agencias científicas, medios especializados y plataformas de verificación como Maldita Ciencia, Factico y Newtral); 2) plantilla de indagación guiada siguiendo las fases del ciclo de indagación de Pedaste et al. (2015), para el análisis crítico de cada caso (Anexo II) y 3) dos recursos de preparación previa a sesiones concretas: un vídeo corto sobre identificación de fuentes fiables disponible en el aula virtual antes de la sesión 2 y un tutorial de Canva antes de la sesión 6.

Para la producción: 1) Herramientas de grabación y edición de audio gratuitas (Audacity y Wavosaur); 2) Herramientas de diseño de infografías (Canva, versión educativa gratuita) y 3) un generador de códigos QR gratuito para vincular el podcast a la infografía, junto con un formulario breve de Google Forms (3-4 preguntas) integrado en el QR para recoger la respuesta del público durante la difusión en el centro cívico.

Para la evaluación: los instrumentos se concretan en cinco documentos incluidos en los Anexos. 1) Lista de cotejo de la plantilla de indagación (Anexo III) para calificar la primera evidencia evaluable; 2) Rúbrica de evaluación de productos finales (Anexo IV) para evaluar el podcast e infografía; 3) Rúbrica de coevaluación (Anexo V) con función formativa entre grupos; 4) Lista de cotejo de participación en el servicio (Anexo VI) evalúa la difusión en el centro cívico y 5) Ficha de reflexión y autoevaluación individual (Anexo VII) para analizar el cierre del proyecto.

El uso de noticias y artículos externos se realiza con fines educativos y en todo momento se citarán las fuentes.

2.8. Atención a la diversidad

La programación se fundamenta en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (CAST, 2024), que establece tres principios de actuación: proporcionar múltiples formas de representación de la información, múltiples formas de implicación y múltiples formas de acción y expresión del estudiante. Este marco, recogido en el artículo 23 del Decreto 42/2022, garantiza que las decisiones metodológicas benefician a todo el alumnado sin necesidad de adaptaciones individuales para cada perfil.

Las medidas ordinarias de carácter general parten de la identificación de que el aula es por naturaleza diversa: el alumnado presenta distintos ritmos de aprendizaje, diferentes puntos de partida en cuanto a conocimientos previos, preferencias variadas en la forma de procesar y expresar la información y distintos niveles de autonomía en el trabajo. El diseño de la SA responde a esta diversidad ordinaria desde el propio planteamiento metodológico. El podcast e infografía como productos finales permiten que cada grupo decida cómo organizar y presentar la información, sin imponer un único formato de expresión. El puzzle de Aronson diversifica los roles según las fortalezas de cada estudiante, de modo que ningún alumno accede al aprendizaje por una única vía (Blasco-Magraner et al., 2022). La plantilla de indagación guiada proporciona una estructura clara para quienes necesitan más andamiaje, pero no limita a quienes pueden ir más allá. La coevaluación y autoevaluación permiten que el estudiante regule su propio proceso de aprendizaje. Los recursos empleados combinan texto escrito, audio, imagen

y fuentes digitales, lo que ofrece distintos puntos de entrada al contenido. En caso de necesidad, se contará con el asesoramiento del departamento de orientación y, si procede, con el apoyo del profesorado especialista.

Como se ha comentado, el grupo incluye varios casos de alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE). A continuación, se describen las actuaciones concretas aplicadas a cada uno de ellos, elaboradas en colaboración con el departamento de Orientación Educativa y sujetas a revisión y ajuste continuo.

Caso 1. Alumno con TDAH (artículo 25 del Decreto 42/2022)

Estas son las características y necesidades detectadas: dificultades para mantener la atención en tareas largas, tendencia a perder el hilo con información densa y necesidad de instrucciones claras y cortas.

La respuesta educativa en la SA es la utilización del puzle de Aronson que posibilita la asignación de un rol delimitado con responsabilidad individual concreta, lo que estructura el trabajo y reduce la dispersión. Las fases del proyecto tienen productos intermedios definidos en cada paso. Las instrucciones se proporcionan de forma breve, preferiblemente por escrito además de oralmente y los apoyos visuales refuerzan la comprensión de cada actividad.

Caso 2. Alumnado con talento específico en el ámbito científico (artículo 26 del Decreto 42/2022)

Estas son las características y necesidades detectadas: tres estudiantes con gran motivación por las ciencias, especialmente en ámbitos como la genética y el cambio climático, que requieren retos intelectuales acordes con su nivel de desempeño para mantener el compromiso.

La respuesta educativa en la SA se apoya en el enriquecimiento natural que permite el propio diseño del proyecto. Estos estudiantes pueden profundizar en fuentes primarias en inglés, ampliar el análisis del caso genético más allá de lo requerido o asumir el liderazgo en la verificación de evidencias científicas. No se requieren materiales ni actividades paralelas, aunque sí pueden contemplarse tareas de ampliación para casa que permitan profundizar en la evidencia científica del caso asignado.

2.9. Evaluación

La evaluación de la programación anual es global, continua y formativa, conforme al artículo 30 del Decreto 42/2022, y las seis competencias específicas pesan por igual en la calificación del curso. Se desarrolla según el momento (inicial, para detectar conocimientos previos sin calificación; continua, para orientar el proceso con retroalimentación; final, para valorar la adquisición de competencias) y según el agente (heteroevaluación docente como vía principal, coevaluación entre iguales en las producciones grupales y autoevaluación individual al cierre de cada SA).

La SA de este TFE trabaja CE1, CE2 y CE3 y se evalúa mediante cuatro productos, dos grupales y dos individuales, valorando la aportación al trabajo colectivo y el aprendizaje individual, en línea con el DUA. El peso de cada uno (Tabla 5) responde a su exigencia: el podcast e infografía (40%) es el más complejo, porque exige comprender el concepto genético para divulgarlo; la plantilla de indagación (30%) lo sustenta al registrar el análisis y el contraste de fuentes; el servicio y la ficha de reflexión (15% cada uno) tienen igual valor porque difundir y reflexionar son inseparables en un ApS. La coevaluación de la sesión 8 es formativa y no califica: su función es mejorar el producto antes de la difusión a partir del feedback de los compañeros.

Cada producto se evalúa por sus criterios de evaluación, concretados en los indicadores de logro numerados que la Tabla 5 asocia a su instrumento, agente y momento. Entre los cuatro productos se cubren los ocho criterios trabajados en la SA, sin que ninguno quede sin evaluar. La calificación se obtiene por productos, no por criterios: cada producto tiene un peso fijo y se califica a partir de los criterios que se evalúan en él, y la nota final es la suma ponderada de los cuatro. Los criterios 2.2, 1.2 y 3.5 se evalúan en dos productos; como los pesos van asignados a los productos y suman 100%, ese criterio influye en la nota de los dos productos en los que aparece, sin que el total se altere. Verlo en más de una tarea, además, permite comprobar la progresión del alumnado.

Tabla 5

Evaluación de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”

Producto evaluable	Criterios	Indicadores	Instrumento	Agente	Momento	Individual/Grupal	Peso
Plantilla de indagación (S4)	2.1, 2.2, 3.1, 3.4	2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2, 3.1.1, 3.4.1, 3.4.2	Lista de cotejo (Anexo III)	Heteroevaluación docente	Continua	Grupal	30%
Podcast + infografía (S7)	1.1, 1.2, 2.2	1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 2.2.3	Rúbrica producto final (Anexo IV)	Heteroevaluación docente	Continua	Grupal	40%
Participación en el servicio (S9)	1.2, 3.5	1.2.1, 3.5.1	Lista de cotejo (Anexo VI)	Heteroevaluación docente	Final	Individual	15%
Ficha de reflexión (S10)	2.3, 3.5	2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 3.5.2	Ficha de reflexión (Anexo VII)	Autoevaluación + heteroevaluación	Final	Individual	15%
TOTAL							100%

Fuente: Elaboración propia.

2.10. Situación de aprendizaje

La SA *"ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes"* se desarrolla al final del bloque de genética, tras haber trabajado los conceptos fundamentales en las SA2.1 *"Genevarioma: del ADN a la diversidad humana"* y SA2.2. *"Del genotipo al diagnóstico: herencia compleja y test genéticos"*. Por ello, no se plantea como una introducción a la genética, sino como una propuesta de aplicación y transferencia: los estudiantes utilizan los saberes adquiridos para analizar noticias y bulos científicos, contrastar información con fuentes fiables y elaborar productos divulgativos dirigidos a la comunidad. Su carácter integrador y su vinculación con el entorno comunitario la convierten en la SA principal de la programación. La Tabla 6 recoge sus elementos identificativos.

Tabla 6

Resumen de la SA "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes"

Elemento	Descripción
Título	<i>ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes</i>
Materia y curso	Biología y Geología, 4ºESO
Ubicación en la programación	Segundo trimestre, tercer y último bloque de genética
Metodología	ApS y adaptación del puzzle de Aronson
Agrupamiento	Cinco grupos heterogéneos de cuatro estudiantes
Producto final	Podcast breve e infografía con código QR
Servicio	Difusión de materiales divulgativos en el centro cívico
Temporalización	10 sesiones
Evaluación	Plantilla de indagación (30%), podcast e infografía (40%), participación en el servicio (15%) y ficha de reflexión (15%). Heteroevaluación docente, coevaluación formativa entre grupos y autoevaluación individual.

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta se organiza mediante ApS con enfoque divulgativo y una adaptación del puzzle de Aronson. Cada grupo trabaja un tema-contexto diferente relacionado con genética y desinformación científica y produce un podcast breve acompañado de una infografía con código QR. Estos materiales se difunden en el centro cívico del municipio y, cuando sea posible, en espacios comunes del centro educativo.

La situación parte de una necesidad concreta: mejorar la capacidad del estudiante para interpretar información científica relacionada con genética. Para ello, cada grupo analiza una noticia a partir de un bulo/titular vinculado a un tema-contexto diferente. El trabajo no consiste solo en decidir si una información es verdadera o falsa, sino en identificar qué conceptos científicos son necesarios para entenderla, qué parte está apoyada por evidencia,

qué parte puede estar exagerada o incompleta y cómo podría explicarse de forma clara a una persona no especializada.

El proyecto se organiza en cinco grupos heterogéneos de cuatro estudiantes, cada uno asignado a un tema-contexto diferente relacionado con genética y desinformación científica. Todos los grupos siguen la misma plantilla de indagación (Anexo II) y producen el mismo tipo de producto, pero el contenido varía según el tema asignado. La variedad de temas enriquece el conjunto de materiales difundidos en el centro cívico. La Tabla 7 recoge los elementos específicos de cada grupo.

Tabla 7

Resumen Tema-contexto, bulos y fuentes por grupo de trabajo de la SA

GRUPO 1: TEST GENÉTICOS Y HERENCIA	
Bulo de partida	"Si el test prenatal detecta una mutación, tu hijo tendrá esa enfermedad con certeza"
Noticia / fuente inicial	<i>¿Elegir al "mejor bebé"? Promesas llamativas y dudas sobre la selección genética de embriones.</i> (Núñez Calonge, 2026)
Contenidos genéticos	ADN, alelos, herencia mendeliana, riesgo genético, penetrancia incompleta. Ejemplos: BRCA como caso de penetrancia incompleta y fibrosis quística como caso recesivo con portadores. Huntington y 22q11.2 como casos de comparación.
Nivel avanzado	Herencia poligénica, concepto VPP, penetrancia vs. expresividad variable. (Petrucelli et al., 2025)
Fuente científica de contraste	Consejo genético en cáncer (SEOM, s.f.). Información institucional sobre probabilidad de presentar una neoplasia en contexto de predisposición hereditaria (Currás, s.f.).
Concepto clave a desmontar	Tener la mutación no equivale a tener la enfermedad. Genética probabilística vs. determinista.
GRUPO 2: MUTACIONES Y CÁNCER	
Bulo de partida	"Expertos de la Complutense confirman que el 5G daña el ADN y provoca cáncer"
Noticia / fuente inicial	<i>La Complutense acoge expertos que relacionan el 5G con el autismo y el cáncer.</i> (Sánchez Becerril, 2026)
Contenidos genéticos	Mutación, variabilidad genética, relación gen-proteína, oncogenes, agentes mutágenos.
Nivel avanzado	Oncogenes KRAS, diferencia entre resultado preclínico en ratones y ensayo clínico. Caso de uso: amplificación mediática de un resultado preliminar sobre terapia pancreática y posterior refutación por conflicto de intereses como ejemplo de autorregulación científica.
Fuente científica de contraste	Declaración ICNIRP sobre radiación no ionizante: solo la radiación ionizante puede romper enlaces del ADN. (ICNIRP, 2020).
Concepto clave a desmontar	Solo la radiación ionizante puede romper enlaces del ADN. La institución que acoge un evento no avala su contenido.
GRUPO 3: VACUNAS, AUTISMO Y ARNm	
Bulo de partida	"Las vacunas ARNm de la COVID modifican el ADN de los niños"
Noticia / fuente inicial	España pierde el estatus de país libre de sarampión según la OMS tras detectarse cadenas de transmisión prolongadas (Fáctico, 2026).
Contenidos genéticos	ADN, ARN mensajero, transcripción, traducción, expresión génica.
Nivel avanzado	Mecanismo de las vacunas ARNm: por qué el ARNm no entra en el núcleo celular ni modifica el genoma. El caso Wakefield como ejemplo de fraude científico y sus consecuencias. (Godlee et al., 2011). El papel de Katalin Karikó en el desarrollo de las vacunas ARNm como ejemplo de contribución de la mujer a la investigación biomédica de impacto social.
Fuente científica de contraste	Datos de vigilancia ECDC sobre cobertura vacunal y brotes de sarampión en España. (ECDC, 2026) Campaña AEV Cazando Bulos (AEV, 2026).
Concepto clave a desmontar	El ARNm no entra en el núcleo celular ni modifica el genoma. La desconfianza vacunal tiene consecuencias sanitarias documentadas en España.

GRUPO 4: BIOTECNOLOGÍA, NTG Y VIÑEDO RIOJANO	
Bulo de partida	"Con la nueva ley europea van a poder meter genes de otras plantas en el Tempranillo sin decírtelo en la etiqueta. El Rioja ya no será natural"
Noticia / fuente inicial	<i>Sin etiquetas, control ni precaución: desregular los transgénicos en Europa comportaría graves riesgos.</i> (Alter, 2026)
Contenidos genéticos	Mutación espontánea, variabilidad, biodiversidad agrícola, OMG, selección artificial, mejora vegetal.
Nivel avanzado	Diferencia nuevas tecnologías genómicas (NTG) vs. transgénico. Regulación UE NTG 2026 (Consejo de la Unión Europea, 2026). Tempranillo Blanco como ejemplo de mutación natural espontánea en la vid riojana (ICVV, 2017). VITISAD II como ejemplo de selección clonal sin edición genética. (ICVV, s.f.)
Fuente científica de contraste	Web oficial del Consejo de la UE sobre NTG. (Consejo de la Unión Europea, 2026)
Concepto clave a desmontar	NTG edita el genoma de la misma especie. Transgénico introduce ADN de otra especie (categorías legales y científicas distintas).
GRUPO 5: EPIGENÉTICA: ¿PUEDES CAMBIAR TUS GENES?	
Bulo de partida	"Los superalimentos reprograman tu ADN. La cúrcuma activa tus genes sanos y desactiva los malos"
Noticia / fuente inicial	<i>Los superalimentos no existen; la evidencia sobre la importancia de la alimentación en su conjunto, sí.</i> (Maldita.es, 2025)
Contenidos genéticos	Expresión génica, evolución del concepto de gen, relación genes-ambiente.
Nivel avanzado	Metilación del ADN, herencia epigenética (CDC, 2025), límites reales de lo que la dieta puede hacer sobre la expresión génica (Ideraabdullah & Zeisel, 2018)
Fuente científica de contraste	Epigenética y expresión génica: mecanismo y relación con la dieta (Gibney & Nolan, 2010), información institucional sobre epigenética y salud (CDC, 2025).
Concepto clave a desmontar	La epigenética regula la expresión génica pero no modifica la secuencia del ADN. Los cambios epigenéticos son reversibles y limitados.

Fuente: Elaboración propia.

Cada miembro del grupo asume un rol específico según sus fortalezas. La Tabla 8 recoge la función de cada rol, las habilidades que destacan y el perfil del estudiante para el que resulta más adecuado. El reparto de roles responde al principio de interdependencia positiva del puzle de Aronson: el producto final requiere la contribución activa de los cuatro roles.

Tabla 8

Distribución de roles, funciones y perfiles del alumnado en la SA

Rol	Función en el proyecto	Habilidades que aporta	Perfil recomendado
Experto/a científico/a	Busca fuentes primarias (PubMed, Google Scholar) y explica el mecanismo científico al resto del grupo.	Conocimiento científico, manejo de inglés científico, bases de datos especializadas.	Estudiante con talento científico. Puede profundizar en el nivel avanzado del bloque asignado.
Verificador/a	Contrasta el bulo usando plataformas de verificación (Maldita Ciencia, Newtral, Science Feedback).	Pensamiento crítico, evaluación de fuentes, búsqueda eficiente en internet.	Estudiante que curse Cultura Científica. Si no es el caso, estudiante con criterio analítico.
Comunicador/a	Redacta el guión del podcast en lenguaje accesible y claro para un público no especializado.	Expresión escrita, síntesis, adaptación del lenguaje científico al registro divulgativo.	Estudiante con fortaleza en Lengua Castellana y con colaboración de la profesora de la asignatura. Lidera la redacción y estructura del mensaje.
Productor/a técnico/a	Graba el podcast, diseña la infografía y genera el código QR enlazado al audio y la encuesta de Google Docs.	Competencia digital, manejo de herramientas de edición de audio e imagen (Audacity, Canva).	Estudiante que cursa la optativa de Digitalización. Si no es el caso, estudiante con capacidades digitales.

Fuente: Elaboración propia.

La secuencia didáctica se organiza en 10 sesiones de 55 minutos distribuidas entre marzo y abril de 2026. Las sesiones 1 y 2 son comunes para todo el grupo-clase. Las sesiones 3-8 combinan trabajo por grupos con puestas en común. La sesión 9 constituye el componente de servicio del ApS con la difusión en el centro cívico. La sesión 10 cierra el proyecto con reflexión y autoevaluación. La Tabla 9 presenta el resumen de la secuencia y a continuación, en las Tablas 10-19 se desarrollan las 10 sesiones con su descripción detallada.

Tabla 9

Resumen de la secuencia didáctica de la SA

Ses.	Título	Tipología	Espacio	Actividad principal
1	Activación y presentación del proyecto	Motivación	Aula	Titulares genéticos, detección de ideas previas, presentación del proyecto y formación de grupos. Lectura del bulo asignado como tarea.
2	Ejemplo y práctica de análisis	Desarrollo	Aula	Puesta en común de observaciones sobre el bulo asignado. Análisis guiado común de un bulo modelo. Confirmación de roles definitivos y entrega de plantilla de indagación.
3	Reunión de expertos e indagación	Desarrollo	Aula	Reunión de expertos por rol. Vuelta al grupo base. Trabajo autónomo por grupos según rol. Búsqueda de fuentes. Cierre con puesta en común de dificultades.
4	Conclusión y cierre de la indagación	Desarrollo	Aula	Trabajo autónomo por grupos. Elaboración de la conclusión razonada. Puesta en común y entrega de la plantilla completada.
5	Síntesis y mensaje	Desarrollo	Aula	Elaboración del mensaje divulgativo y borrador del guion del podcast.
6	Infografía e inicio del podcast	Síntesis	Aula	Revisión y ajuste de la infografía en Canva. Inicio de la grabación del podcast.
7	Grabación y producto final	Síntesis	Aula	Finalización del podcast e infografía. Generación del código QR. Revisión intragrupal.
8	Coevaluación y ajuste	Evaluación	Aula	Coevaluación entre grupos con rúbrica. Identificación de ajustes pendientes.
9	Difusión en el centro cívico	Servicio ApS	Centro cívico	Exposición de infografías y difusión del podcast en el centro cívico.
10	Reflexión y cierre	Evaluación	Aula	Autoevaluación individual. Reflexión grupal sobre el proceso y el impacto del servicio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Desarrollo de la sesión 1. Activación y presentación del proyecto

Sesión 1. Activación y presentación del proyecto							
Tipología	Motivación						
Objetivos didácticos	OD1, OD5		Objetivos de etapa			b), h)	
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupo-clase (0-30') Grupos base (30-55')	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Presentación digital con cinco titulares reales, papel y bolígrafo, tarjetas de roles (Anexo IX), tabla de tema-contexto.
Descripción de la actividad	0-5': La docente proyecta cinco titulares reales sobre genética, uno por cada tema-contexto. Sin desvelar cuáles son correctos, pide al grupo que vote a mano alzada: ¿cuáles creéis que son verdad? El objetivo no es acertar, sino hacer recordar a los estudiantes lo que ya saben y lo que creen saber. 5-15': Cada alumno escribe lo que le sugiere el titular que más le ha llamado la atención. 2-3 alumnos comparten sus ideas. La docente anota los conceptos en la pizarra sin corregir, solo como mapa de partida del proyecto. 15-30': Presentación del proyecto: qué se va a hacer, qué producto se va a generar, a quién va dirigido y cómo se trabajará a lo largo de las 10 sesiones. Es importante que el grupo entienda que el destino final del trabajo es el centro cívico, no el aula. 30-45': Se forman los grupos base (4 estudiantes) con criterio previo de la docente, asegurando heterogeneidad. Cada grupo recibe su tema-contexto y lee por primera vez el bulo asignado. 45-55': Explicación de los cuatro roles del puzle de Aronson. Cada alumno recibe su tarjeta de rol (Anexo IX) y se aclaran las responsabilidades de cada uno.						
Tarea para casa	Leer el bulo asignado y anotar qué afirma y qué no se entiende (2-3 líneas). Ver el vídeo corto sobre fuentes fiables (enlace en el aula virtual, 5 min). *Alumno con TDAH: anotar solo una afirmación del bulo. *Alumnos con talento científico: buscar opcionalmente una noticia adicional sobre su tema-contexto.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
C. específica	CE1		Saberes básicos			(C) Diferenciación de los conceptos básicos de genética mendeliana. (C) Contenidos del bloque asignado al grupo.	
Criterio de evaluación	1.1		Indicador de logro (formativo)			1.1.1	
Elementos transversales	Comprensión lectora Espíritu crítico y científico Expresión oral y escrita						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Desarrollo de la sesión 2. Ejemplo y práctica de análisis

Sesión 2. Ejemplo y práctica de análisis							
Tipología	Desarrollo						
Objetivos didácticos	OD2, OD3		Objetivos de etapa			b), e), f), k)	
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupo-clase (0-35') Grupos base (35-55')	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Proyector, plantilla de indagación (Anexo II), portátiles, bulo modelo preparado por la docente.
Descripción de la actividad	0-5': 2-3 alumnos comparten qué afirma su bulo y qué es lo que no entendieron. Este momento sirve para detectar dificultades y para que el grupo empiece a familiarizarse con los distintos temas-contexto. 5-10': La docente retoma el vídeo sobre fuentes fiables con una pregunta al grupo: ¿qué distingue una fuente fiable de una que no lo es? Se recogen 2-3 respuestas. 10-30': La docente toma el rol de investigadora y proyecta un bulo genético modelo, distinto a los asignados. Lo analiza en voz alta guiándose de la plantilla de indagación (mostrando cómo busca en PubMed, contrasta en Maldita Ciencia y distingue lo que dice el estudio original de lo que afirma el titular). Este ejemplo detallado es fundamental: el alumnado observa el proceso completo antes de tener que llevarlo a cabo. 30-45': Los grupos aplican ese primer paso con su propio bulo: qué afirma y qué conceptos necesitan investigar. La docente orienta a quienes se bloquean. 45-55': Ronda rápida de puesta en común: cada grupo indica en una frase qué afirma su bulo. La docente entrega las plantillas y confirma los roles definitivos. <i>*Alumno con TDAH:</i> la docente le orienta individualmente durante la ronda de puesta en común para asegurarse de que ha comprendido el primer paso de la plantilla. <i>*Alumnos con talento científico:</i> acceder durante esta sesión directamente a la fuente primaria del bulo modelo que analiza la docente.						
Tarea para casa	Anotar en la plantilla qué tipo de fuente necesita cada rol para la próxima sesión. <i>*Para el alumno con TDAH:</i> solo identificar qué tipo de fuente usará su rol.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
C. específica	CE2, CE3	Saberes básicos		(A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización. (A) Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.			
Criterio de evaluación	2.2, 3.1	Indicador de logro (formativo)		2.2.1, 3.1.1			
Elementos transversales	Espíritu crítico y científico Comprensión lectora Cooperación entre iguales						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Desarrollo de la sesión 3. Reunión de expertos e indagación

Sesión 3. Reunión de expertos e indagación									
Tipología		Desarrollo							
Objetivos didácticos		OD3		Objetivos de etapa		e), f), k)			
Tiempo estimado		55'	Agrupamiento	Grupos de expertos por rol (0-15') Grupos base (15-55')		Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Plantilla de indagación (Anexo II), portátiles (carros), PubMed, Scielo, Google Scholar, The Conversation, Maldita Ciencia, Science Feedback, Newtral.
Descripción de la actividad		<i>*Para el alumno con TDAH: la docente le avisa con 2min de antelación del cambio de agrupamiento y le indica con quién debe reunirse.</i> 0-5': La docente explica la dinámica de la reunión de expertos: cada alumno se desplaza al grupo formado por quienes tienen el mismo rol en los otros cuatro grupos. Quedan cuatro grupos de cinco personas. 5-15': Reunión de grupos de expertos. Cada grupo comparte qué ha encontrado hasta ahora, qué criterios usa para evaluar una fuente y qué dificultades tiene con su bloque. La docente rota entre los grupos para orientar. 15-20': Vuelta a los grupos base. Cada alumno comparte brevemente con su grupo lo aprendido en la reunión de expertos: criterios nuevos, fuentes útiles, dudas resueltas. 20-50': Trabajo autónomo por grupos base usando la plantilla de indagación. El experto científico busca en PubMed o Scielo, el verificador contrasta en plataformas de verificación, el comunicador empieza a estructurar el mensaje y el productor técnico explora las herramientas de producción. Cada alumno completa los pasos 1-4 de la plantilla. La docente acompaña y resuelve dudas. 50-55': Cierre. Cada grupo indica en voz alta en qué paso de la plantilla está y qué necesita para avanzar.							
Tarea para casa		Completar los pasos 1-4 de la plantilla. Identificar al menos una fuente científica fiable y anotar por qué la consideras fiable. <i>Para el alumno con TDAH: completar solo los pasos 1 y 2.</i>							
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE									
C. específica		CE2	Saberes básicos		(A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización. (A) Estrategias para la búsqueda de información, colaboración y comunicación de procesos, resultados o ideas científicas.				
Criterio de evaluación		2.1, 2.2	Indicador de logro (formativo)		2.1.1, 2.1.2, 2.2.1				
Elementos transversales		Espíritu crítico y científico Cooperación entre iguales Competencia digital							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Desarrollo de la sesión 4. Conclusión y cierre de la indagación

Sesión 4. Conclusión y cierre de la indagación							
Tipología	Desarrollo						
Objetivos didácticos	OD2, OD3		Objetivos de etapa b), e), f), k)				
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupos base	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Plantilla de indagación (Anexo II), portátiles, fuentes seleccionadas en la sesión anterior.
Descripción de la actividad	0-5': Revisión rápida del estado de cada grupo. La docente pregunta a cada grupo en qué paso de la plantilla están y qué necesitan para terminarlo. 5-40': Trabajo autónomo por grupos base. Cada grupo completa los pasos 5-8 de la plantilla: identificar errores o exageraciones con evidencia científica, elaborar la conclusión razonada y definir el mensaje final para la comunidad. La docente acompaña con especial atención a los grupos con dificultades en la argumentación. 40-50': Puesta en común. Cada grupo comparte su conclusión en dos o tres frases. El resto da feedback: ¿es clara? ¿es comprensible para alguien que no sabe genética? 50-55': Entrega de la plantilla de indagación completada. Breve autoevaluación oral individual: ¿qué ha resultado más difícil? ¿qué cambiarías?						
Tarea para casa	Revisar la plantilla. Pensar cómo explicarías el concepto clave a alguien de tu familia sin formación científica. Traer una propuesta de título para el podcast. <i>*Alumnos con talento científico:</i> consultar opcionalmente el artículo científico original citado en sus fuentes y anotar una conclusión que no aparezca en la divulgación.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
Procedimiento	Revisión de la plantilla de indagación completa (pasos 1-8)			Momento	Continua, primera evidencia evaluable (30% calificación)		
Agente	Heteroevaluación docente			Instrumento de evaluación	Lista de cotejo de la plantilla de indagación (Anexo III)		
C. específica	CE2, CE3			Saberes básicos	(A) Fuentes fidedignas de información científica. (A) Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica. (A) Métodos de análisis de resultados. Diferenciación entre correlación y causalidad. (C) Contenidos del bloque asignado al grupo.		
Criterio de evaluación	2.1, 2.2, 3.1, 3.4			Indicador de logro	2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2, 3.1.1, 3.4.1, 3.4.2		
Elementos transversales	Comprensión lectora Espíritu crítico y científico Expresión oral y escrita Cooperación entre iguales						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Desarrollo de la sesión 5. Síntesis y mensaje

Sesión 5. Síntesis y mensaje							
Tipología	Desarrollo						
Objetivos didácticos	OD4		Objetivos de etapa		b), h)		
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupos base	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Plantilla de indagación completada, papel y bolígrafo para el esquema visual, plantilla del guión del podcast.
Descripción de la actividad	0-10': La docente presenta la estructura del podcast en cinco bloques: 1) Presentación del bulo, 2) Explicación científica sencilla relacionada con conceptos de SA2.1 y SA2.2, 3) Qué dice la evidencia. 4) Qué error hay que evitar. 5) Mensaje final para la comunidad. Se muestra un ejemplo breve para que el alumnado entienda el tono y el nivel de detalle esperado. 10-15': Antes de escribir, cada grupo hace un esquema visual rápido en papel con tres bloques: qué afirma el bulo, qué dice la evidencia y qué error hay que corregir. Este esquema ordena las ideas y facilita la redacción, especialmente para quienes tienden a bloquearse ante la página en blanco. 15-45': Los grupos redactan el borrador del guion. El comunicador lidera la redacción, el experto científico verifica el rigor, el verificador comprueba que las conclusiones están respaldadas y el productor técnico anota las decisiones de formato y duración. 45-55': La docente revisa los borradores y da feedback rápido a cada grupo: ¿es claro el mensaje? ¿está adaptado al público del centro cívico? <i>*Alumno con TDAH:</i> la plantilla del guion tiene los cinco bloques ya numerados y con una pregunta guía en cada uno para reducir el bloqueo ante la página en blanco.						
Tarea para casa	Revisar el guion. El comunicador ensaya la locución en voz alta. Ver el tutorial de Canva (enlace en el aula virtual, 10 min). El productor/a técnico/a elabora un primer borrador de la infografía en Canva con los elementos obligatorios (sin el código QR).						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
C. específica	CE1	Saberes básicos		(A) Estrategias para la búsqueda de información, colaboración y comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia. (C) Contenidos del bloque asignado al grupo.			
Criterio de evaluación	1.2	Indicador de logro (formativo)		1.2.1			
Elementos transversales	Expresión escrita Comunicación audiovisual Cooperación entre iguales						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Desarrollo de la sesión 6. Infografía e inicio del podcast

Sesión 6. Infografía e inicio del podcast							
Tipología	Síntesis						
Objetivos didácticos	OD4		Objetivos de etapa			b), h)	
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupos base	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Portátiles (carros), Canva (versión educativa gratuita), Audacity, guion del podcast revisado.
Descripción de la actividad	0-5': Comprobación rápida de que todos los grupos tienen el borrador de infografía y han visto el tutorial de Canva. Se resuelven dudas técnicas antes de empezar para no perder tiempo durante la sesión. 5-30': Revisión y ajuste de la infografía. El productor técnico trabaja el diseño con el borrador ya preparado y el comunicador revisa que el texto sea comprensible para alguien sin formación científica. La docente rota dando feedback específico: ¿está claro el error que se corrige? ¿el mensaje final es concreto y comprensible? ¿la jerarquía visual es lógica y legible? 30-55': Inicio de la grabación del podcast. El comunicador graba siguiendo el guion revisado mientras el resto del grupo escucha y anota sugerencias de mejora. El objetivo es tener al menos la mitad del podcast grabado al final de la sesión. <i>*Alumno con TDAH:</i> el productor técnico de su grupo lidera el diseño de la infografía; su tarea concreta es revisar que el texto sea comprensible, lo que acota su función y reduce la dispersión.						
Tarea para casa	El comunicador repasa la locución. El productor técnico finaliza los ajustes pendientes de la infografía.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
C. específica	CE1	Saberes básicos			(A) Estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia.		
Criterio de evaluación	1.2	Indicador de logro (formativo)			1.2.1, 1.2.2		
Elementos transversales	Comunicación audiovisual Competencia digital Expresión oral y escrita						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Desarrollo de la sesión 7. Grabación y producto final

Sesión 7. Grabación y producto final								
Tipología		Síntesis						
Objetivos didácticos		OD4		Objetivos de etapa		b), e), f), h), k)		
Tiempo estimado		55'	Agrupamiento	Grupos base	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Portátiles (carros), Audacity, Canva, generador de códigos QR gratuito.
Descripción de la actividad		0-30': Los grupos completan la grabación del podcast y realizan una edición básica del audio: ajustan el volumen, eliminan silencios largos y comprueban que la estructura de los cinco bloques se mantiene clara y audible. 30-45': Generación del código QR enlazado al podcast e incorporación en la infografía. Este vínculo entre los dos formatos permite que la infografía informe visualmente y el QR de acceso a profundizar con el audio. Además, el QR incluirá un formulario de 3-4 preguntas (siguiendo la plantilla base de la docente) para que el público lo conteste y recibir feedback de la infografía y podcast. 45-55': Revisión intragrupal del producto completo. Cada miembro revisa desde su rol: ¿es riguroso el contenido? ¿lo entiende alguien sin formación científica? ¿funciona el QR? Se realizan los ajustes finales y se entrega el producto a la docente al cierre de la sesión. <i>*Alumno con TDAH:</i> la revisión intragrupal se hace con una lista de tres preguntas concretas: ¿es riguroso?, ¿se entiende?, ¿funciona el QR? Esto estructura el cierre y evita la dispersión.						
Tarea para casa		Ninguna.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE								
Procedimiento		Revisión del producto final (podcast + infografía)		Momento		Continua, segunda evidencia evaluable (grupal)		
Agente		Heteroevaluación docente		Instrumento de evaluación		Rúbrica de evaluación de productos finales (Anexo IV)		
C. específica		CE1, CE2		Saberes básicos		(A) Estrategias para la búsqueda de información, colaboración y comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia. (A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización. (C) Contenidos del bloque asignado al grupo.		
Criterio de evaluación		1.1, 1.2, 2.2		Indicador de logro		1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 2.2.3		
Elementos transversales		Comunicación audiovisual Competencia digital Expresión oral y escrita Cooperación entre iguales						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Desarrollo de la sesión 8. Coevaluación y ajuste

Sesión 8. Coevaluación y ajuste							
Tipología	Evaluación						
Objetivos didácticos	OD2, OD4		Objetivos de etapa			b), e), f), h), k)	
Tiempo estimado	55'	Agrupamiento	Grupos base	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Rúbrica de coevaluación (Anexo V), portátiles para escuchar los podcasts.
Descripción de la actividad	0-5': La docente distribuye los productos de forma que cada grupo evalúa el trabajo de otro, asegurándose de que ningún grupo evalúa el suyo propio. 5-30': Coevaluación con rúbrica. Cada grupo escucha el podcast y revisa la infografía del grupo asignado valora lo siguiente: 1) claridad del mensaje, 2) rigor científico, 3) accesibilidad del lenguaje y 4) calidad del formato. Este ejercicio obliga al alumnado a ponerse en el lugar del receptor del mensaje, que es exactamente el rol que tendrá el público del centro cívico. 30-45': Puesta en común del feedback. Cada grupo comparte en 2-3 frases lo que ha valorado positivamente y un aspecto de mejora concreto, argumentándolo. La docente interviene asegurando que el feedback sea constructivo y específico. 45-55': Cada grupo revisa su propio producto teniendo en cuenta el feedback recibido y decide qué ajustes realizará antes de la difusión. <i>*Alumno con TDAH:</i> la rúbrica de coevaluación tiene los cuatro criterios numerados y con descriptores breves para facilitar el seguimiento. La docente pasa por su grupo a mitad de la coevaluación para comprobar el avance.						
Tarea para casa	Incorporar los ajustes antes de la sesión 9						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE							
Procedimiento	Coevaluación entre grupos con rúbrica			Momento	Continua, formativa, sin calificación		
Agente	Coevaluación entre iguales			Instrumento de evaluación	Rúbrica de coevaluación (Anexo V)		
C. específica	CE1, CE2			Saberes básicos	(A) Estrategias de comunicación científica en distintos formatos. (A) Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.		
Criterio de evaluación	1.1, 1.2, 2.2			Indicador de logro	1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2, 2.2.3.		
Elementos transversales	Espíritu crítico y científico Cooperación entre iguales Expresión oral y escrita						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Desarrollo de la sesión 9. Difusión en el centro cívico

Sesión 9. Difusión en el centro cívico														
Tipología		Servicio ApS												
Objetivos didácticos		OD5		Objetivos de etapa			b), e), h)							
Tiempo estimado		Patio + 55' sesión + exposición instalada varios días		Agrupamiento		Grupos base		Espacios		Centro cívico del municipio	Recursos		Infografías impresas, dispositivos para reproducir los podcasts, códigos QR.	
Descripción de la actividad		0-10': El grupo se desplaza al centro cívico, situado junto al instituto y prepara el espacio de exposición: coloca las infografías y comprueba que los códigos QR funcionan antes de que llegue el público. 10-45': Difusión. Cada grupo presenta su infografía a las personas presentes, explica el bulo analizado y lo que dice la evidencia científica (5min/grupo). Se reproducen los podcasts. El alumnado responde preguntas del público apoyándose en el trabajo realizado durante las semanas anteriores. Esta sesión es el momento en que el aprendizaje trasciende el aula y cobra sentido real. 45-55': Regreso al centro. Reflexión colectiva breve: ¿cómo ha reaccionado el público? ¿qué preguntas han hecho? ¿qué no se supo responder? Las infografías quedan expuestas varios días para escuchar el podcast y ampliar el alcance del servicio. <i>*Alumno con TDAH:</i> se le asigna una función concreta y acotada durante la difusión (ejemplo: presentar la infografía de su grupo). Tener una tarea definida reduce la dispersión en el entorno desestructurado del centro cívico. <i>*Alumnos con talento científico:</i> responder preguntas más técnicas del público que excedan el nivel básico de la infografía.												
Observaciones		La sesión de difusión se desarrolla en horario lectivo añadiendo los 30min de recreo. Las infografías permanecen expuestas en el centro cívico durante 15 días para ampliar el alcance del servicio. El centro cívico se encuentra junto al centro educativo, lo que permite el desplazamiento y regreso dentro de la misma sesión lectiva+recreo.												
Tarea para casa		Ninguna.												
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE														
Procedimiento		Observación directa del servicio		Momento		Final, tercera evidencia evaluable (individual)								
Agente		Heteroevaluación docente		Instrumento de evaluación		Lista de cotejo de participación en el servicio (Anexo VI), cuestionario de evaluación del servicio (Anexo VIII)								
C. específica		CE1, CE3		Saberes básicos		(A) La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.								
Criterio de evaluación		1.2, 3.5		Indicador de logro		1.2.1, 3.5.1								
Elementos transversales		Expresión oral Ciudadanía activa Cooperación entre iguales												

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Desarrollo de la sesión 10. Reflexión y cierre

Sesión 10. Reflexión y cierre								
Tipología		Evaluación						
Objetivos didácticos		OD6		Objetivos de etapa		b), e), f), k)		
Tiempo estimado		55'	Agrupamiento	Individual (0-20') Grupos base (20-40') Grupo-clase (40-55')	Espacios	Aula ordinaria	Recursos	Ficha de reflexión y autoevaluación individual (Anexo VII).
Descripción de la actividad		0-10': Revisión de las respuestas recibidas a la encuesta del QR como punto de partida de la reflexión. 10-25': Autoevaluación individual en silencio. Cada alumno completa la ficha de reflexión: qué ha aprendido, qué le ha resultado difícil, cómo ha contribuido al grupo y qué impacto cree que ha tenido el servicio. El silencio y la individualidad de esta actividad es importante para que la reflexión sea genuina, sin la influencia del grupo. 25-40': Reflexión grupal. Cada grupo comparte sus reflexiones: qué funcionó bien, qué cambiarían si lo repitieran y qué se llevan del proyecto. La docente escucha sin evaluar, facilitando que surjan conclusiones espontáneas. 40-50': Puesta en común con todo el grupo-clase. La docente recoge en la pizarra los aprendizajes más mencionados y cierra el proyecto conectándolo con el problema de la desinformación científica que lo motivó. 50-55': Entrega de la ficha de reflexión individual. <i>*Alumno con TDAH:</i> la ficha de reflexión tiene preguntas cortas y numeradas. Puede responder en formato de lista o con frases breves. <i>*Alumnos con talento científico:</i> añadir en la reflexión una valoración sobre la calidad científica de las fuentes que encontraron, comparándolas con lo que habrían buscado en un contexto de investigación real.						
Tarea para casa		Ninguna.						
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE								
Procedimiento		Autoevaluación individual y reflexión grupal		Momento		Final, cuarta evidencia evaluable (individual)		
Agente		Autoevaluación + heteroevaluación docente		Instrumento de evaluación		Ficha de reflexión y autoevaluación individual (Anexo VII)		
C. específica		CE2, CE3		Saberes básicos		(A) La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas e importancia social. (A) Fuentes fidedignas de información científica.		
Criterio de evaluación		2.3, 3.5		Indicador de logro		2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 3.5.2		
Elementos transversales		Espíritu crítico y científico Autorregulación del aprendizaje Ciudadanía activa						

Fuente: Elaboración propia.

2.11. Evaluación de la Programación didáctica

La evaluación de la programación está pensada como un proceso de mejora continua, en coherencia con el artículo 52 del Decreto 42/2022, referido a la evaluación de la práctica docente. Esta evaluación se centra en la SA diseñada en este trabajo. Para valorar su viabilidad se emplea una matriz DAFO, que identifica sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. El análisis se recoge en la Tabla 20.

Tabla 20

Matriz DAFO de la SA "ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes"

	Debilidades	Amenazas
Negativo	El podcast e infografía son tareas grupales que concentran el 40 % de la calificación y pueden enmascarar la desigualdad en la contribución individual. La calidad de la verificación del contenido depende del manejo de fuentes científicas, aún limitado en 4º de ESO. La secuencia de 10 sesiones es ajustada, un retraso arrastra a las siguientes. La plantilla de indagación se evalúa de forma grupal, lo que dificulta identificar el aprendizaje individual.	La afluencia de público al centro cívico no depende del aula y condiciona el alcance del servicio. Los carros de portátiles son un recurso compartido cuya disponibilidad no está garantizada en cada sesión. Los bulos seleccionados pierden actualidad con rapidez y exigen renovación cada curso. La coordinación con el centro cívico y con otros departamentos depende de agendas externas al centro.
	Fortalezas	Oportunidades
Positivo	El ApS conecta el contenido con una necesidad social real y refuerza la motivación. El puzle de Aronson reparte roles según fortalezas y garantiza interdependencia positiva e inclusión. La SA aplica y transfiere contenidos ya trabajados en SA2.1 y SA2.2, consolidando el aprendizaje. El diseño se apoya en el DUA y prevé medidas concretas para el alumnado con TDAH.	El entorno semi-rural con vida comunitaria activa ofrece un escenario idóneo para el servicio. Las iniciativas autonómicas y el respaldo específico del ApS en el Decreto 42/2022 dan cobertura institucional. La preocupación social por la desinformación científica hace el producto relevante fuera del aula. La colaboración con Lengua Castellana e Inglés y posibles alianzas con la biblioteca o medios locales amplían el alcance del ApS.

Fuente: Elaboración propia

El análisis DAFO identifica los factores internos y externos que condicionan la SA, pero no establece por sí mismo líneas de acción. Para ello se construye una matriz CAME, que traduce cada uno de los cuatro cuadrantes en una estrategia. Las debilidades se corrigen, las amenazas se afrontan, las fortalezas se mantienen y las oportunidades se explotan. El resultado se recoge en la Tabla 21.

Tabla 21

Matriz CAME de la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”

	Corregir (Debilidades)	Afrontar (Amenazas)
Negativo	Incorporar evidencias individuales junto a los productos grupales. Reforzar la verificación de fuentes con un vídeo previo, la sesión modelo y el liderazgo del alumnado con talento científico. Definir productos intermedios por sesión y reservar margen para retrasos. Añadir indicadores individuales a la plantilla de indagación.	Dar publicidad a la difusión en el municipio las dos semanas previas. Reservar los portátiles con antelación y preparar una actividad de respaldo sin dispositivos. Mantener un banco de bulos actualizable cada curso. Fijar al inicio del trimestre el calendario con el centro cívico y los departamentos.
Positivo	Mantener (Fortalezas)	Explotar (Oportunidades)
	Conservar el ApS como eje de la propuesta. Mantener el reparto de roles del puzle de Aronson. Mantener la transferencia de contenidos de SA2.1 y SA2.2. Conservar las medidas de atención a la diversidad basadas en el DUA.	Usar el entorno comunitario del municipio como escenario del servicio. Apoyar la propuesta en las iniciativas autonómicas y el ApS del Decreto 42/2022, con continuidad anual. Orientar el producto y la difusión a la preocupación social por la desinformación. Ampliar alianzas con Lengua, Inglés, la biblioteca municipal y los medios locales.

Fuente: Elaboración propia.

3. Conclusiones

El objetivo principal de este TFE ha consistido en desarrollar una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en Biología y Geología de 4º de ESO mediante el ApS con enfoque divulgativo. Los objetivos específicos planteados al inicio han sido abordados de forma adecuada en su conjunto con las valoraciones que se desarrollan a continuación.

En relación con el objetivo de revisar la literatura reciente sobre la enseñanza de la genética en la ESO, este se ha alcanzado de forma completa. La revisión ha confirmado que la genética supone un contenido relevante, pero de difícil asimilación, debido a los conceptos abstractos que se presentan y a la persistencia documentada de errores conceptuales entre el alumnado. Esta valoración ha resultado determinante para justificar un enfoque metodológico que conecte los contenidos genéticos con situaciones reales y próximas al estudiante, así las decisiones de diseño posteriores se basan en las evidencias analizadas previamente.

Respecto al objetivo de revisar las fases del ApS y el uso de noticias y divulgación científica como herramientas de enseñanza, este objetivo se ha alcanzado de forma satisfactoria. El análisis teórico ha permitido justificar la metodología elegida y mostrar su potencial en el desarrollo de la alfabetización científica, pensamiento crítico y compromiso cívico del alumnado de secundaria. La revisión ha mostrado también que la combinación de ambos enfoques (ApS y divulgación científica) se ha trabajado poco en las ciencias naturales de ESO lo que refuerza la pertinencia de la propuesta.

El tercer objetivo sobre diseñar actividades en las que el estudiante analice noticias/bulos y elabore productos divulgativos se ha concretado de manera detallada en la SA, estructurada en diez sesiones que combinan indagación guiada, puzle de Aronson y creación de dos productos, podcast e infografía. La difusión de estos productos en el centro cívico de la localidad aporta un servicio real a la comunidad y diferencia la propuesta de otros planteamientos didácticos más convencionales. Sin embargo, dado que la propuesta no se ha implementado en un contexto real de aula, su impacto en el aprendizaje aún debe ser evaluado mediante su puesta en práctica.

Por último, el objetivo de diseñar herramientas de evaluación adaptadas se ha alcanzado al diseñar cinco instrumentos que recogen los criterios de evaluación establecidos en la

legislación vigente para la SA, lo que garantiza la alineación entre saberes trabajados, competencias específicas y criterios de evaluación.

Entre las principales aportaciones del trabajo cabe destacar tres. Primero, la propuesta establece un vínculo específico entre la enseñanza de genética y la respuesta educativa a la desinformación científica, tema de gran relevancia social en los últimos años que raramente se desarrolla de forma sistemática dentro del currículo de Biología y Geología en ESO. En segundo lugar, la propuesta integra el servicio a la comunidad como parte del aprendizaje de la materia y no como una actividad complementaria, al conectar los saberes básicos con una necesidad real del entorno. Por último, la estructura de la SA y sus instrumentos de evaluación están planteados de manera flexible, lo que los hace transferibles a otros contenidos científicos o a otros niveles educativos con ajustes limitados.

Como reflexión final, este trabajo ha puesto de manifiesto tanto las posibilidades como los límites de diseñar una propuesta innovadora dentro de los márgenes del currículo oficial. El proceso de diseño ha implicado tareas de síntesis que en ocasiones no han resultado sencillas de determinar: el nivel de profundidad de los contenidos conceptuales, la estructura de la evaluación de competencias en el podcast de naturaleza comunicativa o la forma de garantizar que el enfoque divulgativo no comprometa el rigor científico al tratar la genética. Estas dudas que se han generado durante el diseño de la SA reflejan dilemas propios de la práctica docente real que este trabajo ha permitido anticipar y, en la medida de lo posible, resolver de forma razonable.

4. Limitaciones y prospectiva

La principal limitación encontrada durante la elaboración de este TFE ha sido la escasez de propuestas publicadas que combinen específicamente el ApS, la enseñanza de la genética en ESO y el enfoque divulgativo en un mismo diseño didáctico. La literatura disponible aborda cada uno de estos elementos por separado con solidez, pero su intersección cuenta con escasos precedentes documentados, lo que ha obligado a construir la justificación metodológica a partir de evidencias procedentes de diferentes ámbitos y a asumir que la combinación es adecuada sin poder contrastarla con experiencias previas equivalentes.

Una segunda limitación deriva de la experiencia profesional previa en investigación biomédica. El conocimiento detallado de los mecanismos genéticos ha generado en ocasiones resistencia a simplificar: calibrar qué nivel de profundidad es adecuado para 4º de ESO, sin perder rigor científico ni caer en una divulgación simplista y en ocasiones vulgar, ha sido una de las decisiones más difíciles del diseño. Este reto no se resuelve del todo en el papel y solo podría ajustarse con una implementación real.

Por último, el proceso de búsqueda bibliográfica ha requerido un cambio de lógica respecto a la investigación científica. Las bases de datos utilizadas habitualmente en biomedicina, como PubMed, no recogen propuestas didácticas de secundaria. Localizar evidencias rigurosas y actuales sobre metodologías educativas en fuentes especializadas en educación ha exigido adaptar los criterios y términos de búsqueda.

En cuanto a la prospectiva, la línea más inmediata consiste en implementar la SA en un contexto real de aula. La formación investigadora de la autora permitiría abordar esa implementación con un diseño que mida el impacto de la propuesta de forma rigurosa, por ejemplo, evaluando la reducción de errores conceptuales en genética antes y después de la intervención o el efecto del componente de servicio sobre la percepción de utilidad del conocimiento científico.

Una segunda línea se abre a partir del interés en sostenibilidad de la autora y del propio TFE, donde el programa autonómico CEHS ya figura como referente metodológico. La estructura de indagación guiada de la SA es transferible con ajustes menores a otros bloques donde la desinformación tiene presencia social comparable: el bloque de salud y enfermedad de 3º ESO, con temas como vacunas, resistencia a antibióticos o cáncer, ofrece un terreno

especialmente productivo dado el perfil investigador de la autora en biomedicina. Además, el bloque de geología de 4º ESO permite trabajar bulos sobre cambio climático que recurren frecuentemente a argumentos geológicos, con la colaboración de iniciativas como el proyecto *Ebro Resilience*. Por último, la estructura modular de la SA permite su adaptación a otros bloques de la programación, como evolución o ecología y medio ambiente, donde la desinformación científica tiene igualmente presencia social relevante. Esta transferibilidad, señalada ya como aportación en las conclusiones, constituye también una línea de desarrollo real para cursos posteriores.

Referencias bibliográficas

- Alter, E. (13 de marzo de 2026). Sin etiquetas, control ni precaución: desregular los transgénicos en Europa comportaría graves riesgos. *El País*. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2026-03-13/sin-etiquetas-control-ni-precaucion-desregular-los-transgenicos-en-europa-comportaria-graves-riesgos.html>
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Sage Publications.
- Asociación Española de Investigación sobre el Cáncer (ASEICA). (10 de febrero de 2026). *La juventud valora la ciencia, pero la percibe de forma estereotipada y ligada al genio masculino*. <https://www.aseica.es/la-juventud-valora-la-ciencia-pero-la-percibe-de-forma-estereotipada-y-ligada-al-genio-masculino>
- Asociación Española de Vacunología (AEV). (22 de abril de 2026). *Ciencia frente a la desinformación: la Asociación Española de Vacunología lanza la campaña "Cazando bulos" con motivo de la Semana Mundial de la Inmunización*. <https://vacunas.org/campana-cazando-bulos-semana-mundial-de-la-inmunizacion/>
- Batlle, R. (2020). *Aprendizaje-Servicio: Compromiso social en acción*. Santillana Educación.
- Blasco-Magraner, J. S., Català-Saiz, A., & Marín-Liévana, P. (2022). El aprendizaje cooperativo y la técnica del puzle de Aronson en el aula de música en secundaria. *Praxis*, 18(1), 50–67. <https://doi.org/10.21676/23897856.3909>
- CAST (2024). *CAST Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. <https://udlguidelines.cast.org>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (31 de enero de 2025). *Epigenetics, health, and disease*. <https://www.cdc.gov/genomics-and-precision-public-health/about/epigenetics.html>
- Consejería de Educación, Cultura, Juventud y Deporte del Gobierno de La Rioja. (2023). *ApS: Construyendo aprendizaje, transformando el entorno*. Centro Riojano de Innovación Educativa. <https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/proyectos-innovacion-educativa-pies-generales/aps-construyendo-aprendizaje-transformando-entorno>

Consejo de la Unión Europea. (21 de abril de 2026). *Nuevas técnicas genómicas: el Consejo adopta nuevas normas para impulsar sistemas alimentarios de la UE sostenibles y competitivos*. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2026/04/21/new-genomic-techniques-council-adopts-new-rules/>

Currás, M. (s.f). *El cáncer familiar y hereditario*. Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). <https://www.cnio.es/investigacion-e-innovacion/servicios/cancer-familiar/el-cancer-familiar-y-hereditario/>

Decreto 42/2022, de 13 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación en la Comunidad Autónoma de La Rioja. <https://www.larioja.org/larioja-client/cm/edu-orden-academica/images?idMmedia=1417814>

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (9 de febrero de 2026). Community spread drives ongoing measles transmission in Europe. <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/community-spread-drives-ongoing-measles-transmission-europe>

Fáctico. (13 de febrero de 2026). *¿Qué debemos saber sobre la pérdida por parte de España del estatus de país libre de sarampión y qué significa realmente? Los expertos responden*. <https://factico.org/fact-checks/salud/perdida-estatus-eliminacion-sarampion-espana-oms-que-significa/>

Focant, I., Rezsöhazy, R., & De Kesel, M. (2025). Secondary school students' misconceptions in genetics: obstacles to learning and to address complexity. *Journal of Biological Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/00219266.2025.2574579>

Gregorová, A. B., Heinzová, Z., Singh, S. S., Laven, R., Vamos, M., Arco-Tirado, J. L., Fernández-Martín, F. D., Gleeson, T., & Ryan, P. (2024). The Impact of Service-Learning on Secondary School Students' Social and Civic Competencies, and Engagement and Motivation in School Perspectives from Europe. *International Journal for Research on Service-Learning and Community Engagement*, 12(1). <https://doi.org/10.37333/001c.127553>

Gibney, E. R., & Nolan, C. M. (2010). Epigenetics and gene expression. *Heredity*, 105, 4–13. <https://doi.org/10.1038/hdy.2010.54>

- Gobierno de La Rioja. (s.f.-a). *¿Qué es CEHS? Centros Educativos Hacia la Sostenibilidad de La Rioja*.
https://centrosostenible.blogspot.com/p/blog-page_25.html
- Gobierno de La Rioja. (s.f.-b). *La Rioja es nuestra tierra*. Consejería de Educación de La Rioja.
<https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/proyectos-innovacion-educativa-pies-generales/rioja-tierra>
- Godlee, F., Smith, J., & Marcovitch, H. (2011). Wakefield's article linking MMR vaccine and autism was fraudulent. *BMJ*, 342, c7452. <https://doi.org/10.1136/bmj.c7452>
- Högström, P., Gericke, N., Wallin, J., & Bergman, E. (2025). Teaching Socioscientific Issues: A Systematic Review. *Science and Education*, 34(5), 3079–3122.
<https://doi.org/10.1007/s11191-024-00542-y>
- Ideraabdullah, F. Y., & Zeisel, S. H. (2018). Dietary modulation of the epigenome. *Physiological Reviews*, 98(2), 667–695. <https://doi.org/10.1152/physrev.00010.2017>
- Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino. (30 de octubre de 2017). *Identificada la causa de la mutación del Tempranillo Blanco*. ICVV. <https://www.icvv.es/identificada-la-causa-de-la-mutacion-del-tempranillo-blanco>
- Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino. (s.f.). *VITISAD II*. <https://www.icvv.es/vitisad-ii>
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (2020). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Physics*, 118(5), 483–524. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, (106).
<https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, (340).
<https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Machová, M., y Ehler, E. (2023). Secondary school students' misconceptions in genetics: origins and solutions. *Journal of Biological Education*, 57(3), 633-646.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2105365>

- Maldita.es (2 de abril de 2025). *Los superalimentos no existen; la evidencia sobre la importancia de la alimentación en su conjunto, sí.* <https://maldita.es/alimentacion/20250402/superalimentos-no-existen/>
- Martini, C., Floris, M., Ronzani, P., Ausili, L., Pennacchioni, G., Adorno, G., & Panizza, F. (2025). The impact of interventions against science disinformation in high school students. *Scientific Reports*, 15, 34278. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-16565-6>
- Mellberg, S., Danielsson Friberg, A., & Nygren, T. (2025). Science education against misinformation: An educational intervention in upper-secondary schools. *International Journal of Science Education*, 1-33. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2571131>
- Meulenbroeks, R. F. G., van Rijn, R., & Reijerkerk, M. (2024). Fostering secondary school science students' intrinsic motivation by inquiry-based learning. *Research in Science Education*, 54(3), 339–358. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10139-0>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2025). *K-12 STEM Education and Workforce Development in Rural Areas*. National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/28269>
- Núñez Calonge, R. (21 de febrero de 2026). ¿Elegir al “mejor bebé”? Promesas llamativas y dudas sobre la selección genética de embriones. *El País*. <https://elpais.com/mamas-papas/actualidad/2026-02-21/elegir-al-mejor-bebe-promesas-llamativas-y-dudas-sobre-la-seleccion-genetica-de-embriones.html>
- Nygren, T., & Efimova, E. (2025). Investigating the long-term impact of misinformation interventions in upper secondary education. *PLOS ONE*, 20(7), e0326928. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326928>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Petrucelli, N., Daly, M. B., & Pal, T. (2025). BRCA1- and BRCA2-associated hereditary breast and ovarian cancer. *GeneReviews*. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1247/>

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, (76).
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>

Rodríguez Castillo, N. E., Mendoza Carrera, J. E., Andrade-Vásquez, M. M., & Acosta-Barreno, K. (2026). Media Literacy Education and Misinformation in Social Media Among Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journalism and Media*, 7(2), 71.
<https://doi.org/10.3390/journalmedia7020071>

Sánchez Becerril, F. (4 de marzo de 2026). La Complutense acoge expertos que relacionan el 5G con el autismo y el cáncer. *El Confidencial*. https://www.elconfidencial.com/salud/2026-03-04/complutense-acoge-expertos-que-relacionan-el-5g-con-el-autismo-y-el-cancer_4313560/

Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM). (s.f.). *Consejo genético en cáncer*.
<https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/consejo-genetico>

Vicens Vives. (2023). *Biología y Geología 4º ESO. Comunidad en Red*. Vicens Vives.

Viciosa, M. (3 de mayo de 2026). VPH: Los países ricos, a escasas décadas de la primera erradicación de un cáncer... si los antivacunas no tienen éxito. *Newtral*. <https://www.newtral.es/vph-paises-ricos-erradiquen-el-primer-cancer-cuello-utero/20260503/>

Yaşar, M. D., Erdoğan, M., Batdı, V., & Cinkara, Ü. (2024). Evaluation of cooperative learning in science education: A mixed-meta method study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 411–427. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1434450.pdf>

Anexos

Anexo I

Elementos curriculares seleccionados para la SA “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”.

Objetivos generales de etapa	b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal. e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Desarrollar las competencias tecnológicas básicas y avanzar en una reflexión ética sobre su funcionamiento y utilización. f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia. h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la comunidad autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura. k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado, la empatía y el respeto hacia los seres vivos, especialmente los animales, y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
Competencias clave	Competencia en comunicación lingüística (CCL): La competencia en comunicación lingüística supone interactuar de forma oral, escrita, signada o multimodal de manera coherente y adecuada en diferentes ámbitos y contextos y con diferentes propósitos comunicativos. Implica movilizar, de manera consciente, el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que permiten comprender, interpretar y valorar críticamente mensajes orales, escritos, signados o multimodales evitando los riesgos de manipulación y desinformación, así como comunicarse eficazmente con otras personas de manera cooperativa, creativa, ética y respetuosa. Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM): La competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés) entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible. La competencia matemática permite desarrollar y aplicar la perspectiva y el razonamiento matemáticos con el fin de resolver diversos problemas en diferentes contextos. La competencia en ciencia conlleva la comprensión y explicación del entorno natural y social, utilizando un conjunto de conocimientos y metodologías, incluidas la observación y la experimentación, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas para poder interpretar y transformar el mundo natural y el contexto social. La competencia en tecnología e ingeniería comprende la aplicación de los conocimientos y metodologías propios de las ciencias para transformar nuestra sociedad de acuerdo con las necesidades o deseos de las personas en un marco de seguridad, responsabilidad y sostenibilidad. Competencia digital (CD): La competencia digital implica el uso seguro, saludable, sostenible, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje, para el trabajo y para la participación en la sociedad, así como la interacción con estas. Incluye la alfabetización en información y datos, la comunicación y la colaboración, la educación mediática, la creación de contenidos digitales (incluida la programación), la seguridad (incluido el bienestar digital y las competencias relacionadas con la ciberseguridad), asuntos relacionados con la ciudadanía digital, la privacidad, la propiedad intelectual, la resolución de problemas y el pensamiento computacional y crítico. Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA): La competencia personal, social y de aprender a aprender implica la capacidad de reflexionar sobre uno mismo para autoconocerse, aceptarse y promover un crecimiento personal constante; gestionar el tiempo y la información eficazmente; colaborar con otros de forma constructiva; mantener la resiliencia; y gestionar el aprendizaje a lo largo de la vida. Incluye también la capacidad de hacer frente a la incertidumbre y a la complejidad; adaptarse a los cambios; aprender a gestionar los procesos metacognitivos; identificar conductas contrarias a la convivencia y desarrollar estrategias para abordarlas; contribuir al bienestar físico, mental y emocional propio y de las demás personas, desarrollando habilidades para cuidarse a sí mismo y a quienes lo rodean a través de la corresponsabilidad; ser capaz de llevar una vida orientada al futuro; así como expresar empatía y abordar los conflictos en un contexto integrador y de apoyo. Competencia ciudadana (CC): La competencia ciudadana contribuye a que alumnos y alumnas puedan ejercer una ciudadanía responsable y participar plenamente en la vida social y cívica, basándose en la comprensión de los conceptos y las estructuras sociales, económicas, jurídicas y políticas, así como en el conocimiento de los acontecimientos mundiales y el compromiso activo con la sostenibilidad y el logro de una ciudadanía mundial. Incluye la alfabetización cívica, la adopción consciente de los valores propios de una cultura democrática fundada en el respeto a los derechos humanos, la reflexión crítica acerca de los grandes problemas éticos de nuestro tiempo y el desarrollo de un estilo de vida sostenible acorde con los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados en la Agenda 2030.

Competencias específicas	CE1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas. CE2. Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas. CE3. Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.
Criterios de evaluación	Competencia específica 1: 1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica, obteniendo conclusiones y formando opiniones propias fundamentadas. 1.2 Transmitir opiniones propias fundamentadas e información sobre Biología y Geología de forma clara y rigurosa, facilitando su comprensión y análisis mediante el uso de la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales, etc.). Competencia específica 2: 2.1. Resolver cuestiones y profundizar en aspectos biológicos y geológicos localizando, seleccionando, organizando y analizando críticamente la información de distintas fuentes y citándolas con respeto por la propiedad intelectual. 2.2 Contrastar la veracidad de la información sobre temas biológicos y geológicos o trabajos científicos, utilizando fuentes fiables y adoptando una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica como pseudociencias, teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc. 2.3 Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella, destacando el papel de la mujer y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución influida por el contexto político y los recursos económicos. Competencia específica 3: 3.1 Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando métodos científicos, en la explicación de fenómenos biológicos y geológicos y la realización de predicciones sobre estos. 3.4 Interpretar y analizar los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorar la imposibilidad de hacerlo. 3.5 Cooperar y colaborar en las distintas fases de un proyecto científico para trabajar con mayor eficiencia, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.

Fuente: Decreto 42/2022, de 13 de julio

Anexo II

Plantilla de indagación guiada (Sesiones 2, 3 y 4)

Plantilla de indagación guiada “ADN viral: cuando los bulos se propagan más que los genes”	
Grupo:	Tema-contexto:
Rol:	Fecha:
Fase 1. Orientación	
Paso 1 ¿Qué afirma el bulo? (Escribe en 2-3 frases qué afirma el bulo asignado. Anota qué palabras o expresiones te generan dudas)	
Paso 2 ¿Qué conceptos científicos aparecen? (Lista los términos científicos. Señala cuáles ya conoces de las SA2.1 y SA2.2)	
Fase 2. Conceptualización	
Paso 3 ¿Qué pregunta científica planteas? (Formula una pregunta que puedas contrastar con evidencia. ¿Qué tipo de fuente necesitas para responderla?)	
Fase 3. Investigación	
Paso 4 Búsqueda de fuentes (según tu rol) (Anota mínimo dos fuentes consultadas, incluye referencia completa y por qué la consideras fiable.)	
Paso 5 ¿Qué dice la evidencia científica? (Resume en 3-4 frases lo que dice la evidencia encontrada sobre el tema del bulo.)	
Fase 4. Conclusión	
Paso 6 ¿Qué error o exageración contiene el bulo? Describe el error concreto e indica qué evidencia lo contradice.	
Paso 7 Conclusión científica Elabora una conclusión razonada. Distingue lo que los datos permiten afirmar de lo que se extrapola o simplifica.	
Fase 5. Discusión y comunicación	
Paso 8 Mensaje para la comunidad ¿Cómo explicarías este hallazgo a alguien sin formación científica? Escribe el mensaje final en lenguaje accesible (máximo 3 frases). Será la base del podcast e infografía.	

Fuente: Estructura basada en las fases del ciclo de indagación (Pedaste et al., 2015)

Anexo III

Lista de cotejo - Plantilla de indagación (Sesión 4)

Lista de cotejo - Plantilla de indagación			
Grupo:		Fecha:	
Indicador de logro	Sí	No	
2.1.1 Localiza y selecciona al menos dos fuentes primarias o de divulgación científica contrastada, citándolas correctamente.			
2.1.2 Organiza la información seleccionada siguiendo la estructura de la plantilla de indagación.			
2.2.1 Identifica si el titular científico genera dudas y formula una pregunta sobre su veracidad.			
2.2.2 Identifica al menos un error/exageración en el bulo con evidencia científica que lo apoye.			
3.1.1 Formula mínimo una pregunta científica sobre el bulo e identifica qué tipo de evidencia podría contrastarla.			
3.4.1 Elabora una conclusión basada en la evidencia disponible, distinguiendo lo que los datos permiten afirmar de lo que se extrapola/simplifica.			
3.4.2 Valora si la evidencia encontrada es de calidad y cantidad suficiente para respaldar la conclusión elaborada.			
Total indicadores cumplidos:	__ / 7		
Observaciones:			

Anexo IV

Rúbrica de evaluación - Podcast e infografía (Sesión 7)

Rúbrica de evaluación - Podcast e infografía			
Grupo:		Fecha:	
Indicador de logro	Insuficiente (1)	En proceso (2)	Alcanzado (3)
1.1.1 Identifica conceptos genéticos relevantes	No identifica los conceptos genéticos relevantes o los relaciona incorrectamente con la evidencia.	Identifica algunos conceptos, pero la relación con la evidencia es parcial.	Identifica correctamente los conceptos genéticos relevantes y los relaciona con la evidencia disponible.
1.1.2 Diferencia el bulo de la evidencia	No distingue entre la afirmación del bulo y lo que respalda la evidencia.	Distingue parcialmente, con algunas imprecisiones.	Diferencia claramente la afirmación del bulo de lo que respalda la evidencia, reconociendo los límites de las conclusiones que se pueden hacer.
1.2.1 Podcast con cinco bloques en lenguaje accesible	El podcast no tiene la estructura de cinco bloques o el lenguaje es demasiado técnico.	El podcast tiene la estructura, pero el lenguaje no es suficientemente accesible.	El podcast tiene los cinco bloques y el lenguaje está adaptado a un público no especializado.
1.2.2 Infografía con todos los elementos obligatorios	Faltan más de dos elementos obligatorios o el formato no facilita la comprensión.	Están presentes casi todos los elementos, pero alguno está incompleto/poco claro.	La infografía incluye todos los elementos obligatorios en un formato visual claro y comprensible.
2.2.3 El producto referencia de forma explícita al menos una fuente científica verificable que respalda la corrección del error identificado.	El producto no cita ni referencia ninguna fuente científica verificable.	El producto menciona una fuente, pero la referencia es incompleta o imprecisa.	El producto referencia de forma explícita al menos una fuente científica verificable que respalda la corrección del error identificado.
Puntuación total:			___ / 15
<i>*Requisito mínimo para la presentación en el centro cívico: puntuación $\geq 10/15$. Los grupos que no alcancen este mínimo revisarán el producto durante la sesión 8 antes de proceder a la difusión.</i>			
Nivel: No alcanzado 5-8 En proceso 9-12 Alcanzado 13-15			

Anexo V

Rúbrica de coevaluación - Podcast e infografía (Sesión 8)

Rúbrica de coevaluación - Podcast e infografía			
Grupo evaluador:		Grupo evaluado:	
Aspecto evaluado	Mejorable	Bien	Muy bien
Claridad del mensaje	El mensaje no queda claro/resulta confuso.	El mensaje es comprensible, pero podría ser más directo.	El mensaje es claro, concreto y fácil de entender.
Rigor científico	Hay errores científicos o afirmaciones no respaldadas por evidencia.	La información es correcta pero incompleta en algún punto.	La información es rigurosa y está respaldada por evidencia científica citada.
Accesibilidad del lenguaje	El lenguaje es demasiado técnico para el público objetivo.	El lenguaje es parcialmente accesible.	El lenguaje está adaptado a un público no especializado.
Calidad del formato	El formato dificulta la comprensión del mensaje.	El formato es correcto pero mejorable.	El formato facilita la comprensión: audio claro y jerarquía visual bien definida.
Aspecto de mejora que propones:			

Anexo VI

Lista de cotejo - Participación en el servicio (Sesión 9)

Lista de cotejo - Participación en el servicio			
Alumno/a:		Fecha:	
Indicador de logro	Sí	No	
3.5.1a Asiste a la difusión en el centro cívico y participa activamente en la instalación y presentación del material.			
1.2.1a Explica el contenido de la infografía al público de forma clara y comprensible, adaptando el lenguaje al destinatario.			
1.2.1b Responde las preguntas del público apoyándose en el trabajo realizado durante el proyecto.			
3.5.1b Muestra respeto y compromiso con los destinatarios del servicio durante toda la difusión.			
Total indicadores cumplidos:			___ / 4
Observaciones:			

Anexo VII

Ficha de reflexión y autoevaluación individual (Sesión 10)

Ficha de reflexión y autoevaluación individual	
Nombre:	Grupo / Rol:
Bloque 1. Sobre lo aprendido	
1. ¿Qué es lo más relevante que has aprendido sobre el bulo que analizaste? ¿Cambia en algo la forma en que lees noticias sobre genética? (Indicador: 2.3.1)	
2. ¿Cómo valorarías la utilidad del conocimiento científico para interpretar información de actualidad y tomar decisiones informadas? (Indicador: 2.3.1)	
3. ¿Qué te ha enseñado este proyecto sobre cómo funciona la ciencia? ¿Por qué crees que es importante que investigadores, verificadores y comunicadores trabajen juntos para combatir la desinformación? (Indicador: 2.3.2)	
Bloque 2. Sobre tu contribución al grupo	
4. ¿Cómo has contribuido al trabajo del grupo desde tu rol? ¿Qué podrías haber hecho mejor? (Indicador: 3.5.2)	
Bloque 3. Sobre el servicio	
5. ¿Qué impacto crees que ha tenido el servicio en las personas que visitaron la exposición? ¿Por qué? (Indicador: 2.3.3)	
6. ¿Qué cambiarías del proyecto si lo hicieras de nuevo? (Indicador: 3.5.2)	
Autoevaluación – Indica que opción describe mejor tu nivel de logro	
Indicador de logro	(1) Necesito mejorar, (2) En proceso, (3) Lo he conseguido
Valoro la utilidad del conocimiento científico para mi vida cotidiana. (2.3.1)	
Entiendo la investigación científica como un proceso colectivo y en constante evolución. (2.3.2)	
He contribuido activamente al trabajo del grupo desde mi rol. (3.5.2)	
Comprendo el impacto del servicio realizado en la comunidad. (2.3.3)	

Anexo VIII

Cuestionario de evaluación del servicio (Sesiones 9 y 10)

Cuestionario de valoración del servicio (acceso mediante código QR de infografía)	
Pregunta	Opciones de respuesta
¿Te ha resultado claro el mensaje del podcast o infografía?	<i>Sí / No / Algo</i>
¿Has aprendido algo nuevo sobre este tema de genética?	<i>Sí / No / Algo</i>
¿Hay algo que no hayas entendido bien o que te gustaría profundizar?	<i>Texto libre</i>
¿Cómo valorarías el trabajo de los estudiantes?	<i>Muy bien / Bien / Mejorable</i>

Anexo IX

Tarjetas de rol del puzle de Aronson

Experto/a científico/a Tu misión: explicar al grupo el mecanismo científico del bulo. Qué haces: buscas fuentes primarias fiables, entiendes el estudio original y se lo explicas al grupo en lenguaje claro. Herramientas: PubMed, Google Scholar. Aportas: el rigor del análisis.	Verificador/a Tu misión: comprobar si el bulo es verdadero o falso. Qué haces: contrastas la afirmación en plataformas de verificación, comparas el titular con la evidencia y señalas errores o exageraciones. Herramientas: Maldita Ciencia, Newtral, Science Feedback. Aportas: el criterio para distinguir lo fiable.
Comunicador/a Tu misión: convertir el análisis en un mensaje que entienda cualquiera. Qué haces: redactas el guion del podcast, lo estructuras en los cinco bloques y revisas que se entienda sin saber biología. Herramientas: plantilla del guion. Aportas: claridad y lenguaje accesible.	Productor/a técnico/a Tu misión: crear el producto final. Qué haces: grabas y editas el podcast, diseñas la infografía y generas el código QR con el audio y la encuesta. Herramientas: Audacity, Canva, generador de QR. Aportas: la calidad técnica y visual.

Fuente: Elaboración propia. Nota: Cada estudiante recibe la tarjeta de su rol. Recortar por las líneas.