



Facultad de Educación

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA**

**ENFOQUE DE GÉNERO EN LAS CIENCIAS BIOSANITARIAS
Y SU COMPRESIÓN EDUCATIVA POR EL ALUMNO INVESTIGADOR**

**GENDER APPROACH IN THE BIOSANITARY SCIENCES
AND THEIR EDUCATIONAL UNDERSTANDING
BY THE STUDENT RESEARCHER**

AUTOR: JOSÉ HUSILLOS RUIZ

ESPECIALIDAD: FORMACIÓN PROFESIONAL SECTOR PRIMARIO, INDUSTRIAL Y SERVICIOS

DIRECTORA: ADELINA CALVO SALVADOR

CURSO ACADÉMICO: 2022-2023

FECHA: 14 DE JUNIO DE 2023

Índice de contenidos

Resumen	3
Abstract	4
1. Introducción	5
1.1 Trascendencia y evolución histórica del acceso y promoción de mujeres en el sistema científico-tecnológico.....	7
2. Objetivos.....	10
3. Marco Teórico.....	11
3.1 Propuestas educativas que proponen al alumno el rol de investigador.....	11
3.1.1 «MicroMundo, un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos».....	12
3.1.2 «Cucharadas de evidencia»	14
3.1.3 ¿Un proyecto de investigación real es un posible escenario para una propuesta educativa?	15
3.1.4 Relación con el currículo.....	16
3.1.5 El alumno como investigador	32
4. Diseño de una propuesta pedagógica ligada a la investigación y la cuestión de género	33
4.1. Introducción. El papel del alumnado en la propuesta educativa	33
4.2. Contenidos de Biología y Geología en la enseñanza secundaria y bachillerato con perspectiva de género	35
4.3. Objetivos	36
4.4. Metodología. Desarrollo de las fases de investigación	37
4.4.1. ¿En qué consiste el proyecto?.....	37
4.4.2. Planificación temporal del proyecto y primer contacto con una salida al mundo laboral.....	46
4.4.3. Cuestiones organizativas	49
4.5. Evaluación del alumnado.	51
4.6. Evaluación del proyecto	56
4.7. Conclusiones del proyecto	58
5. Bibliografía.....	61

Precisiones en torno al uso del lenguaje de este TFM:

A lo largo de este trabajo, y con el fin de facilitar la lectura del texto, se hará uso del masculino genérico para referirse las personas de ambos sexos, no significando en ningún momento esta adopción la utilización sexista del lenguaje ni de las connotaciones que ello implica.

Resumen

El sesgo de género en la comunidad científica, según la propia comunidad científica, es un fenómeno constatado, examinado y aún por reconocer. Por tanto, es un reto sobre el que trabajar.

Esta propuesta educativa se plantea como una herramienta útil para reconocer, atender, entender y mejorar la ciencia a través de una perspectiva de género. Su componente activo se basa en dar voz al alumnado mediante la figura del alumno investigador en un contexto real como el proyecto científico, saber básico de la asignatura de Biología y Geología a lo largo de la etapa de la ESO, según el nuevo modelo competencial. Esto generará inquietudes, motivación y vocaciones científicas; todos ellos aspectos muy demandados en el mundo educativo.

Se espera que el alumnado trabaje en grupos, que investiguen en un laboratorio del ámbito de las ciencias biomédicas, y que, finalmente, presenten su propuesta de mejora al resto de grupos, profesores e investigadores. Dada la complejidad del proyecto está planificado para desarrollarse con estudiantes de cuarto año de secundaria, es decir, aquellos que se encuentran en su etapa final de la educación obligatoria con las connotaciones de madurez y compromiso que esto implica intrínsecamente. Sin embargo, la metodología utilizada podría ser transferida a otros cursos y contenidos educativos.

Palabras clave: alumno investigador, voz del alumnado, alfabetización científica, competencias STEM.

Abstract

Gender perspective in the scientific community, according to the scientific community itself, is a phenomenon verified and examined but not recognized yet. Therefore, it is still a challenge to work on educationally speaking.

This educational proposal is presented as a useful tool to recognize, to attend, to understand and to improve science thanks to a gender perspective. Its active component is based on giving the students a voice through the figure of the researcher student in a real context of a scientific project, basic knowledge of the subject of Biology and Geology along ESO stage, and according to the new competence model. This new fact will concern and motivate more scientific vocations. Aspects that are highly demanded in the educational world.

Students are expected to work in groups to investigate in laboratories in the biomedical sciences field and, finally, to present their proposal for improvement to the rest of the groups, professors, and researchers. Given the complexity of the project, it is planned to be developed with fourth-year high school students, regarding their intrinsic maturity and commitment at the last school compulsory year. However, the methodology used could be transferred to other grades and educational contents.

Keywords: researcher student, student voice, scientific literacy, STEM skills.

1. Introducción

El presente trabajo tiene por objetivo explorar en qué medida la educación que recibimos es diferente según el género y si esto repercute en el mundo laboral, particularmente en empleos relacionados con el campo científico-técnico. El motivo por el cual he escogido este tema para mi trabajo fin de máster es porque es uno de los grandes caballos de batalla de esta nueva sociedad posmoderna en la que vivimos. Teniendo en cuenta que todo apunta a que en el futuro los trabajos más prestigiosos y mejor pagados pertenecerán al campo científico-tecnológico, es fundamental comprender qué dinámicas de discriminación de género se pueden estar dando en el mismo para tomar medidas para su prevención. A partir de esta preocupación, este trabajo presenta una propuesta educativa con enfoque de género e inspirada en la metodología «El alumno como investigador» para 4º de la ESO.

El término género se refiere a los conceptos sociales de las funciones, actividades y atributos que cada sociedad considera apropiados para los hombres y las mujeres, es decir, género es el conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2010, como se citó en González, 2021). El concepto «perspectiva de género» hace referencia a un paradigma de investigación por el que se tiene en cuenta la diversidad de identidades existentes y pone al descubierto las desigualdades sociales entre hombres y mujeres, las cuales generan discriminación en las diferentes parcelas de la vida, desde la esfera privada a la pública.

Esta preocupación surge a raíz de mi experiencia laboral en el mundo científico y, en concreto, el campo de las ciencias biosanitarias. Trabajo como biólogo en un proyecto de investigación y esto me ha permitido observar la organización, la dirección y la gestión del propio proyecto de investigación, así como la participación de los voluntarios en el mismo. Con esta observación identifiqué desde un principio que el conjunto de voluntarios, compañeros y coordinadores relacionados directa o indirectamente con este proyecto son en su mayoría mujeres. Desde enfermeras, matemáticas, doctoras en biología o

biotecnología o auxiliares de enfermería. Sin embargo, no ocurría así con las funciones de mayor responsabilidad ya que estos altos cargos son ostentados exclusivamente por hombres.

El detonante que me hizo percatarme de este fenómeno ocurrió con las campañas publicitarias asociadas a este proyecto. Los protagonistas variaban, pero en su gran mayoría fueron hombres los que presentaron el proyecto ante la sociedad. Hombres que ostentan altos cargos de gestión y dirección científica o actores de gran renombre. No obstante, este no fue el único problema identificado desde el prisma de un joven que comienza su andadura científica. Otros ejemplos vivenciados fueron:

- Presenciar la situación de mujeres trabajadoras cuyos horarios laborales remunerados se alargan más allá de la jornada preestablecida y posteriormente, continúan con otras labores no remuneradas en el hogar.
- Ver mujeres renunciar a puestos laborales de primer nivel, doctoradas en investigación, por unas mejores condiciones y/o la mejor conciliación familiar como técnicos de laboratorio.
- Observar participary constatar según datos del propio estudio, a más mujeres como voluntarias en el proyecto de investigación.

Dado que, al mismo tiempo que trabajo estoy realizando el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, estas mismas preocupaciones fueron apareciendo en el ámbito educativo, encontrando en estos dos ámbitos: el educativo y el laboral (en el mundo de la investigación) que el género parece jugar un papel central para explicar la progresión académica y las carreras de hombres y mujeres. Finalmente, dado que este TFM surge en el marco de un máster profesionalizador, el trabajo finaliza con una propuesta educativa con enfoque de género para la educación secundaria obligatoria en la asignatura de Biología y Geología.

1.1 Trascendencia y evolución histórica del acceso y promoción de mujeres en el sistema científico-tecnológico

Desde que Rossi (1965) abordó la cuestión de por qué la escasez de mujeres en carreras científicas en su ya clásico estudio «*Women in science: why so few?*» se viene consolidando un interés por la relación entre ciencia y género, algo que sin duda no es ajeno al mundo educativo. Históricamente, podríamos afirmar que las mujeres han pasado de la exclusión a la segregación en el ámbito científico (Rees, 2001), concentrándose en los denominados «guetos de terciopelo» (Guillaume y Pochic, 2009) y siendo en la actualidad todavía una minoría en itinerarios formativos y profesionales del ámbito científico-técnico (Vázquez-Cupeiro, 2015).

Desde una perspectiva más reciente Potvin et al., (2018) estudian los motivos por los cuales la presencia de las mujeres en el campo científico, y en concreto en los puestos de más prestigio, resulta inferior a la de su igual masculino. Declara, al igual que en los anteriores estudios, que la igualdad de género en la ciencia académica aún no ha podido lograrse en la mayoría de las instituciones científicas. Por ejemplo, la proporción de mujeres en el conjunto del personal investigador en España es del 41 % (porcentaje que se mantenía estable desde 2009, en el 39 %), mientras que en la UE las investigadoras representan el 38 % del total. El número de investigadoras gracias a discriminaciones positivas ha mejorado en los sectores de Administración pública (52 %), aunque en universidades (43 %) y en el sector empresarial (31 %) se ha mantenido igual que en anteriores informes (Ministerio de Ciencia e innovación, 2021a y 2023).

Para comprender verdaderamente la naturaleza de los problemas planteados y otros que se reflejarán más tarde, es importante iniciarse comprendiendo la promoción a las que se enfrentan los propios investigadores. Este colectivo es especialmente vulnerable dada la inestabilidad y bajos fondos que presentan sus investigaciones, becas y mercado laboral en general. Además, dentro del propio colectivo presenta un específico impacto de género por varios factores:

maternidad, conciliación de la vida personal y laboral, «*leaky pipeline*», etcétera.

A continuación, se detallan en orden creciente las fases laborales para los investigadores:

- El grado D se define por el personal investigador en la etapa predoctoral, es decir, el personal ayudante de universidades públicas y personal investigador predoctoral.
- El grado C incluye a los doctores recién titulados.
- El grado B es el más diverso según su defunción. Se corresponde con catedrático de escuela, profesor titular, lector doctor, titular de escuela doctor, doctor y contratado doctor de universidades públicas y de profesorado con capacidad investigadora de universidades privadas.
- El grado A incumbe la figura de funcionario catedrático de universidad.

Una vez comprendidas las anteriores definiciones, destacamos la pequeña representación de mujeres en el mayor nivel durante el recorrido investigador; el grado A, mientras que sí se presenta un equilibrio de género en el resto de los grados, lo que revela una obvia segregación vertical por género o también conocida como «techo de cristal». Actualmente, en las universidades españolas públicas se cuenta con tan solo un 25,6 % de mujeres entre su profesorado catedrático de universidad (Ministerio de Ciencia e innovación, 2023). Este porcentaje se mantiene de forma muy similar (26 %) en los Organismos Públicos de Investigación (OPI). Es decir, se vuelve a repetir el mismo patrón de corte en el mayor nivel. Esta discriminación vertical continúa reflejándose con un carácter aún más considerable en los puestos de toma de decisiones (en los órganos de gobierno unipersonales de universidades y OPIs). Por otro lado, realizando una breve revisión longitudinal nos percatamos que el porcentaje de catedráticas ha ido aumentando en estos últimos años. Pasando de 21,1 % en el curso 2015-16 a 24,1 % en el curso 2018-19 hasta llegar al 25,6 % de la actualidad. Es decir, existe una mejora y

es posible. Otro progreso significativo ha sido el número de directoras generales o presidentas de OPIs, ya que se ha llegado al 50 % (4 de 8). Sin embargo, no ha sucedido igual en los cargos inferiores. Solo un 25% de las personas que dirigen un instituto o centros de investigación de los OPIs son mujeres (35 de 143 institutos o centros) (Ministerio de Ciencia e innovación, 2021a y 2023).

Estas breves y objetivas puntualizaciones no han sido las primeras ni las únicas, la investigación y la literatura científica llevan cuantificando considerables desigualdades por sexo en la duración, progresión y productividad de la carrera investigadora según las distintas etapas o grados (Ceci y Williams, 2011; Kanny et al., 2014; Ministerio de Ciencia e innovación, 2021b). En concreto y como ya hemos señalado anteriormente, las mujeres tienen una mayor o igual representación durante las primeras etapas de su carrera científica. Este porcentaje disminuye a medida que avanza los niveles en la progresión científica, conociéndose también este hecho con la metáfora «*leaky pipeline*» cuya traducción al castellano es «tubería que gotea» (Resmini, 2016). Dicha metáfora describe muy adecuadamente el fenómeno progresivo que ocurre en las carreras científicas STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics) en cuyas etapas finales encontramos una presencia de mujeres mucho más pequeña que al inicio. Cabe destacar que no sirve de ejemplo el ámbito biosanitario ya que la presencia entre hombres y mujeres está más equilibrada que en el resto de las disciplinas STEM. Al representar estos datos gráficamente se obtiene el efecto visual con forma de pinza o tijera, lo cual según el informe «Estudio sobre la situación de las jóvenes investigadoras en España» o «Científicas en cifras» (cualquiera de los dos referenciados) se explica por un filtro o sesgo de género.

Al mismo tiempo, se señala que la falta de diversidad de género y el sesgo contra las mujeres que persiste en la ciencia resulta perjudicial para la productividad, la innovación y la satisfacción laboral (Potvin et al., 2018; Ministerio de Ciencia e innovación, 2021b y 2023).

Esta tendencia es especialmente alarmante porque, a pesar de los esfuerzos y las iniciativas adoptadas, estamos ante un fenómeno con carácter persistente, progresivo (empeora en educación superior) (Cronin y Roger, 1999) y arraigado a nivel internacional (Vázquez-Cupeiro, 2015; Potvin et al., 2018).

De la misma manera, podemos observar que las mujeres en el sistema educativo obligatorio ostentan cargos preferentemente de gestión y organización: secretariado y jefaturas de estudio. Sin embargo y a pesar de ser una profesión feminizada, otros cargos de mayor nivel como la dirección, inspección o supervisión se encuentran más masculinizados. Es destacable también la progresión negativa en el mundo educativo, ya que del mismo modo la participación de mujeres disminuye a medida que el nivel educativo aumenta (Ministerio de educación y formación de profesional (MEFP), 2021). En otros términos, la investigación constata que en mundo educativo se da una segregación vertical y horizontal. Por lo tanto, podemos concluir en este sentido que sí existen similitudes y conexión entre los campos científico y educativo. Teniendo en cuenta este marco general, en este TFM se investigará en qué medida la variable de género juega un papel relevante en el campo educativo y en el científico, dos ámbitos que convergen en este trabajo.

2. Objetivos

Este TFM persigue tres objetivos principales:

1. Abordar la cuestión del género en el ámbito educativo y su relación con el mundo laboral científico-técnico.
2. Plantear una propuesta educativa para el alumnado de educación secundaria en la asignatura de Biología y Geología que aborde cuestiones de género.
3. Desarrollar en esta propuesta educativa una metodología inspirada en el movimiento «voz del alumnado» y «el alumno/a como investigador».

Este proyecto también se inspira en el «currículo participativo» (Susinos y Ceballos, 2012) que plantea que el alumnado pueda ser líder en un proyecto de

investigación con perspectiva de género. Es decir, los estudiantes podrán reflexionar y elegir temas de su interés que realmente les motiven relativos a esta cuestión y al ámbito de la Biología y Geología. Surge de esta manera la figura del «alumno investigador», siendo todavía poco habitual en el sistema educativo español, de ahí su carácter innovador. Cabe mencionar que esto es posible debido a que según el actual Decreto 73/2022, del 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria, concretamente en el currículo de la materia de Biología y Geología se recoge como un apartado de «saberes básicos» el proyecto científico, que por definición es diverso y permitirá al alumnado tener dicha capacidad de elección. En este mismo decreto que regula el currículum de la citada materia en la Educación Secundaria y Bachillerato se señala también, como saber básico (contenido educativo) lo mencionado anteriormente: *«La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. Científicos y científicas de nuestra Comunidad. El papel de la mujer en la ciencia»*. Por lo previamente expuesto, el argumento de carácter reflexivo y científico de este TFM está claramente reflejado como un saber básico que debemos abordar y apuntalar en las nuevas generaciones.

3. Marco Teórico

3.1 Propuestas educativas que proponen al alumno el rol de investigador

Dada la importancia del tema a abordar y su carácter innovador, la experiencia obtenida por otros proyectos de investigación dirigidos al ámbito educativo es fundamental para aplicar y mejorar los hitos ya conseguidos, alcanzar nuevos y no repetir errores.

Comenzamos por ende analizando el proyecto de investigación más robusto y con mayor impacto desde mi punto de vista. Este proyecto se denomina «MicroMundo, un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos

antibióticos». Posterior y finalmente examinaremos el proyecto de divulgación científica «Cucharadas de evidencia».

3.1.1 «MicroMundo, un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos»

«MicroMundo¹» es un proyecto internacional dirigido a la comunidad educativa para la exploración de la biodiversidad microbiana que tienen los suelos. En nuestro caso en los suelos de Cantabria, en busca de nuevos microorganismos productores de antibióticos. Este proyecto está basado en una estrategia de aprendizaje-servicio (*service-learning*).

Es importante destacar que «MicroMundo» es la rama española de los proyectos internacionales TinyEarth (2018, Wisconsin Institute for Discovery) y Small World Initiative (2012, Universidad de Yale). Al igual que en los otros 15 países en los que está presente, su objetivo principal es acercar la cultura científica y la investigación biomédica a jóvenes estudiantes para fomentar vocaciones investigadoras y científicas, especialmente hacia los estudios STEM. Durante el curso 2016-17 fue importado por primera vez a España, a través de la Universidad Complutense de Madrid y en la actualidad, desde la Sociedad Española de Microbiología (SEM) se coordina la «Red MicroMundo» en la que participan unas treinta Universidades e Institutos de Investigación de toda la Península Ibérica (Tarín et al., 2022; Sempere et al., 2019).

Más concretamente, el proyecto consiste en involucrar a estudiantes preuniversitarios en un proyecto de investigación real dirigido a solucionar uno de los problemas de salud humana más graves a los que nos enfrentamos: el aumento de las enfermedades infecciosas causadas por bacterias resistentes a los antibióticos. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea, el G20 y otras entidades internacionales ya ha alertado sobre la necesidad de

¹ *Termino que utilizaremos de ahora en adelante para referirnos al título completo de la iniciativa denominada «MicroMundo, un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos».*

conseguir nuevos antibióticos eficaces contra las enfermedades infecciosas. Este proyecto pretende transmitir a la sociedad por medio de la educación las bases científicas de este problema, involucrando a los estudiantes y a la sociedad en las líneas de investigación orientadas a solucionarlo (Valderrama et al., 2018; Sempere et al., 2019).

Como ya hemos mencionado se llevará a cabo a través de un aprendizaje-servicio para estudiantes que estén cursando bachillerato o formación profesional de grado superior (de las familias profesionales afines a este ámbito). Esta es una estrategia pedagógica que combina el aprendizaje con el compromiso cívico y el servicio a la comunidad, el cual se consigue mediante la integración e íntima relación entre instituciones educativas y científicas por medio de actividades que suponen una acción directa en beneficio de la comunidad (Valderrama et al., 2018; Sempere et al., 2019).

Dependiendo de la entidad encargada de relacionar ciencia y educación se realizan una serie actividades que tienen como planteamiento experimental simular el célebre y casual hallazgo de la penicilina por Alexander Fleming. En el caso de Cantabria, a través del Instituto de Investigación de Valdecilla (IDIVAL) y la universidad de Cantabria (UC), podemos resumir su plan de actuación en los siguientes puntos:

- Curso de formación obligatorio para el profesorado seleccionado en IDIVAL y en la UC.
- Sesiones prácticas en los centros educativos dirigidas por el profesorado.
 - Practica de campo que consiste en la recolección de muestras físicas de cualquier tipo de suelo.
 - Practica de laboratorio *in vivo* que consiste en la obtención de halos de inhibición de crecimiento de bacterias «no peligrosas». Es decir, se recrea de manera dirigida y participativa el experimento por el cual Alexander Fleming descubrió la penicilina.
- Presentación de resultados en el congreso «MicroMundo» en la UC.

3.1.2 «Cucharadas de evidencia»

El segundo proyecto escogido como antecedente es por definición el tipo de idea que buscamos ya que cumple una función de divulgación científica estando vinculada al mundo educativo. Se denomina «Cucharadas de evidencia».

En este caso se ha fomentado el pensamiento crítico de los adolescentes de la comunidad autónoma de Aragón respecto a la alimentación y la nutrición. Más concretamente, se trata de una nueva iniciativa del Grupo *Growth, Exercise, Nutrition and Development* (GENUD), perteneciente al Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón (IA2, Universidad de Zaragoza-CITA) y financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación (Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón, 2023).

Esta actividad tiene como objetivo dotar de herramientas didácticas a docentes y alumnos de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato para fomentar el pensamiento crítico desde un punto de vista científico con el fin de combatir los mitos y pseudociencias en el contexto de la alimentación y la nutrición. Desde el IA2 se defiende firmemente la necesidad de fomentar el conocimiento crítico basado en la evidencia científica en temas de educación alimentaria y nutricional, indispensables en la prevención y control de los problemas de salud, primordialmente en las enfermedades crónicas relacionadas con los hábitos alimenticios.

«Cucharadas de evidencia» aspira a ayudar a los docentes a incluir con rigor la nutrición y el estilo de vida saludable en currículo académico, pero no simplemente de forma divulgativa, si no desde el ámbito científico que representa.

Este proyecto cuenta con diversos recursos didácticos para conseguir sus objetivos. Uno de ellos es la guía de la educación en la alimentación para docentes, originada con contenido científico contrastado acerca de la dieta mediterránea y hábitos saludables. En segundo lugar, podemos mencionar que los participantes, en su mayoría estudiantes de secundaria y bachillerato,

contaron con acceso a varios *webinars*, impartidos por expertos, con los que obtuvieron conocimiento y no la lluvia de información sin filtros a la que están acostumbrados. Esto a su vez conllevará a un mejor razonamiento y pensamiento crítico, que les ayudará a distinguir el mito de la evidencia científica en el ámbito de la alimentación y, por ende, de manera transversal lo podrán extrapolar a otros contextos.

Por otro lado, y para finalizar, se ha celebrado una liga EAN (Educación Alimentaria y Nutricional). Esta competición se basa en la asidua publicación en la web de diferentes estudios de divulgación del IA2, donde cada uno de los cuales llevará asociado un cuestionario con el que ganar puntos. Tuvo vital importancia para su visibilización contar con abundante contenido en redes sociales con los «Caza mitos nutricionales» y con una celebración final de la liga EAN.

3.1.3 ¿Un proyecto de investigación real es un posible escenario para una propuesta educativa?

Existe un proyecto de investigación cántabro², único y pionero en España que está ayudando a avanzar y conseguir más información de las enfermedades en nuestra comunidad autónoma. Este estudio se basa en la recogida de datos de salud y muestras de los participantes voluntarios favoreciendo en un futuro el progreso de la medicina de precisión y el establecimiento de nuevas estrategias de salud en la región.

Su objetivo principal es recoger información para poder ser transformada en conocimiento científico-sanitario con relevancia técnica, es decir, se podrá conocer mejor los determinantes de salud y enfermedades que afectan a la población de Cantabria. Para conseguir tales objetivos se pretende recoger muestras de sangre y datos asociados de índole sanitaria y socioeconómicos de cincuenta mil de residentes de Cantabria, a los que se hará un seguimiento médico continuado por parte del proyecto de investigación.

² Por motivos legales no se utilizará el nombre real que denomina al proyecto de investigación.

Una vez explicado y entendido el proyecto en sí mismo, la aplicación educativa consistiría en hacer una «reproducción adaptada» del proyecto «MicroMundo», un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos con la que poder acercar y dar importancia a la sociedad desde el pilar que supone la educación. En resumen, la adaptación educativa de este proyecto de investigación, la cual no está teniendo en cuenta factores básicos como son la presupuestación y financiación económica, se llevaría a cabo mezclando principalmente, la parte práctica del proyecto «MicroMundo» junto con una plataforma informatizada y digitalizada del proyecto como el de «Cucharadas de evidencia». Con otras palabras, se buscaría adaptar el apartado práctico-científico de un proyecto investigación y que este estuviera vinculado a una plataforma digital la cual lo hiciera más atractivo para el alumnado y visible para la sociedad.

3.1.4 Relación con el currículo

Las materias de Biología y Geología (1º, 3º y 4º ESO) y Ciencias aplicadas (ámbito del ciclo formativo de grado básico) a lo largo de la etapa educativa obligatoria y las de Biología, Geología y Ciencias ambientales (1ºBachillerato), Biología (2ºBachillerato), Geología y Ciencias Ambientales (2ºBachillerato) y Ciencias Generales (2ºBachillerato) durante la etapa no obligatoria de bachillerato buscan en su conjunto el desarrollo de la curiosidad y la actitud crítica, así como el refuerzo de las bases de alfabetización científica que permitirá al alumnado conocer más y de mejor manera el rol e importancia de la ciencias biosanitarias en la sociedad.

La naturaleza científica de estas materias contribuye inequívoca y directamente al despertar de un espíritu creativo y emprendedor en el alumnado, que es la base y esencia de cualquier ciencia y, por ende, del proyecto científico. La investigación mediante las prácticas de campo, la experimentación y la búsqueda en diversas fuentes para contrastar hipótesis o resolver cuestiones científicas de forma individual o colectiva componen elementos fundamentales del currículo. Además, estas asignaturas fomentarán el uso responsable y

crítico de toda información sesgada, incompleta o falsa que puedan obtener en esta sociedad posmoderna y totalmente informatizada.

Estas asignaturas contribuyen al logro del objetivo de ambas etapas, obligatoria y no obligatoria, y al desarrollo de las competencias clave. Podemos concluir que en estas materias se trabajan un total de seis competencias específicas, que constituyen a su vez la concreción de los descriptores de salida del alumnado al término de su enseñanza. Estas competencias específicas comprenden aspectos relacionados con la interpretación y transmisión de información científica, la localización y evaluación de información científica, la aplicación de las metodologías científicas en proyectos de investigación, la aplicación de estrategias para la resolución de problemas, el análisis y adopción de estilos de vida saludables y sostenibles, y la interpretación geológica del relieve.

A pesar de que lo anteriormente expuesto sea una brevísima introducción curricular respecto a estas seis asignaturas, se entiende fácilmente que currículo académico tiene un impacto profundo y significativo en el desarrollo de las personas del mañana y, por tanto, en la participación y el éxito de las mujeres en la ciencia. La falta de representación de las mujeres en los campos STEM en los planes de estudios puede transmitir un mensaje implícito de que la ciencia y la tecnología son dominios exclusivamente masculinos, lo que a su vez puede desanimar a mujeres a seguir carreras científicas (Barona, 2012; Cheryan et al., 2017).

Gracias a la emancipación económica de las mujeres durante las últimas décadas y todas las batallas políticas conseguidas y por conseguir, que ha conllevado este hecho, podemos ver como hoy en día la representación de la mujer en el currículo académico ha aumentado. El principal objetivo del feminismo es conseguir una equidad económica y, por tanto, social. La igualdad formal hace mucho que se publica y promulga. El papel lo aguanta todo. Sin embargo, la realidad actual, diferente por motivos obvios de las pasadas, sigue arrastrando viejos y graves problemas. Las mujeres siguen siendo «esclavas del hogar» (Lenin, 1965). Por ejemplo, un currículo que

incluya la historia y las contribuciones parciales y fundamentales de las mujeres en la ciencia puede llegar a aumentar la visibilidad y reconocimiento de las mujeres en los campos STEM, así como inspirar y motivar a las estudiantes a seguir carreras científicas. De esta manera, se obtendrían solamente consecuencias positivas pluri, inter y transdisciplinarias.

Respecto a la relación específica entre el actual currículum de la educación secundaria según el Decreto 73/2022, del 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria y concretamente en el currículum de la asignatura de «Biología y Geología» y el papel de la mujer en esta ciencia encontramos los siguientes puntos:

Referencias curriculares del Decreto 73/2022 al papel de la mujer en la ciencia			
Asignatura	Curso	Competencias específicas (criterios de evaluación)	Saberes Básicos Bloque Proyecto Científico
Biología y Geología	1º ESO 3º ESO	2.3. Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella con independencia de su etnia, sexo o cultura, destacando y reconociendo el papel de las mujeres científicas y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución.	La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. Científicos y científicas de nuestra Comunidad. El papel de la mujer en la ciencia.
Biología y Geología	4º ESO	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	Idéntico al saber básico de Biología y Geología de 1º y 3º ESO.

		contexto político y los recursos económicos.	
Ciencias aplicadas	Ciclos formativos de grado básico	1.2. Justificar la contribución de la ciencia a la sociedad, y la labor de los hombres y mujeres dedicados a su desarrollo, entendiendo la investigación como una labor colectiva en constante evolución fruto de la interacción entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.	No existen referencias como tal al término mujer, perspectiva de género, igualdad, etcétera.
Biología, Geología y Ciencias Ambientales.	1º Bachillerato	2.3 Argumentar sobre 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 e influida por el contexto político y los recursos económicos.	Idéntico al saber básico de Biología y Geología de 1º y 3º ESO.
Biología	2º Bachillerato	Idéntico a la competencia específica 2.3 de la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º de Bachillerato. Aunque en esta asignatura es la competencia específica 3.2	La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas, geológicas y ambientales e importancia social. Científicos y científicas de nuestra comunidad. El papel de la mujer en la ciencia.
Ciencias Generales	2º Bachillerato	Aunque durante la lectura de esta asignatura también se entiende su enfoque igualitario no existe un punto tan específico como ocurre en las	(Saber básico A «construyendo ciencia»). Contribución de los científicos y las científicas a los principales hitos de la

		demás.	ciencia para el avance y mejora de la sociedad. Reconocimiento de los científicos y científicas tanto regionales como nacionales.
Geología y Ciencias Ambientales.	2º Bachillerato	Idéntico a la competencia específica 2.3 de la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º de Bachillerato. Aunque en esta asignatura es la competencia específica 3.2	La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución al desarrollo de la geología y las ciencias ambientales e importancia social. El papel de la mujer.

Tabla 1. En la anterior tabla se muestran las referencias curriculares al papel de la mujer en la ciencia según el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Además de las competencias específicas y saberes básicos concretos que se especifican en la tabla existe una idea general y consensuada a lo largo de todo el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Esta idea, respecto a las ciencias biológicas y ambientales, podría sintetizarse como la estimulación de la vocación científica en el alumnado, especialmente en las alumnas, para contribuir a acabar con el bajo número de mujeres en puestos de responsabilidad en investigación, fomentando así la igualdad efectiva de oportunidades entre ambos sexos a través de competencias STEM y personal, social y de aprender a aprender.

Una vez reunidas las alusiones en el Decreto 73/2022, ya definido previamente, respecto al asunto en cuestión «mujer y ciencia (biológicas)», podemos ceñirnos más concretamente en la asignatura «Biología y Geología» de 4º de la ESO. Este giro hacia un objeto de estudio más concreto se debe a que es esta asignatura y no otra, es la seleccionada para enmarcar la propuesta educativa de este TFM.

No se quiere pasar por alto que, aunque la educación tiene un poder inmenso no es omnipotente ni mucho menos omnipresente. Con esta aclaración lo que se quiere señalar es que las instituciones científicas deben cambiar, como señala la comunidad científica, en lo que respecta a la selección de personal, retención, promoción, clima laboral, conciliación y un largo etcétera. Si bien cualquiera podría decir que no es la pretensión o debate principal de este TFM, contamina e imbrica cualquier decisión y medida en cuanto al posterior nivel al que nos enfrentamos después de la educación: el mundo laboral. La educación no puede cambiar todo, se debe erradicar el pensamiento de que la educación es la varita mágica que erradicará problemas estructurales o más bien económicos. De hecho, deberíamos ser conscientes que la educación como base depende más de lo que modifica a la superestructura (González Ramos y Benavente, 2017).

Del mismo modo que con el anterior párrafo, es también conveniente explicar que todos los siguientes subapartados del presente epígrafe «3.1.4 *Relación con el currículo*» no se han nombrado o escogido al azar. Todos ellos son elementos educativos y/o conceptos frecuentemente repetidos y esenciales que conforman y explican el currículo de un estudiante de educación secundaria obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

3.1.4.1 Los saberes básicos. El proyecto científico

Lo primero que debemos conocer para abordar este punto es qué es un saber básico, ya que el «proyecto científico» es uno de los bloques en los que se divide los saberes básicos reflejados en el Decreto 73/2022. Según este documento los saberes básicos constituyen los conocimientos, destrezas y actitudes que posibilitarán el desarrollo de las competencias específicas de la materia a largo de la etapa educativa en la que se encuentre.

Dentro de este bloque, el de «proyecto científico», se introduce al alumnado al pensamiento y métodos científicos. Aun conocimientos respecto a:

- Planteamiento de hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas: con perspectiva científica.
- Estrategias para la búsqueda de información, colaboración, comunicación e interacción con instituciones científicas, aprovechando las de nuestra comunidad: herramientas digitales, formatos de presentación de procesos, resultados e ideas (diapositivas, gráficos, vídeos, posters, informes y otros).
- Fuentes fiables de información: búsqueda, reconocimiento y utilización.
- Experiencias científicas de laboratorio o de campo: diseño, planificación y realización. Contraste de hipótesis. Utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etcétera.) de forma adecuada y precisa.
- Controles experimentales (positivos y negativos): diseño e importancia para la obtención de resultados científicos objetivos y fiables.
- Métodos de análisis de resultados científicos: organización, representación y herramientas estadísticas.
- Modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.
- Estrategias de comunicación científica: vocabulario científico, formatos (informes, vídeos, modelos, gráficos y otros) y herramientas digitales.
- La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. Científicos y científicas de nuestra Comunidad. **El papel de la mujer en la ciencia.**
- La evolución histórica del saber científico: la ciencia como labor colectiva, interdisciplinar y en continua construcción.

En resumen, se entiende por proyecto científico el trabajo dirigido a la realización de actividades en las que se describan, expliquen y/o predigan fenómenos o procesos naturales que ocurren en nuestro entorno, promoviendo la curiosidad intelectual, la investigación, perseverancia, escepticismo informado y creatividad. En el hipotético caso de conseguir que un alumno consiguiera dichos hitos, su aprendizaje se vería

enormemente mejorado no solo para las competencias STEM, si no para el resto de las competencias pues el proyecto científico es un elemento transversal a la educación. En otras palabras, define excepcionalmente y desde un contexto científico, dos de los pilares de la educación que definió Delors (1996): aprender a conocer y aprender a hacer. Continuando con la metáfora que plantea Delors sobre como la educación es una brújula para el nuevo y cambiante siglo XXI, la ciencia y en este caso el proyecto científico son la aguja imantada de la brújula. Nos marcan el norte, el rumbo es nuestro.

3.1.4.2 La importancia social de las ciencias de la salud en la comunidad autónoma de Cantabria

Las ciencias de la salud, también conocidas como ciencias biosanitarias, son esenciales para cualquier sociedad y, dada la idiosincrasia de Cantabria lo son aún más si cabe. Por este motivo y debido también a que en el currículo se quiere dar especial relevancia a la comunidad autónoma, nos detenemos a describir las razones por las cuales las ciencias biosanitarias son determinantes para los cántabros y cántabras:

- i. Prevención y tratamiento de enfermedades. Las ciencias biosanitarias proporcionan los conocimientos y las herramientas necesarias para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades. Esto incluye la investigación de medicamentos, vacunas, tratamientos y terapias.
- ii. Mejora de la calidad de vida. Las ciencias de la salud también se ocupan del progreso de la calidad de vida de las personas, ya sea a través de la prevención de enfermedades, la curación parcial o total de enfermedades, la gestión de enfermedades crónicas y/o el alivio del dolor.
- iii. Economía y empleo. Las actividades laborales relacionadas con la investigación y el desarrollo de las ciencias biosanitarias son un

motor de empleo de calidad por sí mismas y, además, son fundamentales generando oportunidades económicas y empresariales directas e indirectas.

a. En la comunidad de Cantabria el sector sanitario tiene una importancia vital. Según el periódico «El Faradio» en la comunidad de Cantabria trabajan directamente 14.000 personas en este sector de la salud, el cual está vinculado en gran medida con la investigación biosanitaria. Teniendo en cuenta el pequeño tamaño de la comunidad autónoma se entiende rápidamente la repercusión directa e indirecta que tiene sobre la misma. Sin embargo, esto no es un impedimento para que el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, el hospital de referencia en Cantabria, este situado entre los 250 mejores hospitales a nivel mundial (Gobierno de Cantabria, 2023). De hecho, este avance viene precedido de un cambio de mentalidad en la institución y en clara relación con la investigación clínica. El hospital desde hace dos décadas ha pasado de ser un sumidero más de pacientes a ser una fuente de información y conocimiento clínico y biosanitario de referencia mundial.

iv. Innovación y tecnología. Las ciencias biosanitarias son un propulsor de calidad para el tejido industrial de cualquier sociedad. La investigación y desarrollo en este campo han llevado a la creación de nuevas tecnologías y tratamientos, como la terapia génica o la medicina personalizada.

Por ejemplo, IDIVAL es uno de los centros de referencia de las ciencias biosanitarias en la comunidad autónoma de Cantabria. Este centro de investigación promueve y desarrolla la investigación y la innovación biosanitaria del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, orientada a hallar soluciones a los problemas de salud, con la voluntad de contribuir al desarrollo científico, docente, social y económico de Cantabria.

3.1.4.3 Enfoque de género en la ciencia

El siguiente punto de este análisis es la importancia de reconocer la desigualdad de género y la discriminación existente en la ciencia. Hoy en día, las mujeres continúan enfrentándose a barreras en términos de acceso a oportunidades, financiación, publicaciones, reconocimiento y promoción de la carrera científica (Cronin y Roger, 1999, Barona, 2012; Vázquez-Cupeiro, 2015; Cheryan et al., 2017; Potvin et al., 2018). Por lo que a través del Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria se busca visibilizar, reconocer y valorar el papel de la mujer en la ciencia en su justa medida.

Como ya comentamos previamente, el rol de las mujeres en la ciencia a lo largo de la historia de la humanidad ha sido limitado por numerosas barreras y desafíos. A pesar de esto, numerosas mujeres han realizado importantes contribuciones en campos científicos y tecnológicos, desde la antigüedad hasta nuestros días. Además, cabe destacar que existen muchos casos de apropiación de ideas o inventos científicos vinculados a hombres cuando su fundamentación y trabajo teórico y/o práctico fue realizado por mujeres. Por ejemplo, la conocida doble hélice del ADN era solo una hipótesis hasta que Rosalind Franklin la argumentó con una imagen de difracción de rayos X sobre cristales de DNA. A partir de dicha prueba Watson y Crick obtendrían pruebas concluyentes para el modelo de la estructura que ya habían empezado a elaborar y con la que consiguieron el posterior premio Nobel (González-Duarte, 2007). Existen otros muchos trabajos en los que existe una apropiación indebida del trabajo de mujeres. Nombres propios como: Esther Lederberg, Hedy Lamarr, Lise Meitner o Chien-Shiung Wu, etcétera (Glusac, 2019). Son ejemplos que la historia ha podido corroborar como grandes olvidadas, pero cabe pensar que existen otras muchas mujeres que no lo serán o que simplemente su trabajo no tuvo un éxito constatable y directamente vinculable a un hito científico. Esta última reflexión conduce a pensar en Katherine Johnson, Mary Jackson y Dorothy Vaughan (Glusac, 2019). Matemáticas

conocidas por la película «Figuras ocultas». Claro ejemplo en el que se combinan dos lacras: machismo y xenofobia.

Estos hechos violan los principios de honestidad, transparencia y colaboración en los que se fundamenta la ciencia. Sin embargo, y vinculando nuestro análisis al contexto educativo, dónde sería lógico que este problema no ocurriera y se tratase de erradicar educando mediante el ejemplo, es muy común observarlo. Ocurre tanto entre los alumnos cuando copian y pegan información de fuentes sin citarlas adecuada o directamente sin citarlas, como entre profesores cuando utilizan materiales didácticos sin permiso o atribución.

Es importante fomentar una cultura de ética e integridad científica en todas las áreas relacionadas con la ciencia, como lo es la educación, para evitar la apropiación de ideas científicas y promover un ambiente de colaboración y empatía.

Para abordar estos y otros muchos desafíos, es necesario fomentar la inclusión, el respeto y la diversidad en la ciencia. Se podría conseguir a través del apoyo a la educación con medidas curriculares como las que ya hemos visto y seguiremos analizando a lo largo del trabajo, que conllevarían al desarrollo de habilidades científicas para los y las alumnas y, por ende, científicos del futuro. Es también esencial que el desarrollo de estas medidas sea lo más transversal posible, es decir, el progreso esperado se consigue con medidas políticas y programas que promuevan la igualdad de género en la investigación y la innovación. Un cambio de tal magnitud y tan arraigado en nuestra forma de pensar y ser no se consigue ni rápido ni desde un solo ámbito (González Ramos y Benavente, 2017).

3.1.4.4 Científicos y científicas de nuestra comunidad

El título de este apartado, al igual que el resto, no ha sido escogido por casualidad. Uno de los conceptos más repetidos en el Decreto 73/2022 respecto a la educación científica ha sido «los científicos y científicas

de nuestra comunidad». Por este motivo, se ha resumido en dos puntos los argumentos principales que señala en este documento como:

- El alumnado debe participar en actividades de divulgación y fomento de la ciencia.

Aprender escuchando de primera mano la experiencia laboral y vital de una persona dedica a la ciencia puede suponer para muchos alumnos y alumnas la chispa que les haga reflexionar sobre si ese es el camino que quieren escoger.

- La presentación de la labor científica y las personas dedicadas a la ciencia y su contribución a las ciencias biológicas, geológicas y ambientales e importancia social.

Exponer uno o varios de los muchos ámbitos científicos puede resolver dudas y desmitificar la aparente complejidad que rodea a la ciencia, más aún para las alumnas que no tienen tantas referentes actuales ni históricas.

Para conseguir el objetivo deseado y en caso de realizar una o varias charlas guiadas, debates y/o conferencias sería necesario contar siempre con la presencia de mujeres, preferiblemente con perfiles personales distintos, que se hayan dedicado a la labor de la investigación e innovación científica. En un primer contacto se podrían elegir nichos laborales diferentes para en posteriores ocasiones, y a través de un *feed-back* con el alumnado, elegir solo los campos que más hayan interesado. De esta manera matamos dos pájaros de un tiro: visibilizar la ciencia y la mujer científica.

3.1.4.4.1 Alfabetización científica en Cantabria

En este subapartado extraeremos las ideas más relevantes del *Plan para la mejora de la cultura y Alfabetización Científica de Cantabria* (Consejería de Educación, Cultura y Deporte de Cantabria, 2017), por estar estrechamente vinculado con nuestra propuesta educativa y con lo anteriormente expuesto. Además, otro motivo fundamental de este análisis son los resultados obtenidos por nuestros alumnos en diferentes evaluaciones internacionales. Dichas

evaluaciones son: TIMSS (acrónimo de «Trends in International Mathematics and Science Study») de 2012 y 2016 y PISA (acrónimo de «Programme for International Student Assessment») de 2015 y 2018. Los datos que se han obtenido revelan en primer lugar, una mayoría de estudiantes con una calificación media de entre 5-6/10 con muy poca variación entre sí y, en segundo lugar, muy pocos resultados excelentes. Por lo que se concluye que el sistema educativo español respecto a la cultura científica es mediocre, rígido y poco creativo. Finalmente, y más concretamente, mencionamos que los resultados respecto a las pruebas científicas en la comunidad de Cantabria son de los mejores de España. Es por este motivo que podemos utilizar un refrán muy oportuno y explicativo para señalar una conclusión obvia «en el país de los ciegos, el tuerto es el rey». Sin embargo, creo que es correcto optar a la excelencia como camino y esta propuesta educativa así lo pretende. Una utopía como esta, inalcanzable por definición, sí tiene utilidad. Las utopías sirven para señalar las ambiciosas metas a donde quiero llegar. Si me propongo llegar donde sé que puedo llegar, nunca llegaré un poco más allá de lo propuesto. Mientras que, si lo propuesto es ambicioso, me proyecta a llegar más allá de donde he llegado por el simple hecho de que queda camino por recorrer.

Este plan surge con el fin último de mejorar la educación científica de Cantabria, ya que la actual conlleva a los resultados académicos citados y a una reducción de la matriculación científica, es decir, nos conduce hacia un desinterés generalizado y palpable por los estudios científicos. Además, o principalmente, se atacarán otros problemas de índole social, cultural y económica y de interés general que están directamente vinculados a este hecho (COVID-19, cambio climático y crisis energética, etcétera.)

Hoy por hoy en Cantabria este plan de acción se puede resumir en las siguientes líneas de actuación:

- Incluir todos los actos científicos en un solo ámbito, dándole más visibilidad e importancia. Además, de esta manera se comprende

mejor que las ciencias, al igual que otros muchos campos no científicos, no son estancas y están interrelacionadas.

- Participación de todos los agentes que conforman el proceso educativo. En primer lugar, el profesorado reformula el currículo, las nuevas metodologías que lo implanten y las normas que lo evalúen si es necesario. En segundo lugar, brindando al alumnado el papel protagonista como destinatarios de este proyecto ya que sería ilógico no tener en cuenta su punto de vista. En tercer lugar, las familias dado que la ciencia debe tener una continuidad real fuera del aula. Lo cual cobra especial sentido con el último y cuarto agente, que sería el resto de las entidades privadas y/o públicas que conforman nuestras vidas en un sentido económico, cultural y social.
- Instrucción
 - Implementar o iniciar la formación científica del profesorado en la universidad sea cual sea la etapa educativa a la que se vaya a dedicar. Cuanto antes se inicie la formación científica, independientemente del ámbito en la que la desarrolle el profesor, será muy beneficioso para el alumnado.
 - Actualización del profesorado, especialmente en la educación secundaria, en metodologías que favorezcan la implementación y mejora de competencias científicas del alumnado.
- Concienciación científica
 - Difundir la actividad científica por medio de otras entidades educativas o no educativas.
 - Valorar la cultura científica.
 - Conocer las actividades educativas que ya se llevan a cabo en otros centros. El ideal sería sumarse y potenciarlas.

Es imposible pensar en un país que no necesite de soluciones innovadoras, las cuales están directamente vinculadas al desarrollo de la ciencia y de la tecnología. Si a corto plazo tiene sentido invertir tiempo, esfuerzo y dinero, a largo plazo es sencillamente imprescindible.

3.1.4.5 Objetivos de desarrollo sostenible

En un proyecto que gira alrededor de la perspectiva de género y su relación con el ámbito científico no puede faltar el enfoque y elemento que dota de sentido y une los anteriores elementos: la educación. Por este motivo, es necesario contextualizar este proyecto dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo que lleva implícito el anterior concepto explicado sobre la alfabetización científica de calidad. A través de la educación se persigue transmitir estos valores de desarrollo sostenible de una forma inequívoca. Llegando a reducir o incluso extinguir la manipulación tan comúnmente expandida en esta era de la «sobreinformación» en este y otros asuntos.

Esta colosal tarea comenzó la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) por medio del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) (2005-2014). A lo largo de este periodo la UNESCO quería conseguir integrar los principios y prácticas del desarrollo sostenible en todos los ámbitos de la educación y el aprendizaje, con el objetivo de promover cambios en los valores, conocimientos y actitudes de la sociedad. Llegando a ser parte integral del sistema de enseñanza en todos los niveles (Gutiérrez et al., 2006). Y hoy en día, mediante los ODS podemos asegurar que, aunque este lejos de cumplirse cada vez está más cerca de conseguirse.

Haciendo hincapié en lo anteriormente escrito, la manera de pensar y actuar de una persona adulta viene precedida en la mayor parte de ocasiones por la información, conocimientos y experiencias previas que posea y, por ende, de sus decisiones. Por esta razón y mediante los ODS se busca educar a los alumnos y alumnas del presente y futuro para obtener una sociedad más respetuosa, igualitaria y conocedora de la perspectiva de género en ciencia.

Los objetivos más relevantes en cuanto a este trabajo y enmarcados en los 17 ODS existentes son:

- Objetivo 4: garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 5: lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

Con el fin de alcanzar estos objetivos es necesario que exista una sociedad educada en unos principios y valores a los que se hace referencia, sin este eje vertebrador es muy difícil que la sociedad lo consiga o tan si quiera tenga el deseo de hacerlo. Aunque actualmente la información, gracias a la era digital, está al alcance de «todos» mediante un *clic*, no es en absoluto lo mismo que el conocimiento. Es decir, el conocimiento se definiría como la capacidad crítica para comprender, unir y discrepar la información percibida. Desde este punto, se entiende que la educación esclavista y está jerarquizada, reproduciendo en gran medida los valores y actitudes que rigen el mundo del que proviene. Haciendo menos accesible el conocimiento a las clases menos pudientes y grupos minoritarios. Recapitulando todas estas ideas, se postula que para avanzar hacia estos ODS es necesario incorporar un punto de vista de sostenibilidad colectiva en los planes de estudio, además de en la filosofía del centro y la comunidad educativa (Buckler y Creech, 2014).

Para concluir este epígrafe planteamos una idea que a continuación desarrollaremos más en profundidad. Más bien se trata una solución realista que aborde este problema tan complejo desde la raíz. Analizaremos la idea de «el alumno investigador». En este sentido Rudduck y Flutter (2004), ya explicaban que es fundamental transformar la manera en la que se genera el aprendizaje, refiriéndose con esto a que las voces del alumnado deben ser escuchadas y valoradas transformando la función docente a la de guía. Concluyendo que el aprendizaje debería llegar a través de una reflexión crítica del propio alumno y no crear una dependencia, muy criticada en el mundo docente, a ser siempre dirigido por el docente.

3.1.5 El alumno como investigador

Teniendo en cuenta lo anteriormente explicado y su complejidad, el alumno investigador surge como uno de los nuevos argumentos más potentes a poner en marcha. Sirviendo de sinergia a otros que ya tienen más calado y andadura como es la alfabetización científica (Bucknal, 2018). Poner al educando en el centro de la ecuación supone una manera alternativa para que el alumno trabaje contenidos que quizás no existan en el libro o aplique y aprenda competencias inalcanzables por la vía tradicional.

Es preciso señalar que iniciativas de estas características, polisémicas y difusas por definición, demandan cambios innovadores para que existan y lleven a cabo (al menos en el centro y dirección educativa). Por otra parte, es fundamental que este nuevo escenario se construya desde la base, es decir, el alumnado debe participar activamente dando su opinión. Contribuyendo así al desarrollo de competencias básicas que son esenciales en la actitud innovadora. Rojas y colaboradores (2012) afirman que en la actualidad la realidad educativa excluye y no tiene en cuenta la voz del alumnado. Critican también la falta de reconocimiento, vías de comunicación y oportunidades que faciliten la participación en los intentos de mejora, transformación e innovación educativa. Estar al tanto del juicio de los alumnos sobre qué cosas se deben cambiar y como deberían hacerse es capital para producir un cambio sustancial y que tenga continuidad en el tiempo. Los canales institucionales o representantes del alumnado son tuberías con insuficiente diámetro para cubrir las necesidades de la comunidad educativa (Calvo y Susinos, 2010; Susinos, 2012).

El presente trabajo también defiende otra iniciativa expuesta por Susinos y Ceballos (2012) denominada el currículo participativo. A través de esta herramienta se fomenta que los alumnos aborden los temas de su interés existentes en el currículo, tratando de esta manera temas que los motiven a ser líderes de su propia investigación. Al indagar sobre cuestiones que realmente los interesen, se espera despertar su atención y un intercambio de ideas entre iguales que supongan una gran ventaja para la adquisición de aprendizajes y

conocimientos. Por otro lado, este cambio de paradigma educativo no puede ni debe producirse en poco tiempo. La figura del «alumno como investigador» en España es atípica y sería muy pretencioso pretender que fueran los estudiantes los que planteen los temas con total libertad (Susinos et al., 2019). Por eso será el docente quien guiará inicialmente esta nueva metodología. Se encargará de presentar los temas, introducirlos y entre estas proposiciones los alumnos elegirán una. Además, los educandos podrán proponer propuestas de mejora partir del material inicial siempre y cuando se considere factible. Al fin de al cabo dicha estampa, como ya se ha desarrollado, consiste en que los alumnos dejen de depender de la guía del docente y ganen autonomía propia en forma de:

- La generación de nuevas fuentes de información que no sean la clase magistral o material aportado por el profesor.
- La toma de decisiones compartiéndolas con el grupo y profesor.
- La priorización de los problemas a resolver según su relevancia.
- La presentación del proyecto a su misma aula, a otras, a otros centros o a adultos fuera del contexto educativo.

En definitiva, los alumnos y alumnas trabajarán en equipo con un objetivo común durante todo el recorrido de su investigación. Este sería un proyecto de investigación e innovación a cargo de estudiantes, no con o sobre estudiantes. Es decir, actuarán como auténticos líderes de la investigación. No serán el apoyo ni los sujetos de estudios; el alumnado será el propio investigador. (Susinos, 2012; Susinos y Ceballos, 2012; Susinos et al., 2019).

4. Diseño de una propuesta pedagógica ligada a la investigación y la cuestión de género

4.1. Introducción. El papel del alumnado en la propuesta educativa

Este apartado, sin querer restar importancia al resto del trabajo, es de vital trascendencia para el TFM ya que se va a explicar sus principios metodológicos, es decir, el cómo se va a llevar a cabo. Más concretamente, la

propuesta educativa se fundamenta en unas aportaciones psicopedagógicas y teorías del aprendizaje denominadas: «la voz del alumnado» y «el alumno/a como investigador». Las cuales supondrán un andamiaje, un aprendizaje significativo y funcional y un acercamiento a la cultura científica para el desarrollo de un ser humano pleno desde el ámbito educativo para el resto de las facetas sociales, económicas y culturales.

Para lograr dar voz al alumnado e implicarlo como investigador es fundamental fomentar desde el primer momento la autonomía en su propio aprendizaje. En otras palabras, deben ser ellos los que elijan con qué quieren experimentar o analizar dado un contexto científico-tecnológico.

Se facilitará al alumnado contenidos teóricos veraces, generales y específicos de lo ya «aprendido y conocido» y varias situaciones de aprendizaje plausibles respecto a una o varias de las múltiples áreas de investigación del proyecto. Siendo ellos los que elijan qué línea de investigación se ajusta más a sus intereses y motivaciones y teniendo siempre presentes dos principios claros: a) El aprendizaje científico ante el que se presentan es dinámico. Empezar a estudiar, por ejemplo, el proceso de cuantificación del ADN no quiere decir que vayan a concluir la propuesta de mejora en ese mismo punto. Una de las ideas que se quiere transmitir es que la ciencia no es estanca. Depende de muchos, diferentes y complejos factores a la vez y, por esta razón, son necesarias las nuevas tendencias de equipos multidisciplinares. b) No van a descubrir la cura del cáncer o un procedimiento de mejora que ahorre miles de euros. Lo que se pretende es que sean capaces de establecer nuevos procedimientos de trabajo normalizado (PNT) con los que actualicen y mejoren la cotidianidad de una labor. Y, sobre todo, que desmitifiquen la complejidad y prejuicios científicos establecidos. La ciencia normalmente no se fundamenta en un genio trabajando en un laboratorio aislado de la sociedad, sino todo lo contrario. La ciencia, como otros muchos trabajos, consiste en la colaboración de mucha gente mejorando pequeñas cosas cada día (García, 2021).

Para finalizar esta introducción, definiremos brevemente en qué consiste el PNT ya que es una de las estrategias centrales de actuación práctica que

llevará el alumnado durante este proyecto. Según Teixeira y García (2009) el PNT es un documento escrito y aprobado según las normas de correcta elaboración y control de calidad, que describe la secuencia específica de las operaciones y métodos que deben aplicarse en la fabricación de un producto sanitario o en su control de calidad, proporcionando una manera única de realizar una operación. Siguiendo y teniendo presente esta definición es muy fácil comprender y vincular un elemento fundamental del saber básico denominado «proyecto científico»: la reproducibilidad. La reproducibilidad es la capacidad de una prueba o experimento de ser reproducido o replicado por otros. Es la manera que tiene la comunidad científica de corroborar la veracidad y calidad de los experimentos y productos obtenidos por un procedimiento dado.

4.2. Contenidos de Biología y Geología en la enseñanza secundaria y bachillerato con perspectiva de género

En el primer párrafo introductorio de la asignatura de Biología y Geología en el documento más referenciado de este trabajo, el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Se hacen dos breves alusiones a la perspectiva de género. La primera argumenta la discriminación basada en el género o la identidad sexual y su relación con el aspecto afectivo sexual y la segunda, ya argumentada, hace referencia a la necesidad de impulsar la tasa de alumnas cuya vocación acabe siendo científica.

Sin embargo, la primera argumentación de peso respecto a la perspectiva de género que se aprecia en el texto citado la encontramos en la tercera competencia específica «*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*». La siguiente cita argumenta de manera muy contundente las causas y conexiones de este TFM ya que dice lo siguiente:

«Asimismo, la creación y participación en proyectos científicos proporciona al alumnado la oportunidad de trabajar destrezas que pueden ser de gran utilidad no solo dentro del ámbito científico, sino también en su desarrollo personal y profesional y en su participación social. Esta competencia específica es el crisol en el que se entremezclan todos los elementos de la competencia STEM y muchos de otras competencias clave. Por estos motivos, es imprescindible ofrecer al alumnado la oportunidad creativa y de crecimiento que aporta esta modalidad de trabajo, impulsando la igualdad de oportunidades entre los alumnos y alumnas y fomentando las vocaciones científicas desde una perspectiva de género».

Con esta referencia y junto con la tabla definida como «Referencias curriculares del Decreto 73/2022 al papel de la mujer en la ciencia» (la cual referencia los saberes básicos y competencias específicas con perspectiva de género) el título de este epígrafe queda respondido de forma evidente.

4.3. Objetivos

- Acercar la cultura científica y las ciencias biomédicas al alumnado con una clara perspectiva de género para fomentar la vocación investigadora.
- Concienciar a la sociedad de la importancia de las ciencias biomédicas y del papel y hándicaps de la mujer investigadora.
- Desarrollar habilidades y experiencias prácticas reales en un proyecto científico.
- Promocionar el pensamiento crítico y la resolución efectiva y eficaz de problemas.

4.4. Metodología. Desarrollo de las fases de investigación

4.4.1. ¿En qué consiste el proyecto?

Como ya se reflejó en anteriores apartados, el contexto físico en el cual los alumnos de 4º ESO desarrollaran la propuesta educativa será su centro educativo de referencia y el de las propias instalaciones del proyecto científico, las cuales aportaran un contexto real e impactante al alumnado. Estas se sitúan divididas entre el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla y la UC. Las actividades que se plantearán a continuación son originales o la selección y mejora de entre las dos propuestas educativas que proponen al alumno el rol de investigador, es decir, en las que el alumno es el actor y director de su propuesta. Los antecedentes de proyectos de investigación a partir de los cuales se ha trabajado que cumplen dicha condición son:

- *«MicroMundo» un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos.*
- *«Cucharadas de evidencia».*

El primero de ellos «MicroMundo, un proyecto educativo social para el descubrimiento de nuevos antibióticos» es la iniciativa desde el cual surge la idea sustancial de la propuesta educativa, ya que, salvando las diferencias científico-técnicas de cada proyecto, lo que se pretende es reproducir unas circunstancias concretas de trabajo en un laboratorio. Sin embargo, y dado el contexto social, se ha entendido como necesario dar también a la propuesta un enfoque digital. Es decir, esta propuesta educativa, al igual que «Cucharadas de evidencia» contará con una página web y redes sociales «conocidas» que presenten todas las novedades y actividades de manera llamativa y entretenida. De hecho, el tratamiento teórico de la propuesta se realizará por medio de *webinars* impartidos por expertos, con los que obtendrán conocimiento y no la lluvia de información sin filtros a la que están acostumbrados. Sin embargo, nunca sabrán si están escuchando o leyendo una información veraz. De esta manera se quiere fomentar su autonomía y pensamiento crítico, que les ayudara a distinguir el mito de la evidencia

científica y aprender a contrastar toda la información con fuentes fiables. Dicha actividad se denominará «depredadores de bulos» y está directamente vinculada con la segunda competencia específica de la materia Biología y Geología de la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria «*Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas*». La idea es que los alumnos hagan un video corto, que subirán a las redes sociales, en el que a través de una presentación oral identifiquen el bulo y las fuentes contrastadas o experimentos hechos por ellos mismos que lo desmienten.

De hecho, aunque el enfoque con perspectiva de género de este proyecto comience con la anterior actividad, continúa y se refuerza sustancialmente con el primer contacto con los investigadores. La inmensa mayoría de trabajadores del proyecto cuentan con experiencia, conocimientos y títulos de educación superiores que lo corroboran son mujeres. Estas mujeres son doctoras en biotecnología, biología molecular y biomedicina, graduadas (algunas con máster) en matemáticas, enfermería y biología y, otras compañeras trabajan por medio de ciclos de grados superiores en anatomía patológica y citodiagnóstico y en documentación y administración sanitarias. Es decir, el grueso del equipo que lleva el peso de dirección, organización, gestión y desarrollo del proyecto científico son mujeres. Sin olvidar el resto de los cargos que tienen una titulación inferior y son también llevados a cabo por mujeres (limpieza, centro de llamadas, atención al público...). El planteamiento de este proyecto es visibilizar todo ese trabajo que realizan y pasa desapercibido. Por eso esta propuesta educativa apuesta porque sean ellas las que realicen todas y cada una de las intervenciones desde las cuales los alumnos trabajaran la actividad «depredadores de bulos». Estas intervenciones pueden versar sobre el trabajo que realizan propiamente las investigadoras, contenidos teóricos o que presenten a otras grandes olvidadas mencionadas en el apartado

3.1.4.3. Papel de la mujer en la ciencia.

Algunas de las propuestas teóricas que se han barajado son:

- ¿Qué es un proyecto de investigación?
- Consentimiento informado. ¿Entendemos lo que leemos y firmamos?
- Explicar el concepto de la clonación debido a que es la restricción más repetida en los consentimientos informados ¿Es posible la clonación de un individuo a nivel científico? ¿Y a nivel ético?
 - Los hematíes, eritrocitos o comúnmente conocidos como glóbulos rojos no tienen núcleo debido a su especialización (transporte de oxígeno). Entonces, ¿se puede producir un clon a partir de la sangre?
- ¿Los datos que facilito para el estudio son de acceso público? ¿Nos preocupamos tanto de la información que publicamos en las redes sociales?
- ¿Van a arrancarme la piel?
 - Explicación de lo que es un «excedente de tejido». Es un concepto sencillo, pero que parece técnico y conlleva malinterpretaciones.
- ¿Sabes quién es Rosalind Franklin?
- ¿Te suena el nombre de Katherine Johnson?

La evaluación y difusión de estas y otras actividades más prácticas también se hará a través de la propia página web y redes sociales bajo el mismo formato, es decir, videos cortos aceptando o rechazando sus trabajos de investigación.

Nos detenemos a analizar y explicar brevemente el canal por el cual hemos decidido comunicarnos con los alumnos: las redes sociales. Mediante una red social activa y dinámica que conecte con el alumnado se puede conseguir una propagación y adhesión mucho más alta que por los métodos tradicionales. Y no solo eso, debido a que las redes sociales están intrínsecamente vinculadas al ocio y entretenimiento, se pretende conseguir que estas actividades pasen a ser una «elección» y no tanto una «imposición». Es decir, que sea el propio alumno el que elija entre los bulos propuestos, qué formato de respuesta va a utilizar y con qué compañeros va a trabajar. Transformando en el mayor grado

posible lo que en clase sería una tarea impuesta en una actividad lúdica y autónoma.

Redes sociales como TikTok, Instagram, Telegram, Twitter... deben ser entendidas como aliados y no como enemigos. No porque no presenten malos usos a causa de las *fakenews* o contenidos vacíos e inadecuados, sino porque no usarlas significa no aprovechar su potencial. Además, estar en su contra es una batalla perdida, ya que las nuevas generaciones sí las van a seguir utilizando. Al fin de al cabo es la educación la que está siendo marginada. ¿Por qué no invertimos tiempo de calidad y transversal en cualquier asignatura en la educación para promover un uso responsable de las redes sociales? ¿Por qué la educación pública no toma un papel activo en las redes sociales? ¿Es el alumno con una voz propia y activa en las redes sociales una posible solución? Todo pasa por ofrecer alternativas de uso a la altura de las circunstancias. Por este motivo y no otro, se entrecorrió la palabra conocida al principio de esta breve argumentación sobre el dilema. Porque no somos conscientes de la magnitud real del problema, ni mucho menos de dónde o cómo focalizar los esfuerzos que repercutan positivamente en la educación digital de los jóvenes. A modo de cierre se expresa la siguiente cita de Pérez (2022) sobre cómo algo tan fundamental y básico como son los motores de búsqueda han cambiado: «En nuestros estudios, algo así como casi el 40% de los jóvenes, cuando buscan un lugar para comer, no van a Google Maps ni al buscador. Van a TikTok o Instagram».

El segundo bloque de este proyecto consiste en la parte práctica. Esta se desarrollará en cualquier ámbito/s científico/s del proyecto científico y los alumnos serán partícipes en las funciones que podría llevar a cabo un investigador en formación o un técnico de apoyo a la investigación. En primer lugar y siguiendo los pasos del proyecto «MicroMundo», será obligatorio acudir a un curso de formación científica para el profesorado seleccionado en la Universidad de Cantabria. A través de este curso, se pretende tener unas nociones básicas sobre el proyecto y la labor que van a desempeñar dentro de la propuesta educativa. Además, de esta manera se pretende entorpecer lo

menos posible la labor de los y las investigadoras durante su jornada laboral. A parte de la primera premisa teórica que consistirá en una breve exposición sobre los objetivos, metodología, personal involucrado y de referencia y material que utilizarán, los profesores deberán despojarse de su función cotidiana. En otras palabras, los profesores deberán interiorizar que van a ser observadores, guías y mediadores del proyecto. Nunca protagonistas activos.

En segundo lugar y estando físicamente aun en el centro, los alumnos deberán realizar una tarea de aproximación al proyecto. Esta consistirá en elegir una o varias de las múltiples áreas de investigación biomédica que presenta el proyecto científico de investigación:

- Extracción de la muestra de sangre.
- Procesamiento inicial de la muestra madre.
- Procesamiento secundario de la muestra intermedia.
- Procesamiento final de las alícuotas.
 - ADN.
 - Plasma.
 - Suero.
- Almacenamiento en ultracongeladores.
- Recepción, trazabilidad y envío de muestras.

También podrán elegir otras áreas de conocimiento ligadas indirectamente a la investigación biomédica:

- Matemáticas aplicadas.
- Informática.
- Gestión y administración del proyecto.
- Centro de llamadas y citación electrónica.
- Documentación sanitaria.

Una vez hayan escogido un área determinada, tendrán acceso a toda una batería de PNTs³. Estos instrumentos serán el elemento central de sus trabajos por varios motivos (García, 2021):

- La función principal de un PNT parece hecha para los valores competenciales que buscamos desarrollar. La función de un PNT consiste en que a partir de su lectura cualquier persona con unos conocimientos previos mínimos pueda realizar una labor sin demandar ayuda a otra más especializada y experimentada. Por este motivo, los PNTs sirven como guía de trabajo autónoma real. Se pretende que el grupo de trabajo que conformen no necesite de supervisión salvo los primeros días.
- Después de ser necesariamente observadores y cuestionadores activos de un PNT, pues se les avisará de que después no tendrán con ellos al profesional experimentado que se lo ha explicado, serán ellos los que decidan en qué punto o puntos de la secuencia específica de operaciones y métodos del PNT ven: posibles puntos críticos no señalados como tal, puntos de mejora, incorrecta explicación de un término o proceso y/o puntos de divergencia según el protocolo.

Es decir, no deseamos plantear toda la ruta del método científico ya que en gran medida nos aprovechamos de que ya está elaborado, si no que sean partícipes de un principio básico del mismo: observación-hipótesis (1º y 2º etapa). Además, de esta manera surgen espontáneamente otras destrezas muy relevantes en ciencia y cualquier otro ámbito laboral: priorización, concentración, comunicación, etcétera.

³Debido a su carácter científico e innovador y su vinculación con posibles patentes no han podido incluirse ejemplos reales del proyecto en el trabajo.

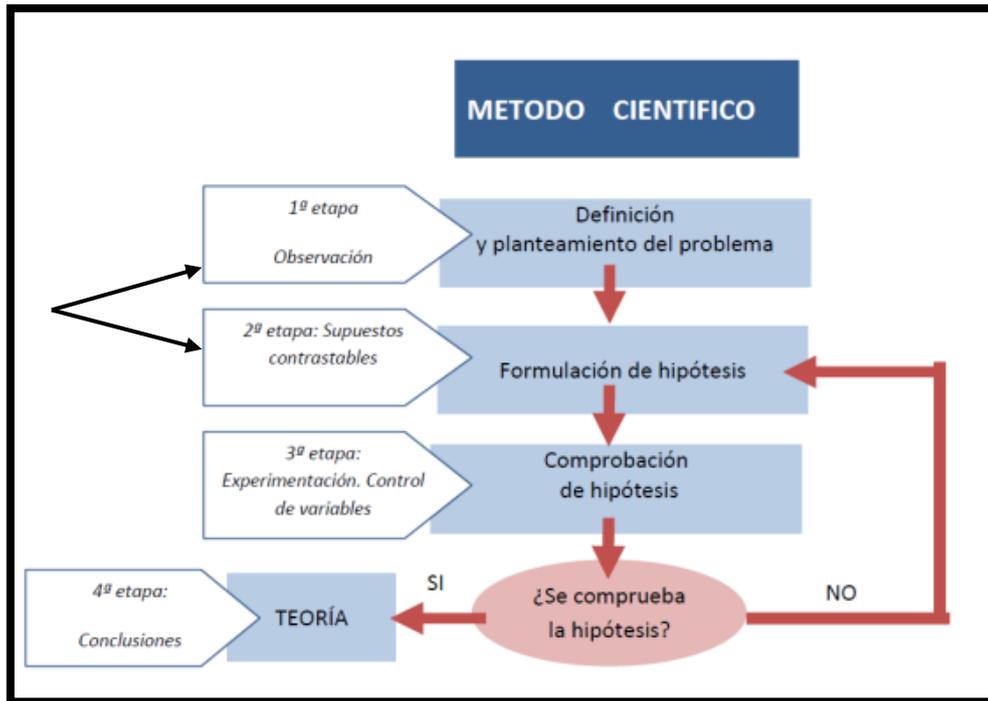


Ilustración 1. Esquema conceptual del método científico (Castán, 2014).

- Una vez hayan sido observadores durante un primer día y técnicos de apoyo a la investigación mejorando y actualizando los PNTs durante un segundo. Deberán presentar ante los compañeros, profesores, investigadores, coordinadoras y directivas sus propuestas de mejora como si tratara de una conferencia científica. En otras palabras, deberán realizar posters científicos y presentaciones orales sobre el trabajo desarrollado para expresarlo de manera ordenada y llamativa.

En resumen, la participación de los alumnos de secundaria en proyectos de biomedicina es importante porque fomenta su interés por la ciencia, les proporciona una experiencia práctica, mantiene a los estudiantes informados sobre los avances en biomedicina, promueve habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas y puede inspirar futuras carreras científicas, especialmente las de alumnas. En otras palabras, a través de esta propuesta educativa se pretende conseguir unos objetivos educo-científicos, los cuales conllevan la aplicación inequívoca y directa de una inmensa cantidad de elementos y competencias curriculares.

4.4.1.1. ¿Por qué es interesante su implementación en 4ºESO?

Es en este punto, después de explicar la complejidad y autonomía necesaria, cuando surge explicar porque se ha decidido escoger a alumnos en su último curso de la etapa obligatoria (4ºESO). Cualquier persona con unos conocimientos mínimos sobre pedagogía podría decir, sin error alguno en su apreciación, que es fundamental fomentar su vocación, competencias y destrezas científicas cuanto antes. Sin embargo, un especialista en psicología del desarrollo contraargumentaría que su desarrollo cognitivo y su madurez no serían suficientes. Para realizar las actividades descritas es necesario un progreso sustancial en la capacidad de razonar de forma abstracta, compleja, lógica y sistemática. Cualidades propias de la adolescencia tardía (Papalia, 2019). Además, están a las puertas de los posteriores cursos de bachillerato o formación profesional, años en los que ya concretan mejor su vocación profesional.

Asimismo, vincularemos desde el punto de vista de la propuesta educativa qué puntos de los expuestos en el epígrafe «3.1.4.1 *Los saberes básicos. El proyecto científico*» han sido desarrollados:

- ✓ Planteamiento de hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas: con perspectiva científica.
- ✓ Estrategias para la búsqueda de información, colaboración, comunicación e interacción con instituciones científicas, aprovechando las de nuestra comunidad: herramientas digitales, formatos de presentación de procesos, resultados e ideas (diapositivas, gráficos, vídeos, posters, informes y otros).
- ✓ Fuentes fiables de información: búsqueda, reconocimiento y utilización.
- ✓ Experiencias científicas de laboratorio o de campo: diseño, planificación y realización. Contraste de hipótesis. Utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etcétera.) de forma adecuada y precisa.
- ⊗ Modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.

- ✓ Controles experimentales (positivos y negativos): diseño e importancia para la obtención de resultados científicos objetivos y fiables.
- ✓ Métodos de análisis de resultados científicos: organización, representación y herramientas estadísticas.
- ✓ Estrategias de comunicación científica: vocabulario científico, formatos (informes, vídeos, modelos, gráficos y otros) y herramientas digitales.
- ✓ La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. Científicos y científicas de nuestra Comunidad. El papel de la mujer en la ciencia.
- ✓ La evolución histórica del saber científico: la ciencia como labor colectiva, interdisciplinar y en continua construcción.

Durante las sesiones destinadas a la consecución de esta propuesta educativa y que se especificarán en formato tabla en el siguiente epígrafe se han conseguido todos los apartados, salvo uno, que se señalan en el saber básico denominado proyecto científico del Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la asignatura de biología y geología de 4º Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Cantabria. El elemento no conseguido, señalado con un formato distinto, se debe a que las características de este proyecto están asociadas a un laboratorio y no a elementos naturales. Y siendo objetivos, existen otros dos apartados que no se podrían trabajar al 100%. El primero de ellos es el apartado definido como *«Métodos de análisis de resultados científicos: organización, representación y herramientas estadísticas»*. Esta cuestión está poco trabajada ya que, aunque los alumnos si acaben representando de manera organizada su propuesta de mejora, nunca van a utilizar herramientas estadísticas (incluso habiendo podido observar en otras áreas de investigación como la de matemáticas aplicadas o informática). El segundo punto denominado *«Experiencias científicas de laboratorio o de campo: diseño, planificación y realización. Contraste de hipótesis. Utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etcétera.) de forma adecuada y precisa»* tampoco se ha desarrollado de manera completa. Desde un punto de vista objetivo los alumnos no van a utilizar los instrumentos o máquinas de laboratorio de

manera adecuada y precisa. En algún caso concreto se podrá producir una aproximación parcial al funcionamiento de una maquina o instrumento, pero nunca de manera total, real y correcta.

4.4.2. Planificación temporal del proyecto y primer contacto con una salida al mundo laboral

En este apartado se expone de forma clara a modo de tabla la temporalización del proyecto. En el cuarto curso de secundaria se cuentan con 3 horas semanales de la materia de Biología y Geología.

Temporalización		
Fase del proyecto	Duración (Sesiones de 1h)	Contenido o actividades a desarrollar
Introducción de los alumnos y profesorado del proyecto científico.	1ª sesión	<p>En la primera sesión se explicará en qué consiste el proyecto científico, la investigación que se desarrolla y se darán a conocer las áreas que componen la investigación. Se ilustrará con ejemplos prácticos para una mejor comprensión. Además, y previamente a esta primera sesión informativa e introductoria, los profesores encargados habrán acudido a UC para recibir una charla técnica y documentación sobre el proyecto, pues esa es una de sus funciones principales: transmitir la información.</p> <p>En segundo lugar, se presentará también la actividad «depredadores de bulos». La cual será transversal a todo el proyecto y dependerá de su proactividad la cantidad de bulos que desmonten (pues podrán realizar desde ese momento todos los bulos que se les propongan en la página web y redes sociales). A mayor cantidad de bulos desmentidos, mayor impacto científico tendrán como equipo de investigación y, por tanto, podrán elegir en qué orden presentan su propuesta de mejora final.</p>

<p>Formación de grupos y organización y planificación de trabajo de investigación.</p>	<p>2ª y 3ª sesión (Fase inicial: 3 sesiones, es decir, una semana educativamente hablando)</p>	<p>En la segunda y tercera sesión se explicará a los alumnos en qué consiste su función en esta propuesta educativa, es decir, son ellos los protagonistas y debatirán para elegir de manera autónoma: área de investigación y equipo (máximo de 5 personas considerando una clase de 25 estudiantes). Comenzará también con su organización de cargos, obligaciones y planificación temporal del trabajo.</p> <p>Se buscará que exista un equilibrio entre la afinidad y elección del alumnado, las capacidades de estos y su heterogeneidad. En el caso de que existiese algún problema los grupos podrían modificarse a petición del alumnado.</p> <p>Por otro lado, el profesorado les facilitará un documento explicativo de lo que es un PNT tipo⁴, sus partes, objetivos, etcétera, para que se familiaricen con el elemento central de trabajo y las partes del proyecto y método científico que van a abarcar (García, 2021).</p>
<p>Salida práctica al Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.</p>	<p>6 sesiones (jornada educativa completa).</p>	<p>Esta jornada estará dividida en dos partes. Inicialmente se desplazarán al Hospital y recibirán <i>in situ</i> una breve introducción sobre el lugar, personal y proyecto científico.</p> <p>A continuación, durante la segunda y tercera hora, según el horario educativo, participarán como observadores activos respecto al trabajo desarrollado en la rama de investigación elegida. En la que plantearán todas las cuestiones propias del proyecto que les surjan, errores de protocolo que identifiquen, dudas relacionadas con intereses propios, cuestiones originadas previamente, etcétera. Al fin de al cabo todo lo que consideren pertinente ya que será el único día que estarán mano a mano con el trabajador cualificado responsable.</p> <p>Y en segundo lugar y durante el resto de la jornada (cuarta y quinta hora ya que sexta hora está destinada al transporte de vuelta), comenzarán a trabajar en un documento escrito de propuesta de mejora de uno o varios PNT. Dependerá de ellos, tienen voz y voto para elegir incluso rama/s de investigación que no sean puramente biomédicas, siempre y cuando tengan PNT sobre los que trabajar y proponer la propuesta de mejora.</p>

⁴ El documento tipo de PNT es el referenciado en la bibliografía como García, B. (2021). Guía para la elaboración de Procedimientos Normalizados de Trabajo en la empresa (Universidad Politécnica de Valencia)). RiuNet. Recuperado de: <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/165995>

Salida prácticaal Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.	6 sesiones(jornad aeducativacompl eta)	<p>Al igual que ayer la primera y última hora están destinadas a la ida y vuelta hasta Santander.</p> <p>En esta última jornada, los alumnos continuaran durante las dos primeras horas con el trabajo escrito y la transformación de este a un poster científico (explicación e información facilitada de nuevo por el profesor encargado).</p>
		<p>Y durante las dos últimas horas de la propuesta educativa se trabajará la competencia de comunicación lingüística de forma oral. Comenzará con en una pequeña presentación cargo de la directora del proyecto, sobre la competición de los bulbos desmentidos y su repercusión en el orden de presentación. Y finalmente, una exposición oral por parte del alumnado al resto de compañeros, profesores, investigadores y jefas del proyecto.</p>

Tabla 2. En esta tabla se refleja la temporalización distribuida en fases, sesiones que conlleva y su correspondiente explicación.

La propuesta educativa en su totalidad se traduce en 15 sesiones, 3 de ellas corresponden a horas lectivas en el propio centro y coinciden con el horario de la materia de Biología y Geología y, las otras 12 sesiones, se corresponden con dos jornadas educativas completas fuera del centro. Por lo que teniendo en cuenta que se disponen de 3 horas semanales, el proyecto se desarrollará durante dos semanas. Esta duración se considera provisional ya que es una propuesta experimental. El *feedback* que se obtendrá de los alumnos, desarrollado en el epígrafe «4.6. *Evaluación del proyecto*», tras la realización de esta propuesta dejará opiniones, observaciones y hechos que indicaran si es necesario aumentar o reducir su duración. El proyecto abarca muchas competencias básicas, específicas y saberes básicos del currículo por lo que durante este periodo no existe un cambio con relación a los contenidos curriculares, «simplemente» es necesario contextualizarlo y darle sentido dentro de la programación general.

⁵Debido a que el planteamiento no contempla un centro tipo desde el que se calcule el trayecto, se destina una hora para tener en cuenta a los centros más lejanos de la capital de la comunidad autónoma. En el hipotético caso que no fuera así y el centro perteneciera a la capital de Santander, dicho tiempo extra no se “modificaría”. Las jornadas educativas de este tipo siempre existen contratiempos y la puesta en marcha de trabajo no es la deseada al 100%. De ahí que prefiramos contar con tiempo extra que no que no se desarrollen actividades planificadas.

Es muy interesante, por no definirlo como necesario, que exista una relación y conocimiento del grupo por parte del profesorado. Tanto de la dinámica del grupo general, como de los alumnos de forma individual. Estos elementos ayudarán a la formación de grupos de trabajo y que el proyecto sea lo más beneficioso posible para el desarrollo técnico y personal de los protagonistas. Por tanto, lo ideal sería realizar el proyecto durante la etapa final del curso académico (2º o 3º trimestre).

4.4.3. Cuestiones organizativas

En este apartado trataremos los elementos relativos a la planificación de las salidas prácticas y el itinerario de guía de estas. No es una salida que requiera una planificación excesiva, ni si quiera que las condiciones meteorológicas sean favorables. Pues utilizando la terminología clásica de las ciencias biológicas la salida práctica es de «bata» y no de «bota».

El Hospital Universitario Marqués de Valdecilla tiene un acceso comodísimo por transporte público. Aunque se podría plantear y planear un transporte en autobús privado (en caso de situaciones geográficas complejas) e incluso público si el centro educativo pertenece a la capital. Es mucho más lógico, dado el gran abanico de horarios y la proximidad del hospital a la parada de tren «Valdecilla», usar el tren como medio de transporte público y común para cualquier centro que no esté en la capital. Además, en la actualidad el tren es un medio de transporte público financiado por el Gobierno de España, medida a la cual no podemos acoger para abaratar costes, aunque también existen bonos grupales a los cuales nos podemos acoger (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023).

Repitiendo información ya facilitada, el grupo de aula tipo sería de 25 alumnos. Por lo que lo ideal sería que fuesen 5 profesores. Generando una ratio de 5 alumnos por cada profesor. Entendiendo esta estrategia como buena, pero poco plausible, se posibilita la posibilidad de que exista un profesor por cada dos grupos. Las tres sesiones organizadas dentro del centro no tienen mayor dificultad organizativa de la cotidiana y la referenciada en los anteriores

apartados. Sin embargo, la salida al Hospital Universitario Marqués de Valdecilla por el alumnado y profesorado o UC por el profesorado sí. Por este motivo señalamos a través de Google Maps la ruta nº1, la cual une la parada de tren «Valdecilla» (punto al cual se entiende que se llega por tren desde «cualquier» punto Cantabria) y el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Esta ruta tiene la duración de unos 25 minutos y deben seguirla tanto los alumnos y como los profesores. Sin embargo, la ruta nº2 solo la deben seguir y en un día distinto y previo a la actividad los profesores. Esta segunda ruta tiene una duración de 24 minutos andando.

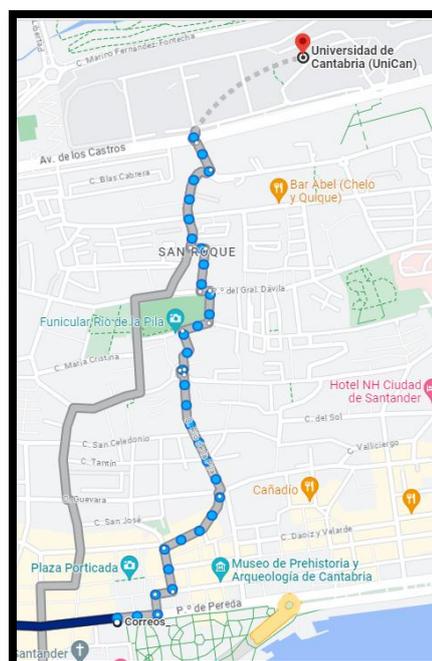
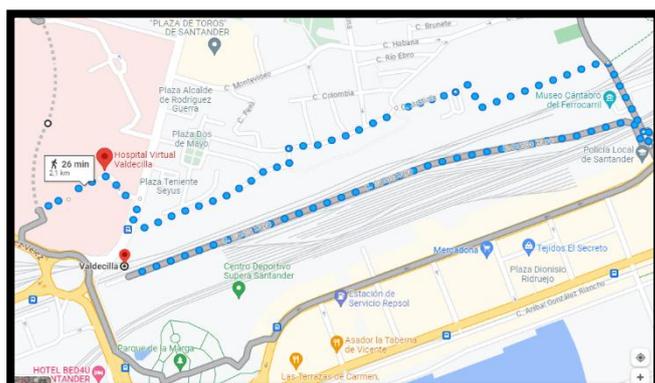


Ilustración 2. Ruta desde la estación de tren «Valdecilla» al Hospital Universitario Marqués deValdecilla (Google (s.f.)).

Ilustración 3. Ruta desde él la estación de tren (y autobuses) de Santander a la Universidad de Cantabria (Google (s.f.)).

A modo resumen, la temporalización de la salida se llevará a cabo de la siguiente manera. La jornada comenzará a la misma hora que cualquier otro día en el centro, a las 08:30, el tren saldrá de Torrelavega (ejemplo de un centro ubicado fuera de Santander) a las 08:51 y llegará a la parada de tren «Valdecilla» a las 09:15. A continuación, el grupo se dirigirá al hospital según la ruta nº1 llegando a la hora aproximada de las 09:45. Allí recibirán una breve

presentación *in situ* del proyecto y a las 10:00 comenzará el desarrollo de las actividades planificadas según el epígrafe anterior.

- a) El primer día durante casi las dos primeras horas estarán junto con el profesional encargado de la labor científica escogida y, consecutivamente, iniciaran la propuesta de mejora durante una hora y media. Para poder salir a las 13:10 de las instalaciones e ir al tren. El cual sale a las 13:39 y llega con un cuarto de adelanto respecto al final de la jornada educativa.
- b) El segundo día durante la primera hora y media finalizarán la propuesta y la transformarán en un poster científico. Posteriormente, y hasta la 13:10, llevaran a cabo su presentación oral y puesta en común de todas las propuestas de mejora ante los compañeros, profesores y directiva del proyecto. Para finalmente realizar la misma vuelta al centro que el día anterior.

Se aconsejará a los alumnos que lleven un bocado y/o fruta para media mañana. Además, se les rogará llevar calzado adecuado para caminar, pelo recogido y todo el material necesario para escribir, presentar la propuesta, tomar fotos y videos y poder realizar la actividad que ya conocerán perfectamente para ese punto de la propuesta educativa.

4.5. Evaluación del alumnado.

La evaluación del alumnado se fundamentará tanto en el resultado final del mismo, es decir, la propuesta de mejora y su presentación como en el proceso y actividades por las cuales se ha llegado a la meta. Por tanto, podemos afirmar que la evaluación será multidimensional, es decir, establecerá diversas fuentes de recogida de información. En cada caso se utilizarán rubricas realizadas específicamente para este fin.

Nos detenemos brevemente en esta introducción a definir la palabra calificación, pues en esta evaluación educativa se opta por una representación numérica del desempeño de cada estudiante. La calificación es un apartado

cualitativo o cuantitativo de la evaluación que avala, o no, la promoción de una persona respecto a un ítem. La calificación goza de gran relevancia social pues es la transformación entendible de apartados educativos más técnicos y tediosos. Por otro parte, podemos definir la evaluación como el proceso por medio del cual el profesorado busca y usa información procedente de diversas fuentes para llegar a un juicio de valor sobre el alumno, profesor o sistema de enseñanza en general o sobre alguna faceta particular del mismo. Etapa que tiene por fin comprobar de modo sistemático en qué medida se han logrado los resultados previstos en los objetivos que se hubieran especificado con antelación (Salarirche, 2015). Se entiende entonces que el objetivo de este apartado es definir y analizar de manera rigurosa y objetiva cómo, quién, a quién, cuándo y qué se va a evaluar

Una vez clarificados ambos conceptos continuamos con la explicación de la evaluación del alumnado. Como se refleja en la siguiente tabla la calificación constará de dos apartados: uno colectivo y otro individual. Aquí, sí tiene especial relevancia el profesorado pues es el encargado de anotar durante todas las actividades desarrolladas las observaciones que puedan generar y garantizar la evaluación más objetiva posible al final del proyecto.

CALIFICACIÓN DEL ALUMNO	NOTA DEL PROYECTO COLECTIVA (COMPARTIDA POR TODOS LOS MIEMBROS DEL GRUPO)	40%
	NOTA INDIVIDUAL (CADA ALUMNO TENDRÁ UNA CALIFICACIÓN DE ACUERDO CON SU ACTUACIÓN INDIVIDUAL)	60%

Tabla 3. La tabla muestra la ponderación final del alumno.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO GRUPAL			
CONTENIDOS	ORIGINALIDAD	CALIDAD Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN	EXPOSICIÓN DEL PROYECTO
<p>El proyecto que no se ajuste o no incluya los contenidos que se trataron durante la actividad será evaluado con una puntuación mínima de 1 o 2 puntos. Los proyectos que incluyan contenidos muy básicos y se pueda profundizar más en estos y en la investigación recibirán una calificación media (3 puntos). Un proyecto completo será aquel que profundice en los contenidos de manera significativa (siempre de acuerdo con el nivel académico de la actividad) y su calificación será máxima (de 4-5 puntos).</p>	<p>La investigación y más concretamente la innovación debe ser original por definición. El proyecto que no proporcione ideas innovadoras recibirá una puntuación mínima de 1 a 2 puntos. Los proyectos que utilicen al menos conceptos o métodos innovadores, incluso si no son propios, recibirán una calificación media de 3 puntos. Las ideas que sean completamente novedosas recibirán la nota más alta, es decir, 4 o 5 puntos.</p>	<p>En este apartado se evaluará el proceso de la investigación que desarrollen. Es decir, para obtener una calificación máxima de 5 puntos deben:</p> <ol style="list-style-type: none"> reflejar correctamente todas o algunas fases del método científico que han desarrollado. identificar correctamente en qué momento de la investigación general se encuentran. obtener conclusiones de mejora coherentes. <p>En la medida en que falte alguna o todas y cómo estén las anteriores especificaciones, las actividades desarrolladas por los alumnos optarán a una peor nota (1/2 puntos falte más de un apartado, un 3 en caso de que falte solo uno y el resto estén bien y un 4/5 en caso de que estén perfectas. Dando especial importancia a las conclusiones).</p>	<p>La valoración de este apartado se traduce en la exposición oral tanto de la propuesta de mejora como de los videos de la actividad «cazadores de bulos» y se podría traducir como su apartado divulgativo.</p> <p>La calificación mínima se otorgará a una presentación/video que carezca de claridad en las ideas, mala distribución del tiempo o faltas significativas en el diseño de las diapositivas (1-2 puntos). Si las ideas se transmiten de manera más o menos clara, pero algunos de los otros aspectos requieren una mejora mínima, se otorgará una calificación media (3 puntos). Se otorgará una puntuación máxima a una exposición clara, en la que todos los elementos se hayan trabajado correctamente sin apenas fallos (4-5 puntos).</p>
PUNTUACIÓN (1-5 PUNTOS)			

Tabla 4. En la anterior tabla se presenta la rúbrica con la que se evaluará el proyecto grupal. Siendo los elementos evaluados: el contenido, la originalidad, el proceso investigador y la exposición o divulgación del proyecto. La calificación obtenida será compartida por todos los componentes del grupo. Siendo la nota mínima 1 y la máxima 5.

Por medio de una segunda rubrica, la cual se refleja a continuación, la evaluación se completará a través de una calificación individual de cada estudiante. La siguiente rúbrica muestra diferentes elementos sobre el modo de actuar que tiene al desenvolverse el estudiante en diferentes períodos de la actividad. Estos elementos evalúan cualidades y destrezas como: las relaciones interpersonales, interpersonales y de trabajo en equipo, la capacidad de resolución de problemas planteados durante el proyecto, la calidad de la innovación presentada, la claridad en la presentación de la investigación (contando así con una calificación grupal y otra individual), el criterio y pensamiento crítico en la búsqueda de información y otras que el profesorado considere de interés.

EVALUACIÓN INDIVIDUAL DEL ALUMNADO			
PLANIFICACIÓN	BUSQUEDA DE INFORMACIÓN	PENSAMIENTO CRITICO Y ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	APLICACIÓN Y RELACIÓN DE CONOCIMIENTO
Se evaluará la capacidad de elaborar y establecer entre iguales un plan de actuación conforme a la actividad que deben desarrollar.	Este apartado evaluará su capacidad para buscar información contrastable, veraz y relevante para su investigación.	La capacidad de recopilar datos y resultados necesarios para su investigación, la cual está muy relacionada con la anterior, y su posterior análisis para analizar resultados y conclusiones es fundamental.	Durante la propuesta, se evaluará la capacidad de relacionar ideas con los temas a investigar.
En caso de que no exista o sea una organización mínima la nota también será la mínima posible (1-2 puntos).	Los estudiantes que denoten no conocer o no saber usar las herramientas para acceder a información de su interés recibirán una calificación mínima (1-2 puntos).	Los estudiantes que dominen tanto el análisis como la interpretación de los datos, información técnica y/o resultados para la obtención de conclusiones obtendrán una calificación positiva (4 puntos).	Los estudiantes recibirán una calificación mínima si se limitan a realizar la investigación y no intentan aplicar sus conocimientos propios o ajenos de la mejor manera que puedan (1-2).
En caso de que exista una planificación previa, pero no se tenga en cuenta las fases y labores designadas se considera como una nota intermedia (3	Aquellos estudiantes que obtienen la información utilizando las herramientas adecuadas, pero no realizan un contraste y, por lo	Dicha capacidad de interpretación viene precedida en gran parte de entender la estructura, elementos y unidades de una gráfica o una tabla. Sin este requisito es muy difícil comprender la información que se quiere transmitir.	La calificación en esta sección (3-5 puntos) dependerá de la capacidad de cada estudiante para aplicar los conocimientos previos de la materia y los aportados en este contexto, de investigación. El estudiante obtendrá también una mejor calificación según la calidad y cantidad de

<p>puntos).</p> <p>La realización y seguimiento de una planificación y labores adecuadas y ordenadas cronológicamente se calificará con la mayor puntuación posible(4-5 puntos).</p>	<p>tanto, no verifiquen la información obtenida recibirán una nota media (3puntos).</p> <p>Se les otorgará la mejor calificación posible si manejan correctamente las herramientas y contrastan las fuentes utilizadas.</p>	<p>Incluso, para obtener la mejor calificación posible en este ítem (5puntos), se exige al alumno captar una finalidad o intencionalidad subjetiva en la forma de exponer los resultados y/o conclusiones (la ciencia es objetiva, somos nosotros los que la malinterpretamos al expresarla o entenderla).</p> <p>Si se presentan obstáculos en alguna de las destrezas explicadas, se les puntuará de acuerdo con la gravedad de los problemas que conlleve. Así, el estudiante que tiene problemas para analizar las conclusiones o resultados recibirá una calificación media (3 puntos). Solo se otorgará una calificación mínima (1-2 puntos) si la interpretación básica de los datos, conceptos, unidades del sistema internacional, estructura de las tablas y/o graficas es errónea y/o si no se muestra interés en el pensamiento crítico.</p>	<p>artículos y conocimientos previos que sea capaz de integrar en la investigación de manera coherente. Originando nuevas comparaciones y posibles y nuevas causas y/o conclusiones,</p>
PUNTUACIÓN (1-5)			

EVALUACIÓN INDIVIDUAL DEL ALUMNADO		
TRABAJO EN EQUIPO Y PARTICIPACIÓN	CREATIVIDAD E INNOVACIÓN	CLARIDAD EN LA TRANSMISIÓN DE IDEAS
<p>La participación y la capacidad de trabajar en equipo se evalúan. Aquellos estudiantes que demuestren la capacidad de acatar las órdenes de los miembros de su grupo o de liderar cuando sea necesario y tener una</p>	<p>Se juzgará la capacidad de aportar ideas novedosas al grupo al proceso de investigación. Aquellos alumnos que muestren creatividad lleven a cabo metodologías</p>	<p>La capacidad de transmitir ideas de manera entendible durante la investigación mientras se discute con los compañeros y/o durante la presentación del proyecto al resto de la clase se evaluará según este apartado. Los educandos que hablen de forma clara y consigan</p>

<p>participación muy activa recibirán la nota máxima (4-5 puntos). Los estudiantes que trabajen bien en grupo, pero no participen activamente tendrán una nota media (3 puntos), mientras que los estudiantes que tengan problemas para trabajar en equipo no respeten las ideas de sus compañeros o tengan una participación escasa o nula tendrán una nota mínima (1-2 puntos). Poniendo especial atención en detectar actitudes no igualitarias y valores con sesgo de género.</p>	<p>innovadoras de manera repetida en su grupo, obtendrán la máxima calificación en este ítem (4-5 puntos). Los estudiantes que expresen un grado de participación nulo, es decir, no tengan interés en reflexionar y aportar su punto de vista tendrán una puntuación mínima (1-2). El término medio entre estos dos ejemplos alcanzará una puntuación intermedia (3 puntos).</p>	<p>que sus receptores comprendan el mensaje que se quiera transmitir recibirán la puntuación máxima (4-5 puntos). Los educandos que transmitan claramente las ideas durante la exposición, pero tengan dificultades para discutir las o expresarlas de otra manera con los miembros del grupo sobre las ideas de la investigación recibirán una nota intermedia (3 puntos). Los alumnos que no transmitan correctamente el mensaje durante la exposición, ya sea porque transmiten información errónea, no hablen con claridad o tengan problemas para conversar con sus compañeros de clase obtendrán la calificación mínima (1-2 puntos).</p>
PUNTUACIÓN (1-5)		

Tabla 5. En esta tabla se desarrolla la rúbrica según la cual se realizará la evaluación individual de cada alumno. Al igual que en la primera rúbrica cada apartado se evaluará del 1 al 5, siendo 1 la calificación mínima y 5 la calificación máxima en cada apartado.

4.6. Evaluación del proyecto

Evaluar a los alumnos es una idea que es indiscutible en el mundo educativo. Además, se conoce el cómo, el quién, el cuándo y el motivo de mejora educativa que existe detrás de este hecho. Sin embargo, la evaluación de las propias actividades o del profesorado no está tan extendida. En este epígrafe se muestra una manera de evaluar el proyecto elaborado mediante afirmaciones. Dichas afirmaciones desarrollan las metas educativas que tenía por objetivo el proyecto y que, a través de un *feedback* del alumnado, elemento central de la propuesta, se valore sus objeciones para así poder optimizarlo y obtener una versión mejorada.

La lista de afirmaciones sería la siguiente:

Valora del 1 al 5 las siguientes afirmaciones según el grado de conformidad que tengas respecto a ellas. Siendo 1 la mínima puntuación, es decir, nada de acuerdo, y 5 la máxima puntuación, es decir, totalmente de acuerdo.

- *A través de este proyecto conozco mejor la realidad científica de un laboratorio y de un proyecto de investigación.*
- *Me siento menos alejado de la ciencia y siento que no es tan compleja como pensaba.*
- *Mi aprendizaje es más eficaz y real por medio de este tipo de actividades.*
- *Pienso que, si tuviéramos mayor grado de libertad a la hora de elegir y realizar una actividad o proyecto, mi aprendizaje sería mejor o, al menos, estaría más motivado que cuando es dirigido exclusivamente por el profesorado.*
- *Me gusta y he aprendido a trabajar en equipo y opino que deberíamos realizar más actividades de este tipo para mejorar esta destreza.*
- *Creo que la duración del proyecto ha sido la apropiada.*
- *Los temas ofertados en un principio por el profesorado han sido de mi interés.*
- *He notado que el profesor me ha dado libertad de elección y que ha sabido guiarme cuando lo necesitaba.*
- *Durante este proyecto he sentido al profesor como uno más, es decir, me he sentido escuchado y valorado.*
- *Los materiales y actividades científico-técnicas me han parecido adecuadas y útiles.*

El último apartado de esta evaluación consiste en que exprese abiertamente respecto a las anteriores afirmaciones (papel del alumno, papel del docente, actividades llevadas a cabo...) o cualquier otro tema relativo al proyecto, objeciones positivas o negativas que nos sirvan para mejorarlo:



4.7. Conclusiones del proyecto

En primer lugar, el fenómeno más elemental que he obtenido al realizar una propuesta didáctica con perspectiva de género vinculada a un proyecto científico es vincular elementos científicos a la educación y viceversa. El proyecto científico, *leaky pipeline*, el alumno investigador, etcétera son elementos que tienen mucho sentido solos, pero que interrelacionados argumentan un proceso de aprendizaje mucho más sólido. De hecho, al unirse originan de manera espontánea un pensamiento crítico más elaborado que genera a su vez una perspectiva más completa de un problema que parece inabarcable.

En segundo lugar, destaco que a través de este tipo de actividades se refuerzan destrezas, competencias y habilidades que el currículo contempla, pero no ejecuta correctamente. El trabajo en equipo, la comunicación asertiva o enfrentarse a problemas complejos son cuestiones que todos reconocemos como esenciales, pero que no trabajamos a diario.

En tercer lugar, concluyo cual ha sido el motivo que me ha llevado a utilizar tanto y principalmente el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Este documento, desde mi punto de vista, es el que mejor reflejaba el nuevo cambio de ley competencial respecto a la asignatura de «Biología y Geología»y, además, al ser un documento autonómico podemos definirlo como el punto intermedio entre el documento nacional denominado «Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación» y cualquier proyecto educativo de centro (PEC).

En cuarto lugar, y volviendo a uno de los términos ya mencionados, destaco el papel que desempeña «el alumno como investigador». Este elemento es sustancialmente provechoso en cualquier metodología educativa pues como ya sabemos dota de autonomía e importancia al alumnado de manera real, pero no se queda ahí. Como hemos visto a lo largo de la propuesta educativa, los elementos educativos no son estancos y «el alumno como investigador» es un buen ejemplo de cómo estas herramientas funcionan como un cable que une y dota de sentido, fuerza y dirección a todos los demás. El nuevo abanico de posibilidades educativas que se abre ante nosotros es inmenso, ya que responde por definición a la individualidad del sujeto. Desvinculándose de métodos tradicionales donde la comunicación entre los sujetos activos, la adquisición de competencias y la motivación del alumnado y profesorado estaban en un segundo plano. Acabo este punto redefiniendo uno de los términos que ha definido esta propuesta «el alumno como investigador» a «el profesor como investigador». El motivo desde mi punto de vista está claro. El profesor, aunque se le presupone esta labor como propia y tiene más libertad de elección y acción que el alumnado, también necesita ser escuchado y estar motivado para afrontar de la mejor manera su responsabilidad docente.

Finalmente, y, en quinto lugar, desarrollo una conclusión sobre el tema central y más importante durante esta propuesta, la ciencia con perspectiva de género. Según el conjunto de referencias utilizadas las mujeres han sido, son y serán un

elemento fundamental, olvidado y segregado a parte iguales en el contexto científico. Aunque en el mundo educativo o en de las ciencias biomédicas su desempeño sea claro no quiere decir que su figura lo sea tanto. En pleno siglo XXI seguimos negando lo que la evidencia científica demuestra con datos. La igualdad y/o equidad formal de la mujer no se traslada a la cotidianeidad científica o educativa.

5. Bibliografía

- Barona, J. L. (2012). Mujeres y ciencia. *Métode*, 76, 51-55.
- Buckler, C., y Creech, H. (2014). *Shaping the future, we want: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report*. UNESCO.
- Bucknall, S. (2018). *El alumnado de Primaria como investigador: Elección, voz y participación*. Morata.
- Calvo, A. y Susinos, T. (2010). Prácticas de investigación que escuchan la voz del alumnado: mejorar la universidad indagando la experiencia. *Revista Profesorado*, 14 (3), 75-88
- Castán, Y. (2014). Introducción al método científico y sus etapas. *Metodología en Salud Pública España*, 6(3).
- Ceci, S. J., y Williams, W. M. (2011). Understanding current causes of women's underrepresentation in science. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 108(8), 3157-3162.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., y Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more genderbalanced than others? *Psychological bulletin*, 143(1), 1.
- Consejería de Educación, Cultura y Deporte de Cantabria. (2017). *Plan para la mejora de la cultura y Alfabetización Científica*. Recuperado de: <https://www.educantabria.es/planes/alfabetizacion-y-cultura-cientifica.html>
- Cronin, C., y Roger, A. (1999). Theorizing progress: Women in science, engineering, and technology in higher education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(6), 637-661.
- Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Boletín Oficial de Cantabria, 151, de 5 de agosto de

2022.

Recuperado

de:

<https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=374886>

Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. *Compendio Santillana*.

García, B. (2021). *Guía para la elaboración de Procedimientos Normalizados de Trabajo en la empresa* (Universidad Politécnica de Valencia). RiuNet. Recuperado de: <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/165995>

Glusac, M. (22 agosto de 2019). 14 descubrimientos realizados por mujeres que fueron atribuidos erróneamente a hombres y que probablemente no conocías. *Insider*. Recuperado de: <https://www.businessinsider.es/14-descubrimientos-cambiaron-mundo-realizados-mujeres-478517>

González-Duarte, R. (2007). Rosalind Franklin: una vocación científica inquebrantable. *Quaderns de la Fundació Dr. Antoni Esteve*.

González Ramos, A. M., y Benavente, B. R. (2017). Excelencia en la ciencia: una reflexión crítica afirmativa. *Cuadernos de Pesquisa*, 47, 1372-1394.

González, S.C. (2021). Educación sexual con enfoque de género en el currículo de la educación obligatoria en España: avances y situación actual. *Educatio siglo XXI*, 39(1), 281-304.

Google (s.f.). [Indicaciones de Google Maps para caminar de la estación de tren "Valdecilla", Santander, al Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander]. Recuperado el 30 de marzo de 2023.

Google (s.f.). [Indicaciones de Google Maps para caminar de la estación de tren "Santander", 39008 Santander, a la Universidad de Cantabria, Santander]. Recuperado el 30 de marzo de 2023.

Guillaume, C., y Pochic, S. (2009). What would you sacrifice? Access to top management and the work–life balance. *Gender, Work & Organization*, 16(1), 4-36.

Gutiérrez, J., Benayas, J., y Calvo, S. (2006). Educación para el desarrollo sostenible: evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. *Revista Iberoamericana de educación*, 40(1), 25-60.

Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2) en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación. (3 de marzo de 2023). *Proyecto de divulgación del instituto agroalimentario de Aragón*.

<https://alimentandolaciencia.es/cucharadas-de-evidencia/>

Kanny, M. A., Sax, L. J., y Riggers-Piehl, T. A. (2014). Investigating forty years of STEM research: How explanations for the gender gap have evolved over time. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(2).

Lenin, V. I. (1965). El día internacional de las obreras. *Pravda*, 51, 161-163.

Ministerio de Ciencia e Innovación. (2021a). *Científicas en cifras*. Recuperado de: <https://cpage.mpr.gob.es/producto/cientificas-en-cifras-2021-2/>

Ministerio de Ciencia e Innovación. (2021b). *Estudio sobre la situación de las jóvenes investigadoras en España*. Recuperado de: <https://cpage.mpr.gob.es/producto/estudio-sobre-la-situacion-de-las-jovenes-investigadoras-en-espana/>

Ministerio de Ciencia e Innovación. (2023). *Científicas en cifras*. Recuperado de: <https://cpage.mpr.gob.es/producto/cientificas-en-cifras-2023/>

Ministerio de educación y formación de profesional (MEFP). (2021). *Igualdad en cifras MEFP 2021, Aulas por la igualdad*. Recuperado de: <https://cpage.mpr.gob.es/producto/igualdad-en-cifras/>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España. (29 de Marzo de 2023). *Descuentos en transporte público colectivo durante 2023*. Recuperado de: <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/campanas-de-publicidad-acciones-de-comunicacion-y-otros-eventos/descuentos-transporte-publico-2023>

Oficina de Comunicación, Gobierno de Cantabria. (9 de marzo, 2023). *Valdecilla se sitúa entre los 250 mejores hospitales del mundo en el ranking 'Word Best Hospitals 2023'*. Recuperado de: <https://www.cantabria.es/web/comunicados/w/valdecilla-se-sit%C3%BAa-entre-los-250-mejores-hospitales-del-mundo-en-el-ranking-apos-word-best-hospitals-2023-apos->

Papalia, D. (2019). *Psicología del desarrollo: de la infancia a la adolescencia* (11ªed). McGraw Hill México.

Pérez, S. (12 de Julio de 2022). Google exec suggests Instagram and TikTok are eating into Google's core products, Search and Maps. *Techcrunch*. Recuperado de: <https://techcrunch.com/2022/07/12/google-exec-suggests-instagram-and-tiktok-are-eating-into-googles-core-products-search-and-maps/>

"14.000 personas trabajan en el sector sanitario en Cantabria". (31 de marzo de 2021). *El Faradio*. Recuperado de: <https://www.elfaradio.com/2021/03/31/14-000-personas-trabajan-en-el-sector-sanitario-en-cantabria/>

Potvin, D. A., Burdfield-Steel, E., Potvin, J. M., yHeap, S. M. (2018). Diversity begets diversity: a global perspective on gender equality in scientific society leadership. *PloSone*, 13(5).

Rees, T. (2001). Mainstreaming gender equality in science in the European Union: The 'ETAN report.' *Gender and education*, 13(3), 243-260.

Resmini, M. (2016). The 'leaky pipeline'. *Chemistry—A European Journal*, 22(11), 3533-3534.

Rojas, S., Haya, I., y Lázaro S. (2012). La voz del alumnado en la mejora escolar: niños y niñas como investigadores en Educación Primaria. *Revista de Educación*, (359), 81-101.

Rossi, A. S. (1965). Women in science: Why so few? Social and psychological influences restrict women's choice and pursuit of careers in science. *Science*, 148(3674), 1196-1202.

Rudduck, J., y Flutter, J. (2004). *How to improve your school*. Bloomsbury Publishing.

Salarirche, N. A. (2015). Evaluación versus calificación. *Aula de encuentro*, 17(2).

Sempere, J., Zorrilla, A., y Vázquez, C. (2019). Transmisión del problema de la resistencia a los antibióticos a dos niveles educativos en el contexto del proyecto SWI Micromundo: evaluación por Socrative. *Aula, Museos y Colecciones de Ciencias Naturales*, (6), 177-184. Recuperado de: <http://www.rsehn.es/publicaciones-aula/art454>

Susinos T. (2012). Las posibilidades de la voz del alumnado para el cambio y la mejora educativa. *Revista de Educación*, (359), 16-23.

Susinos, T., y Ceballos, N. (2012). Voz del alumnado y presencia participativa en la vida escolar. Apuntes para una cartografía de la voz del alumnado en la mejora educativa. *Revista de Educación* (359).

Susinos, T., Ceballos, N., Saiz-Linares, A., y Ruiz-López, J. (2019). ¿Es la participación inclusiva el unicornio en la escuela? Resultados de una investigación sobre la voz del alumnado en centros de educación obligatoria. *Publicaciones*, 49 (3), 57–78. Recuperado de: <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v49i3.11404>

Tarín, A., Suay, B., Marco, E., Galiana, C., Bueso, J. I., & Pérez, M. T. (2022). Evaluation of knowledge about antibiotics and engagement with a research experience on antimicrobial resistance between pre-university and university students for five school years (2017-2021). *Frontiers in Microbiology*.

Teixeira, R., & García, M. R. (2009). Procedimientos normalizados de trabajo/Standard Work Methods. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 3(2), 35.

Valderrama, M.J., González-Zorn, B., Calvo de Pablo, P., Díez-Orejas R., Fernández-Acero, T., Gil-Serna, J., Lucía de, J., Martín, H., Molina,

M., Navarro, F., Patiño, B., Pla, J., Prieto, D., Rodríguez, C., Román, E., Sanz, A. B., Silóniz, M. I., Suárez, M., Vázquez, C., y Jiménez-Cid, V. (2018). Educating in antimicrobial resistance awareness: adaptation of the Small World Initiative program to service learning. *FEMS Microbiology Letters*.

Vázquez-Cupeiro, S. (2015). Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos. *Convergencia*, 22(68), 177-202.