



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS,  
SOCIALES Y DE LA EDUCACIÓN

GIZA, GIZARTE ETA HEZKUNTZA  
ZIENTZIEN FAKULTATEA

MÁSTER UNIVERSITARIO DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

UNIBERTSITATE MASTERRA BIGARREN HEZKUNTZAKO IRAKASLETZAN

# EDUCACIÓN STEM Y ESTEREOTIPOS DE GÉNERO: ANÁLISIS DE LA VISIÓN DEL PROFESORADO

Trabajo de Fin de Máster  
Especialidad Biología y Geología  
Curso 2021/2022

**Autora:** Elena Echavarri Redondo

**Tutora:** Maria Napal Fraile



*Collage de Txus Redondo, 2022*

### ***Agradecimientos***

Realizar este proyecto no habría sido posible sin el apoyo de todos los que me han acompañado y aconsejado en el ámbito académico y personal. Me gustaría agradecer al profesorado y alumnado que ha colaborado en este estudio, por participar en este trabajo y darme la oportunidad de aprender y trabajar en un ambiente excelente. También quiero agradecer al Servicio de Investigación de la Universidad Pública de Navarra y al grupo KIMUA del instituto de investigación I-COMMUNITAS por introducirme en el mundo de la investigación educativa. Finalmente, la tutora de este proyecto, Maria Napal Fraile, merece un reconocimiento especial por guiarme, supervisarme y aconsejarme durante todo este proceso.

## RESUMEN

La educación STEM es un marco educativo que defiende el aprendizaje integrado de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para promover la alfabetización científico-tecnológica de todo el alumnado. Sin embargo, los datos demuestran que la educación en ciencia y tecnología no llega de igual manera a alumnas y alumnos. Uno de los causantes de las diferencias de género en el mundo STEM podría ser la transmisión de estereotipos de género por parte del profesorado. Por ello, en el presente trabajo se han analizado las perspectivas sobre la educación STEM y las diferencias de género presentes en estas áreas de un grupo de docentes de Educación Secundaria. Para ello, se ha diseñado e implantado una actividad STEM relacionada con la astronomía en 1ºESO, y se han llevado a cabo investigaciones como: observaciones de las conductas de alumnado y profesorado y entrevistas semi-estructuradas con varios docentes de Biología y Geología. Los resultados parecen indicar que la actividad STEM preparada permite el aprendizaje de contenidos curriculares y competenciales, pero aun y todo la mayor parte del profesorado se muestra desconfiado ante los beneficios de la educación STEM. Además, las observaciones y las entrevistas sugieren la presencia de estereotipos de género en el aula de ciencias, a pesar de que la mayoría de los docentes aseguren un clima de igualdad. Este trabajo deja a la luz la necesidad de investigar sobre el alcance de la educación STEM y concienciar al profesorado de su papel activo en las cuestiones de género.

**Palabras clave:** STEM, astronomía, estereotipos de género, perspectivas del profesorado, investigación educativa.

## **ABSTRACT**

STEM education is an educational framework that defends the integrated learning of science, technology, engineering and mathematics to promote scientific-technological literacy for all students. However, data show that education in science and technology does not reach male and female students in the same way. One of the causes of gender differences in the STEM world could be the transmission of gender stereotypes by educators. For this reason, in this paper we have analyzed the perspectives on STEM education and the gender differences present in these areas of a group of secondary school teachers. To do this, a STEM activity related to astronomy has been designed and implemented in the first course of Secondary Education, and some research have been carried out such as: observations of the behavior of students and teachers and semi-structured interviews with several Biology and Geology teachers. Results seem to indicate that the prepared STEM activity allows the learning of curricular content and skills, but even so, most of the teachers are distrustful of the benefits of STEM education. In addition, the observations and interviews suggest the presence of gender stereotypes in the science classroom, despite the fact that most educators ensure a climate of equality. This work highlights the need to investigate the scope of STEM education and make teachers aware of their active role in gender issues.

**Keywords:** STEM, astronomy, gender stereotypes, teacher perspectives, educational research.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Educación STEM.....	6
1.1.1. Necesidad de una educación integrada de las ciencias.....	6
1.1.2. Qué es STEM.....	7
1.1.3. Objetivos STEM.....	9
1.1.4. Género y STEM.....	10
1.2. Astronomía.....	11
1.2.1. Antecedentes.....	11
1.2.2. Astronomía como STEM.....	12
1.2.3. Por qué astronomía.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
3.1. Contexto y participantes.....	13
3.2. Intervención.....	14
3.2.1. Descripción de la actividad.....	15
3.2.2. Implementación de la actividad en el aula.....	18
3.3. Instrumentos de investigación.....	19
3.3.1. Observaciones en el aula.....	19
3.3.2. Entrevistas con el profesorado.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Resultados de la actividad “Misión Espacial STEM” .....	23
4.2. Resultados de las observaciones en el aula.....	25
4.2.1. Resultados de la observación al alumnado durante la realización de la actividad “Misión Espacial STEM” .....	25
4.2.2. Resultados de la observación al profesorado en sesiones de Biología y Geología.....	27
4.3. Resultados de las entrevistas con el profesorado.....	29
4.3.1. Resultados de las entrevistas iniciales.....	29
4.3.2. Resultados de las entrevistas finales.....	31
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	38

## INTRODUCCIÓN

Se podría decir que la ciencia y la tecnología son algunas de las causas y de las soluciones de los problemas de la sociedad actual. Hecho que se confirma tras los últimos acontecimientos relacionados, por ejemplo, con la pandemia del COVID-19: las noticias falsas, los movimientos negacionistas, los antivacunas, la integración de la inmunología en el día a día, las reuniones con familiares y amigos a través de videollamadas... han sacado a la luz la necesidad de estar mínimamente alfabetizado en las áreas científico-tecnológicas para poder participar en la sociedad. Por ello, hay que asegurar que la educación STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) esté presente desde las edades más tempranas de la educación hasta los ciclos superiores. La alfabetización ciudadana en STEM permitirá formar ciudadanos competentes, con voz propia, capaz de ver con ojos críticos problemas interdisciplinarios y resolverlos con creatividad.

Pero es importante que la educación STEM llegue a todo el alumnado, incluyendo a aquel con problemas socioeconómicos y a las mujeres. No podemos permitir que más de la mitad de la sociedad se aleje de la ciencia y la tecnología, como está pasando actualmente: un estudio realizado por la UNESCO indica que sólo el 30% de las investigadoras científicas son mujeres (Beede et al., 2013). La baja presencia de mujeres en las áreas STEM está provocada por diversas causas, pero este trabajo se va a centrar en estudiar una de ellas: la perspectiva de género del profesorado de Educación Secundaria en las áreas STEM. La actitud del docente de secundaria hacia su alumnado y los estereotipos de género interiorizados podrían estar transmitiéndose a las y los estudiantes, afectando así a sus gustos, ambiciones y elecciones acerca de las áreas STEM. Existen numerosos estudios que han investigado las actitudes, preferencias y emociones del alumnado de Educación Secundaria ante las ciencias, en función de su género (Sadler et al., 2012; Wang et al., 2013; Watt, 2004). Sin embargo, son más escasos los estudios cualitativos sobre las perspectivas del profesorado: el grado en que perciben diferencias en comportamiento y aprendizaje entre chicos y chicas en relación con sus métodos docentes, su responsabilidad en solucionarlo y la existencia de recursos propios para afrontarlo.

Es por ello que en este trabajo se plantea la investigación de un estudio de caso, que permita analizar de modo exhaustivo y caracterizar en profundidad la visión de un número reducido de docentes de Educación Secundaria, en el contexto de diseño, implementación y evaluación de una actividad STEM. Para ello, se realizarán actividades de investigación tales como observaciones de las conductas del alumnado y profesorado y entrevistas con varios docentes de Educación Secundaria.

En este caso, la actividad STEM consistirá en el diseño de una misión espacial que

permita trabajar algunos contenidos de la astronomía de Biología y Geología de 1º ESO. La astronomía es la ciencia que estudia los astros, sus movimientos y las leyes que los manejan. Pero para comprender correctamente los fenómenos astronómicos se necesitan conocimientos transversales sobre biología, física y matemáticas, entre otras. Esto hace que la astronomía sea idónea para trabajarla a través de actividades STEM. Por eso, en este trabajo se ha diseñado una actividad en la que el alumnado de 1º ESO debe diseñar su propio viaje espacial aplicando conocimientos interdisciplinarios y herramientas digitales tales como simuladores online y la aplicación de programación básica Scratch. Tal como se ha explicado, esta actividad servirá de excusa para realizar una investigación acerca de las perspectivas del profesorado sobre la educación STEM y las diferencias de género del alumnado en estas áreas.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Educación STEM**

#### ***1.1.1. Necesidad de una educación integrada de las ciencias***

Para afrontar los retos de la sociedad del siglo XXI se necesitan ciudadanos activos y competentes en áreas como la ciencia y la tecnología, sin olvidar los valores sociales y éticos. A pesar de la gran necesidad de trabajar estas áreas en la educación para afrontar los grandes problemas del futuro, varios informes indican que el interés del alumnado por las materias y carreras científico-tecnológicas ha disminuido notablemente (COSCE, 2011), señalando dos posibles causas (Rocard et al., 2007): en primer lugar, las desigualdades socioeconómicas y los roles de género, y en segundo lugar, la falta de contextualización y actualidad de la ciencia trabajada en la Educación Secundaria. Es decir, la mala distribución de recursos en la educación, los estereotipos de género y la desconexión de los contenidos trabajados en el aula con la ciencia del mundo real podrían estar alejando a gran parte del alumnado de la ciencia y de la tecnología. Esto supone un gran problema para esta parte del alumnado, ya que hoy en día la alfabetización científica y tecnológica es una cualidad vital para poder ser un ciudadano competente y conectado con la sociedad. El desarrollo de estas competencias es totalmente necesario para comunicarse, informarse, trabajar... por lo que, es necesario hacerlas llegar a todas y todos sin discriminación (Rocard et al., 2007). En definitiva, es necesario optar por una educación de ciencias transversal, que permita formar una ciudadanía crítica, resolutive e involucrada con los problemas de la sociedad desde las primeras etapas de la educación.

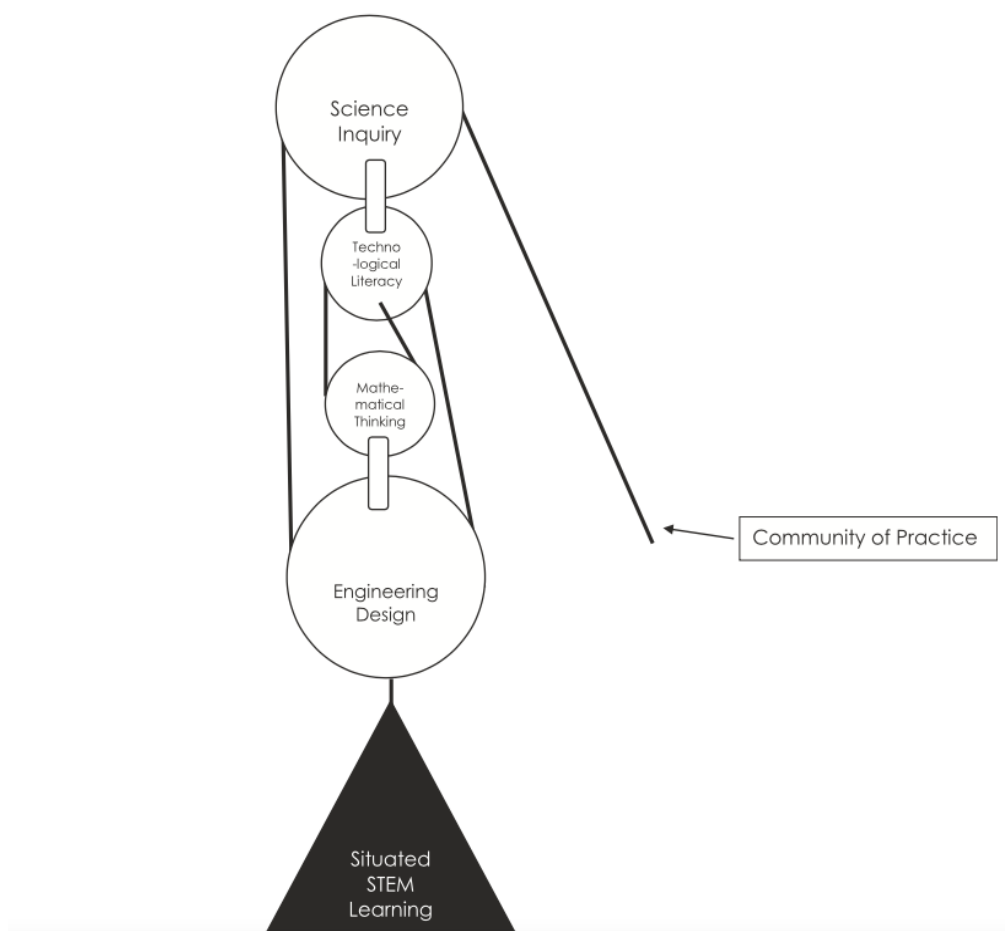
En esta línea nace la educación STEM, un amplio abanico de metodologías que promueven el aprendizaje integrado de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas y que busca que el alumnado piense como ingenieras/os, científicas/os o investigadoras/os para hacer

frente a problemas multidisciplinares. El enfoque STEM en la educación busca el progreso económico y social a través de la alfabetización ciudadana en el ámbito científico-tecnológico (Couso, 2017). Estar alfabetizado en las áreas STEM es adquirir habilidades para detectar y abordar de manera diversa problemas (Vanegas, 2021) como el cambio climático, la falta de recursos energéticos o del agua, el acceso a la salud a nivel mundial...

### **1.1.2. Qué es STEM**

Es fácil reconocer que el acrónimo STEM hace referencia a Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por sus siglas en inglés (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Estudiar de manera conjunta estas áreas aporta grandes beneficios (Kelley & Knowles, 2016): trabajar la ciencia en un contexto real permite al alumnado se haga preguntas y transfiera sus conocimientos a situaciones auténticas, además de potenciar la curiosidad, la mente abierta y el pensamiento crítico (Couso, 2017). Además, con estas prácticas la tecnología es mucho más que una simple herramienta: es un bloque de conocimientos, aptitudes y prácticas que además de dar contexto y soporte a las demás áreas trabajadas permiten el desarrollo de competencias importantes como la tecnológica y el pensamiento computacional, entre otros. Con la ingeniería ocurre lo mismo: el contexto y las fases típicas de la creación de un proyecto de ingeniería obligan al alumnado a utilizar sus conocimientos matemáticos y científicos para tomar decisiones, resolver problemas prácticos y crear soluciones creativas. Finalmente, las prácticas STEM permiten que los estudiantes vean la utilidad real que tienen las matemáticas en su día a día, aumentando su entendimiento, la motivación y el desarrollo del pensamiento matemático (Kelley & Knowles, 2016). Algunos autores sugieren el modelo de las poleas para comprender mejor la educación STEM (Figura 1) (Kelley & Knowles, 2016): las prácticas STEM deben considerarse como un sistema de cuatro poleas conectadas por una cuerda, que trabajan conjuntamente para poder levantar fácilmente una carga. Es decir, esta imagen representa el aprendizaje integrado de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, unidas por una misma práctica que debe tirar de ellas para garantizar la superación del reto y la integridad del sistema.





**Figura 1:** gráfico que ejemplifica el aprendizaje integrado de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la educación STEM a través de un sistema de poleas (Kelley & Knowles, 2016).

Sin embargo, hay que recalcar que no es necesario trabajar las cuatro áreas mencionadas en cada práctica STEM. Sino que, conviene reconocer los nexos entre ellas y la utilidad que tiene conectar varias materias cuando realmente se necesita (Kelley & Knowles, 2016). En relación con esto, un estudio que analiza distintos proyectos STEM indica que aquellos con mayor interdisciplinariedad son aquellos que menos desarrollan los contenidos de las áreas implicadas además de no mejorar el contexto de la práctica (Domènech-Casal et al., 2019). Por esto, es importante que la integración STEM se haga siguiendo una estrategia coherente de implementación para realizar una práctica que realmente necesite y se beneficie de conectar ideas de distintas materias.

Debido a todo lo mencionado anteriormente, definir el término STEM puede ser complicado y es común encontrarlo bajo distintos significados. Algunos autores definen la educación STEM como la enseñanza de contenidos científicos y tecnológicos en contextos auténticos con el objetivo de conectar y motivar al alumnado con estas materias (Kelley & Knowles, 2016). En otras ocasiones podemos encontrar el término STEAM donde se incluye la

“A” de artes tanto en el sentido más estricto de la pintura o la escultura, como en el sentido amplio de la filosofía o la lengua (Domènech-Casal, 2019). A pesar de los distintos enfoques que se le puede dar al término todos los autores coinciden en que la educación STEM o STEAM se basa en utilizar conocimientos científico-matemáticos en contextos de ingeniería o tecnología para diseñar soluciones prácticas y creativas a ciertos retos.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la educación STEM no hace referencia a ninguna metodología exacta, sino que es un amplio abanico que cobija diversos marcos educativos. Es decir, hay numerosas formas de realizar actividades STEM. Por ejemplo, mediante la enseñanza basada en la indagación, las controversias socio-científicas, el trabajo con pseudociencias y tecnofobias, el aprendizaje basado en proyectos y las actividades de ciencia ciudadana entre otros (Domènech-Casal, 2019). Cada una de estas metodologías aportará su toque personal a la consecución de los objetivos y adquisición de las competencias STEM.

### **1.1.3. Objetivos STEM**

Dicho todo esto, podemos deducir que los objetivos STEM se pueden dividir en tres grandes bloques (Domènech-Casal, 2019): promover la vocación por las salidas laborales científico-tecnológicas, favorecer la inclusión del alumnado y formar una ciudadanía competente.

Tras el querer aumentar la vocación de los jóvenes por las salidas STEM subyacen objetivos políticos y económicos. La educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas es una herramienta para aumentar la eficacia, efectividad y capacidad de producción de un país, mejorando así su economía y progreso en un mundo tan competitivo como el del siglo XXI (Hackling et al., 2014). Pero, aunque no hay que negar los objetivos industriales y económicos de la educación STEM, no son los únicos. La inclusión del alumnado más desfavorecido es otro de los grandes retos de la educación STEM (Domènech-Casal, 2019). Trabajando estas áreas se quiere acercar el acceso a las vocaciones científico-tecnológicas a todo el alumnado, pero en especial a aquellos con dificultades socioeconómicas y a las mujeres. Hoy en día, seguimos teniendo estereotipos cuando pensamos en profesionales STEM. Por eso interesa promover este tipo de actividades en el aula de Educación Secundaria, con el objetivo de normalizar la imagen de las personas involucradas en trabajos STEM e intentar combatir las desigualdades existentes en estas áreas. El tercer objetivo es el de la ciudadanía, que a su vez podría dividirse en otros tres componentes: comprender, decidir y actuar (Lemke, 2006). A través de la educación STEM se busca que el alumnado comprenda los problemas presentes en su sociedad, que los vea con ojos críticos, que forme su opinión propia y que tome decisiones en base a sus conocimientos científicos. De esta manera se quiere formar una ciudadanía activa, conectada con su sociedad a la vez que capaz de actuar de manera independiente.

#### **1.1.4. Género y STEM**

En este trabajo se quiere hacer una mención especial a las desigualdades entre géneros presentes en la ciencia y la tecnología. A pesar de los avances que ha traído el feminismo a nuestra sociedad, está claro que es necesario seguir luchando por mejorar la situación de las mujeres en la educación y carreras STEM. Hoy en día en España no existen mecanismos explícitos o institucionales que excluyan a la mujer de la educación o de las ciencias, pero aún y todo seguimos observando diferencias significativas debido a otros mecanismos sutiles que apartan discretamente a la mujer de muchas áreas STEM (González & Pérez, 2002). Estos hechos se hacen visibles al analizar el porcentaje de mujeres en ámbitos como la ingeniería o la física: los últimos estudios realizados por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España señalan que solo el 25% de los estudiantes de ingeniería y arquitectura y el 32% de los colegiados en física son mujeres (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Es cierto que la presencia de las mujeres en áreas como las ciencias de la salud ha aumentado notablemente en las últimas décadas, aunque con algún matiz: los datos indican que el 85% de los profesionales de la enfermería son mujeres, frente al 50% de la medicina (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Estos porcentajes ahora mencionados ponen en manifiesto la discriminación que sufren las mujeres en ciertas áreas STEM y en su jerarquía (González & Pérez, 2002). No se puede negar que existen carreras o puestos de trabajo marcados por las diferencias de género. Por eso las mujeres predominan las áreas relacionadas con la salud, mientras que son minoría en áreas como la ingeniería o la física. Además, la discriminación jerárquica hace que las mujeres queden relegadas a niveles inferiores de un mismo área o profesión, tal como se puede ver al comparar el porcentaje de mujeres en enfermería con el de medicina.

Uno de los motivos que podría estar perpetuando estas diferencias es la educación que reciben las niñas y los niños en ciencia y tecnología. Lo que se enseña y cómo se hace podría estar provocando que las mujeres se vayan socializando de forma diferente a los hombres en relación con la ciencia y la tecnología (González & Pérez, 2002). Es decir, el proceso de socialización podría generar que ambos géneros desarrollen creencias diferentes sobre su capacidad para enfrentarse a las áreas STEM. Los estereotipos de género adquiridos con el tiempo, la ausencia de referentes femeninos en el aula de ciencias y los prejuicios que transmiten (implícita o explícitamente) la familia y el profesorado acerca de las capacidades y gustos de las chicas pueden generar que las mujeres sigan evitando la ciencia y la tecnología desde edades tempranas (Manassero & Vazquez, 2003).

Como docentes es importante reflexionar sobre los estereotipos de género interiorizados y su posible transmisión en el aula. Algunos estudios (Díaz de Greñu & Anguita,

2017) constatan de que apenas hay variaciones en las perspectivas de género del profesorado en la actualidad, en comparación con los de finales del siglo XX: a pesar de que el profesorado negaba tener estereotipos de género, los investigadores detectaron prejuicios y comentarios machistas por parte del grupo docente hacia su alumnado, señalando las diferentes capacidades y rasgos entre ambos géneros. Por ejemplo, se detectó que el profesorado opinaba que las mujeres deben ser más trabajadoras para compensar su menor capacidad intelectual, que la lógica o la orientación espacial son destrezas masculinas o que el sentimentalismo femenino se opone a la racionalidad masculina.

Aunque cueste admitir que los poseemos, estos prejuicios pueden afectar a nuestro alumnado influyendo en sus gustos, elecciones y aspiraciones. Para poder educar en igualdad el profesorado debe diagnosticarse, identificar desigualdades de género y responsabilizarse para enfrentarlas y transformarlas (Arconada et al., 2017). Por eso, es de vital importancia que el grupo docente se forme en cuestiones de género y que reflexione acerca de sus actitudes en el aula, para promover una educación libre de prejuicios que asegure el acceso igualitario del alumnado a las carreras STEM.

## **1.2. Astronomía**

En este trabajo se quiere plantear una situación STEM donde se puedan ver plasmados estereotipos del profesorado. Como ya se ha mencionado, la astronomía puede ser un área interesante donde trabajar las 4 disciplinas STEM integradas de un modo natural a la vez que se analizan los prejuicios de los docentes. A continuación, se introduce parte del contexto que enmarca la propuesta.

### **1.2.1. Antecedentes**

La astronomía es una rama importante de las ciencias que trata problemas de interés general como, por ejemplo, cómo empezó el universo, cuándo terminará, de dónde proviene la vida, etc. Hoy en día en España la astronomía se imparte tanto en la Educación Primaria como en la Educación Secundaria. En esta segunda etapa la astronomía se trabaja en la asignatura de Biología y Geología de 1º ESO, y después la disciplina desaparece del currículum (Navarra, 2015), a pesar del gran interés y beneficio que podría tener para el alumnado.

Por otro lado, es una de las disciplinas que más dificultades de aprendizaje muestra debido a causas como las dimensiones y los tiempos superiores a la escala humana, la enseñanza demasiado teórica de la materia o la falta de contextualización y actualización de los temas trabajados (Solbes & Palomar, 2013). Por ejemplo, se ha visto que el alumnado de Secundaria no es capaz de localizar la Tierra o el Sistema Solar en la Vía Láctea, desconoce las proporciones del Sistema Solar y tienen dificultades para mencionar tecnologías que han contribuido al avance

de la astronomía y la sociedad (Solbes & Palomar, 2013). Otro de los motivos que dificultan el aprendizaje de la astronomía es el uso excesivo de los libros de texto para su enseñanza (Lanciano, 2006). Muchos libros de texto hablan de manera demasiado teórica sobre la astronomía, sin mencionar las observaciones y los últimos avances científicos que han permitido demostrar los conceptos básicos astronómicos (Solbes & Palomar, 2013). Sin embargo, existen numerosos estudios que destacan los grandes beneficios que tiene el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la didáctica de la astronomía, ya sea mediante el uso de simuladores como Stellarium (Acut & Latonio, 2021; Varela et al., 2013) o a través de herramientas como SimSketch que permiten modelar y representar lo aprendido por parte del alumnado (Aukes et al., 2012). Todos estos estudios coinciden en que para asegurar el correcto aprendizaje de la astronomía el alumnado necesita identificar los distintos astros, sus relaciones y sus movimientos de una manera dinámica y tridimensional para mejorar la visión espacial y el entendimiento de la ciencia, lo que se puede conseguir gracias a la tecnología.

### **1.2.2. Astronomía como STEM**

Para superar grandes retos como la construcción de una nave espacial, reflexionar sobre la posibilidad de formar una colonia en Marte, valorar el riesgo del impacto de un asteroide contra la Tierra... se necesitan aplicar conocimientos científicos y sociales de manera transversal. Además de que la exploración del espacio requiere de telescopios, cohetes, *rovers*, satélites... lo que crea un contexto idóneo para trabajar la tecnología y la ingeniería. Todo esto hace que la astronomía sea un candidato perfecto para ser trabajado a través de actividades STEM, tal como han propuesto grandes agencias como la NASA a través de su programa NASA STEM (<https://www.nasa.gov/stem/about.html>). Coincidiendo con la NASA, los viajes al espacio han impulsado avances tecnológicos, ampliado las fronteras de la investigación científica y mejorado nuestra comprensión del universo. Por eso, estos logros y los que vendrán comparten una génesis común: la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (National Aeronautics and Space Administration, 2020).

Por ello, el trabajo interdisciplinar de la astronomía permitiría entender mejor los conceptos básicos de esta ciencia, a la vez que motiva al alumnado en su aprendizaje. Este último punto sería de gran importancia, ya que, como se ha explicado anteriormente, varios estudios constatan del abandono de los estudios científicos por gran parte del alumnado y en especial de las chicas, teniendo un notable impacto en áreas como la física (Instituto Nacional de Estadística, 2018) y por lo tanto en la astronomía.

### **1.2.3. Por qué astronomía**

Por todo lo mencionado anteriormente queda claro que el trabajo de la astronomía en

el aula de Secundaria es la excusa perfecta para realizar el estudio sobre los estereotipos de género del profesorado. Es decir, la realización de una actividad STEM sobre esta ciencia permite analizar los intereses del alumnado, la apariencia de roles durante el uso de TIC, la capacidad de resolución de problemas matemáticos... y compararlo con los prejuicios de sus docentes.

En resumen, en este trabajo se propone trabajar la astronomía a través de una actividad STEM: un área que permite investigar los prejuicios de los profesores y profesoras de Secundaria sobre las diferencias de género de su alumnado trabajando contenidos científico-tecnológicos. Tal como se explicará en los próximos apartados, la actividad STEM propuesta consistirá en el diseño de una misión espacial.

## **2. OBJETIVOS**

Teniendo en cuenta toda la información previa, el objetivo de este proyecto es investigar la perspectiva sobre la educación STEM y los estereotipos de género de un grupo de docentes de Educación Secundaria. En concreto, se quiere analizar en profundidad la visión de un número reducido de docentes de Biología y Geología en el contexto de diseño, implementación y evaluación de la actividad interdisciplinar “Misión Espacial STEM”.

## **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3.1. Contexto y participantes**

Aprovechando el periodo del Practicum II del Máster Universitario, este TFM se realizó en un instituto público localizado en el barrio de la Chantrea (Pamplona, Navarra), durante el curso escolar 2021-2022. En estas prácticas se pudo asistir a las clases de Biología y Geología, conocer al alumnado y trabajar junto con el profesorado responsable de esta asignatura en el instituto. En concreto, se participó en las sesiones de Biología y Geología de una clase de 1ºESO (13 alumnas y 12 alumnos) y otra de 3ºESO (10 alumnas y 12 alumnos) acompañada de varios docentes.

A continuación, se va a explicar brevemente el papel de los docentes implicados en este estudio. Hay que destacar que siguiendo la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre) en este trabajo no se publicarán datos personales o imágenes que puedan contravenir esta normativa, manteniendo el anonimato del alumnado y profesorado que participó en esta investigación. Por eso, a la hora de hablar de los participantes del estudio, se utilizarán pseudónimos.

- Ana: mujer de 30-35 años. Lleva trabajando como profesora de Biología y Geología en institutos los 2 últimos años. En este centro lleva varias aulas de 1º y 3º ESO: aulas donde se han realizado las observaciones. Como lleva pocas semanas en el centro, apenas conoce al alumnado del estudio. Ha participado en la realización de la actividad “Misión Espacial STEM”, en las observaciones hechas al profesorado y en las entrevistas.
- Berta: mujer de 40-45 años. Ha trabajado como docente de Secundaria impartiendo varias asignaturas durante 7 años, pero acaba de llegar al centro y aun no conoce al alumnado del estudio. Al igual que en el caso de Ana, se observó su conducta durante algunas sesiones de 1º y 3º ESO, y se le entrevistó.
- Carla: mujer de 35-40 años. Ha sido profesora de Biología y Geología durante 6 años, y trabaja en este centro desde el inicio del curso escolar. En este año ha estado trabajando como profesora en 1ºESO y en 3ºESO, por lo que sí que conoce a las clases observadas. Solo participó en las entrevistas.
- David: hombre de 30-35 años. Sólo lleva 1 año como profesor, y unos pocos meses en este centro. Conoce ligeramente al alumnado de 1ºESO, ya que imparte unas horas de docencia compartida con las profesoras anteriores. Participó en la realización de la “Misión Espacial STEM” en 1ºESO y en las entrevistas.
- Eduardo: hombre de 50-55 años. Ha sido profesor de Biología y Geología durante 16 años. Lleva varios años en el centro, pero no conoce al alumnado del estudio. Solamente participó en las entrevistas.

Durante este periodo de prácticas el alumnado de 1ºESO debía trabajar el bloque 2 “la Tierra en el Universo” de la asignatura Biología y Geología, tal como se indica en el currículo oficial de Navarra (Navarra, 2015) (DF 24/2015 de 2 de julio, 2015). En este bloque se trabaja el origen y los principales componentes del Universo, así como el Sistema Solar, la Tierra, la geosfera, la hidrosfera y la atmósfera. Es por ello por lo que se decidió proponer una actividad STEM relacionada con la astronomía de 1ºESO, que trabajara los contenidos marcados por el currículo oficial de Navarra de manera interdisciplinar a la vez que permitía realizar la investigación educativa propuesta.

### **3.2. Intervención**

Para realizar el estudio sobre las perspectivas del profesorado se preparó una actividad STEM relacionada con la astronomía de 1ºESO. Por ello, en este punto se describirá el diseño de la actividad y cómo se llevó a cabo en el aula de Secundaria.

### 3.2.1. Descripción de la actividad

Como ya se ha avanzado en apartados anteriores, para este trabajo se ha diseñado una actividad STEM sobre el tema de la astronomía. Esta actividad se ha creado basándose en los objetivos y características de la educación STEM, para promover una educación científico-tecnológica más real y útil, haciendo que el alumnado aplique conocimientos interdisciplinares para hacer frente al reto propuesto. Además, la implementación de esta actividad servirá de excusa para hacer las observaciones al alumnado y estudiar los prejuicios del profesorado.

- RESUMEN

La actividad “Misión Espacial STEM” propone el reto interdisciplinar de diseñar una misión espacial. Para ello, el alumnado de 1ºESO debe aplicar conocimientos de astronomía, matemáticas y tecnología para completar, en primer lugar, la ficha de trabajo donde se plantean tareas como la descripción de varios astros y la realización de cálculos de distancias y tiempos. Y finalmente, programar su viaje a través del programa informático Scratch (<https://scratch.mit.edu>), que permite la creación de historias digitales, juegos y animaciones a través de un lenguaje de programación sencillo. De esta manera, la realización de la “Misión Espacial STEM” promueve habilidades de resolución de problemas, competencias científico-matemáticas y el pensamiento computacional. Además, esta actividad ha sido diseñada para que el alumnado trabaje de manera cooperativa, autónoma y creativa.

- LOCALIZACIÓN DEL TEMA EN EL CURRÍCULUM

Esta secuencia de actividades se ha diseñado para la asignatura de Biología y Geología de 1ºESO, para trabajar el bloque 2 (La Tierra y el Universo) del currículum oficial actual (Navarra, 2015) (DF 24/2015 de 2 de julio, 2015). En la misma se van a tratar contenidos como las características del Sistema Solar y sus componentes y el planeta Tierra.

- OBJETIVOS GENERALES ODS (OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE)

- Educación de calidad: con esta práctica STEM se busca promover una educación innovadora, equitativa y de calidad para producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos.
- Trabajo decente y crecimiento económico: uno de los objetivos de la educación STEM es acercar las salidas laborales científico-tecnológicas al alumnado. Por eso, esta actividad pretende impulsar las competencias técnicas y profesionales de los estudiantes de Secundaria, necesarias para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.
- Reducción de desigualdades: a través de esta actividad y el trabajo en grupo se



quiere promover la inclusión de todo el alumnado y garantizar la igualdad de oportunidades de todas las personas, independientemente de su sexo, origen, discapacidad u otra condición.

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS
  - Conocer el Universo y el Sistema Solar
  - Conocer los últimos avances de la astronomía
  - Aplicar conocimientos matemáticos para resolver problemas
  - Introducir conceptos básicos de programación a través de SCRATCH y trabajar el pensamiento computacional
  - Promover la autonomía, creatividad y el trabajo en equipo del alumnado
- COMPETENCIAS
  - Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: a través del aprendizaje de contenidos astronómicos, la aplicación de cálculos matemáticos para la resolución de problemas y la utilización del simulador espacial para analizar los movimientos y las distancias astrales.
  - Competencia digital: utilizando TIC para la búsqueda de información, cálculos matemáticos, uso de un simulador online y creación de contenidos digitales con la herramienta de programación informática Scratch.
  - Aprender a aprender: al realizar la actividad de manera autónoma (sin la constante ayuda del docente) y cooperativa (trabajo grupal), el alumnado aprende a conocer y controlar sus propios procesos de aprendizaje y a ajustarlos al tiempo y a la demanda de las tareas propuestas.
  - Competencias sociales y cívicas: trabajando de manera grupal el alumnado deberá debatir propuestas, tomar decisiones conjuntas, repartir tareas y colaborar entre sí.
  - Competencias del siglo XXI (creatividad, comunicación, colaboración, pensamiento crítico): es el propio alumnado el que elige cómo diseñar su misión espacial, fomentando su imaginación, su participación activa, el diálogo con sus compañeros y el juicio crítico de las propuestas y resultados de la actividad.
- MATERIALES
  - Guía docente de la actividad (Anexo I)
  - Presentación teórica sobre las misiones espaciales (Anexo II)
  - Ficha de trabajo para el alumnado (Anexo III)
  - Chromebooks

- TEMPORALIZACIÓN

Secuencia prevista para 3 sesiones de trabajo (Tabla 1).

**Tabla 1:** resumen de las tareas realizadas en la actividad “Misión Espacial STEM” durante cada sesión de la asignatura de Biología y Geología de 1ºESO

SESIÓN	RESUMEN
<b>1ª SESIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de las misiones espaciales: explicación teórica sobre los viajes al espacio y los últimos avances científicos en astronomía</li> <li>• Introducción de la actividad. Explicación de las tareas que se van a realizar.</li> <li>• Formación de los grupos de trabajo: división del alumnado en grupos de 4-5 personas.</li> <li>• Se empieza con la ficha de trabajo.</li> </ul>
<b>2ª SESIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acaba la ficha de trabajo.</li> <li>• Introducción a Scratch: pequeña introducción a la aplicación, ver algún ejemplo...</li> <li>• Empezar el diseño de la misión con Scratch.</li> </ul>
<b>3ª SESIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabar el diseño de la misión con Scratch.</li> </ul>

- SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES

**Tabla 2:** descripción y duración de cada ejercicio realizado durante la actividad “Misión Espacial STEM”

NOMBRE DEL EJERCICIO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
<b>¿Qué son las misiones espaciales?</b>	<p>Antes de empezar la actividad se discute con el alumnado cómo sabemos tantas cosas del Universo y se introduce el tema de las misiones espaciales con ayuda de la presentación preparada en Genially (Anexo II):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se define qué son las misiones espaciales</li> <li>• Cómo se organizan, qué se necesita</li> <li>• Ejemplos sobre misiones espaciales</li> </ul>	20 minutos
<b>Planeando la misión</b>	<p>Una vez que se ha visto qué es una misión espacial, se le propone al alumnado que diseñe su propio viaje. El docente explica al alumnado en qué va a consistir la actividad y las tareas que van a realizar.</p> <p>Una vez claros los objetivos y las tareas, se divide la clase en grupos de 4-5 personas, y se empieza con la actividad.</p> <p>La primera tarea será rellenar la ficha de trabajo (Anexo III), y completar:</p>	60 minutos  (30 minutos de la 1ª sesión + 30 minutos 2ª sesión)

- 
- El objetivo de la misión y su descripción
  - Información sobre los astros seleccionados (qué tipo de astro es, cómo es, a qué distancia está del Sol...) buscando la información necesaria con los Chromebooks
  - Cálculos necesarios para diseñar el viaje (a cuántos años luz están del objetivo, cuánto tiempo les costará viajar) con la ayuda de ejemplos de las ecuaciones y la calculadora
  - Definir la fecha de salida utilizando el simulador online [Solar System Scope](https://www.solarsystemscope.com) (<https://www.solarsystemscope.com>)

Durante estas tareas el alumnado trabajará de manera autónoma, haciendo que cada grupo trabaje a su propio ritmo. Pero, el docente acompañará y guiará a los estudiantes en el caso de que sea necesario.

---

<b>Diseño del viaje espacial con SCRATCH</b>	<p>Tras recoger toda la información necesaria y diseñar la misión espacial, se le pedirá a cada grupo que plasme su viaje en una animación usando la herramienta SCRATCH (<a href="https://scratch.mit.edu">https://scratch.mit.edu</a>). En el caso de que el alumnado no conozca la aplicación, conviene hacer una pequeña introducción para enseñar cómo utilizarla y las posibilidades que tiene. Se busca que el alumnado programe una historia digital, una animación simple, un videojuego... relacionado con la misión espacial que han preparado anteriormente.</p> <p>Además, si el alumnado conoce la herramienta se les puede dejar trabajando libremente. Pero, si el alumnado no conoce el programa, tiene dificultades con la tecnología o hay falta del tiempo, se les puede proporcionar algún ejemplo o plantilla para que trabajen sobre ella.</p>	<p>70 minutos  (20 minutos de la 2ª sesión + 50 minutos de la 3ª sesión)</p>
--	---	--

---

### 3.2.2. Implementación de la actividad en el aula

A pesar de la temporalización y organización original de la actividad, debido a la falta de tiempo para trabajar los contenidos del currículum oficial y atrasos en la temporalización de la asignatura, solamente se pudieron realizar las 2 primeras sesiones de esta actividad.

En la primera sesión se realizó una introducción teórica sobre las misiones espaciales con la ayuda de la presentación visual preparada (Anexo II). Luego, se introdujo la actividad a toda la clase: se explicó al alumnado que la tarea consistía en preparar una misión espacial por grupos. Para ello, se les dijo que tenían que pensar qué querían observar, recoger datos sobre los distintos astros, realizar los cálculos correspondientes y finalmente plasmar su viaje espacial en una animación a través de Scratch. Como en el instituto donde se realizó esta práctica el

alumnado de 1ºESO trabaja de manera cooperativa, los grupos ya estaban formados y no fue necesario crear grupos nuevos. Es decir, la clase de 13 alumnos y 12 alumnas se dividió en grupos de 4-5 estudiantes, siendo grupos mixtos (chicos y chicas) y heterogéneos (alumnado con distintas capacidades y motivaciones). Una vez claras las tareas y los objetivos, se repartió una ficha de trabajo (Anexo III) a cada estudiante y se les dejó trabajar por grupos, de manera autónoma y a su propio ritmo, pero siempre con la supervisión y ayuda de la autora de este trabajo y de los docentes responsables (Ana y David) cuando fuera necesario.

En la segunda sesión, cada grupo siguió con el diseño de su misión, y tras completar la ficha de trabajo, empezó a programar el viaje con Scratch. Sin embargo, ninguno de los grupos terminó con el diseño y la actividad se quedó en la realización de las fichas de trabajo. Al finalizar la clase, se recogió una ficha de trabajo por grupo, para valorar el trabajo realizado, poder analizar los resultados y sacar las conclusiones del estudio propuesto en este TFM.

### **3.3. Instrumentos de investigación**

La práctica STEM ahora descrita sirve de excusa para observar los prejuicios del profesorado sobre la educación STEM y las diferencias de género en estas áreas. Para realizar este estudio se han utilizado dos fuentes de información: observaciones en el aula a alumnado y profesorado y entrevistas iniciales y finales al profesorado.

#### **3.3.1. Observaciones en el aula**

Las técnicas de observación en el aula consisten en registrar de manera sistemática, válida y confiable un comportamiento o conducta en el aula educativa (Matos, 2008). En concreto, en este trabajo se llevaron a cabo una serie de observaciones directas y estructuradas. Las observaciones directas son aquellas que se llevan a cabo por el propio investigador, poniéndose en contacto directo con el hecho que se quiere estudiar (Gutiérrez, 2007). En las observaciones estructuradas el investigador debe utilizar elementos técnicos apropiados para anotar sus observaciones, como por ejemplo, fichas, cuadros o tablas (Gutiérrez, 2007).

Como ya se ha adelantado, para esta investigación se llevaron a cabo dos estudios de observación distintos. En primer lugar, la observación del alumnado durante la realización de la actividad STEM, y en segundo lugar, la observación de varios docentes de Biología y Geología durante sus clases. En los próximos puntos se explicarán los objetivos y las características propias de cada observación realizada.

- OBSERVACIÓN DEL ALUMNADO DURANTE LA ACTIVIDAD STEM

Para saber si los prejuicios de los docentes sobre la educación STEM y las diferencias de género

en este tipo de educación eran ciertos o no, se hizo una observación de los comportamientos del alumnado durante la realización de la actividad “Misión Espacial STEM”. Es decir, durante las 2 sesiones de implementación de esta actividad STEM se observaron las actitudes de varios grupos de alumnas y alumnos de 1ºESO. La recogida de estos datos permitiría investigar las posibles diferencias de gustos, intereses, capacidades... entre chicos y chicas en las áreas STEM.

La observación en el aula se realizó de la siguiente manera: durante cada sesión de la actividad “Misión Espacial STEM” se analizó el comportamiento de un grupo de alumnas y alumnos de la clase de 1ºESO. Se seleccionaron al azar aquellos grupos que tenían el mismo número de chicas y chicos, para poder comparar los datos fácilmente. Por lo que, en total, se analizó el comportamiento de 4 alumnas y 4 alumnos.

Para la recogida de datos se diseñaron dos tablas exactamente iguales entre sí: una para las alumnas, y otra para los alumnos. El ejemplo de la tabla utilizada se muestra en el Anexo IV. Estas tablas permiten recoger información sobre la participación, espontaneidad y las distintas actitudes hacia la actividad STEM de los ellos y ellas, cuantificando cada 5 minutos el número de veces que ocurrían los distintos hechos. Las acciones cuantificadas en la observación fueron las siguientes:

- Para analizar el nivel de participación se observó si el alumnado participaba activamente en la actividad buscando información, completando su ficha de trabajo, realizaba propuestas al grupo o respondía preguntas abiertas del docente.
- Para estudiar el grado de espontaneidad, se cuantificó cuántas veces se pedía ayuda para realizar una tarea, el número de preguntas que se hacían al docente ante una duda, las interrupciones de la actividad molestando a sus compañeros, hablando con el resto de la clase, ausentándose de su sitio de trabajo, etc.
- Para investigar las actitudes hacia las áreas y actividades STEM se anotó cuántas veces se realizaban comentarios positivos hacia la actividad, se mostraba interés por el tema, se mostraban cansados o negativos, utilizaban el Chromebook y la calculadora y si optaban por roles activos (motivando al resto de sus compañeros, ofreciendo ideas, utilizando los materiales, etc) o pasivos (limitándose a escribir, manteniéndose en silencio, dejando de trabajar).

Además de cuantificar estos acontecimientos, se anotaron comentarios cualitativos describiendo cómo había ido la sesión y cómo había actuado el alumnado. Finalmente, se sumaron los resultados obtenidos a lo largo de las dos sesiones y se analizaron con técnicas de estadística descriptiva.

- OBSERVACIÓN DEL PROFESORADO EN SESIONES DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

Como ya se ha comentado previamente, las actitudes de los docentes podrían ser uno de los causantes de las diferencias de género en las áreas STEM. Por eso, se ha propuesto realizar una observación directa y estructurada de la actuación de varios docentes de Biología y Geología durante sus sesiones y analizar cómo se relacionan con el alumnado según su género.

Para ello, se creó una tabla de recogida de datos (Anexo V). Esta tabla permite anotar cuántas veces ocurren distintos hechos a lo largo de la sesión, separando la franja horaria cada 5 minutos. En este caso, se quiso cuantificar el número de preguntas, ofrecimientos de ayuda y llamadas de atención que realizaban los docentes a sus alumnas o alumnos. Además, durante las sesiones se anotaron comentarios descriptivos sobre cómo había ido la sesión, el uso de lenguaje inclusivo, la relación del docente con su alumnado, etc.

Para la realización del estudio se seleccionaron 2 docentes de Biología y Geología al azar, aquellos que fueron asignados por el instituto como responsables de tutelar el Practicum II. En este caso, fueron las profesoras Ana y Berta. En primer lugar, se observó a Ana impartir una sesión en las clases de 1ºESO y 3ºESO descritas anteriormente. Durante ambas sesiones se recogieron datos y comentarios cualitativos de los comportamientos de la profesora con su alumnado. Debido a una baja laboral, Ana tuvo que dejar el instituto y Berta la sustituyó. Para seguir con la investigación, se analizaron otras dos sesiones de Biología y Geología impartidas por esta nueva profesora, en las mismas clases de 1º y 3ºESO donde se hicieron las observaciones anteriores.

Los datos recogidos en las distintas sesiones de observación se sumaron y se analizaron con técnicas de estadística descriptiva. Además, los datos se triangularon con los demás resultados para poder extraer las respectivas conclusiones.

### **3.3.2. Entrevistas con el profesorado**

Para este estudio se han realizado entrevistas semi-estructuradas iniciales y finales a varios docentes de Secundaria. Las entrevistas semiestructuradas son un conjunto de técnicas de investigación que permiten perfilar el enfoque del entrevistado acerca de un tema a través de preguntas o ítems que pueden variar de una entrevista a otra (Hammer & Wildavsky, 1990). Son cuestionarios abiertos y flexibles, que permiten investigar la perspectiva del entrevistado; un método adecuado para investigar los prejuicios sobre la educación STEM y estereotipos de género del grupo docente.

En concreto, se han entrevistado 3 profesoras y 2 profesores de Biología y Geología del instituto donde se realizó el Practicum II; y como ya se ha adelantado en el punto de Contexto y

Participantes de este trabajo, los entrevistados fueron Ana, Berta, Carla, David y Eduardo. Se intentaron seleccionar un número similar de hombres y mujeres, personas de distintas edades, etc... para obtener resultados más variados y enriquecedores.

- ENTREVISTAS INICIALES

El objetivo de las entrevistas iniciales era conocer la historia de vida, la perspectiva y los prejuicios sobre la educación STEM y las diferencias de género del profesorado de secundaria.

Para ello, lo primero que se realizó fue preparar una lista de temas y cuestiones abiertas (Anexo VI) que permitirían guiar la conversación con los docentes implicados. Los temas elegidos para las entrevistas fueron los siguientes:

- Datos personales: antes de estudiar los estereotipos de los entrevistados es importante conocer su historia de vida. Debido a que los prejuicios sobre los distintos métodos educativos y las diferencias de género dependen gran parte del contexto social e histórico vivido, es interesante preguntar por los datos personales básicos de cada participante para hacerse una idea de su situación.
- Conocimientos y opiniones sobre la educación STEM: en este caso se quería investigar sobre el nivel de conocimiento, formación y opinión sobre la educación STEM de los participantes. Para ello, se conversó sobre su formación, si habían llevado a cabo estas prácticas en el aula de Secundaria, ventajas y desventajas de estos ejercicios, etc.
- Análisis de la actividad "Misión Espacial STEM": por otro lado, se quería conocer la opinión del profesorado sobre la actividad preparada y los prejuicios sobre cuáles serían los resultados. Para ello, se quería conocer la relación del entrevistado con el grupo de 1ºESO, la valoración de la actividad STEM diseñada, cómo esperaba que trabajara la clase, a qué tipo de alumnado le costaría más / menos, a quién le gustaría más / menos...
- Género y STEM: finalmente, se introdujo el tema de las diferencias de género en la educación STEM. En este caso se preguntó directamente si esperaba diferencias entre chicos y chicas durante la realización de la actividad. Además, se comentaron temas como los estereotipos que adquieren el alumnado a lo largo del instituto, el papel del profesorado en causarlo o evitarlo y la realización de una autocrítica valorando los estereotipos de género interiorizados.

A la hora de hacer las entrevistas, se explicaba a los participantes en qué consistía la actividad "Misión Espacial STEM" y se les proporcionaba la guía docente de la actividad (Anexo I) y la ficha con la que trabajarían los alumnos y alumnas (Anexo III), para que conocieran la propuesta y cómo se iba a realizar. Una vez visto esto, se comenzaba con las entrevistas semi-

estructuradas, comentando los puntos mencionados anteriormente (datos personales, educación STEM, actividad propuesta, género y STEM). Además, las entrevistas fueron grabadas para luego poder transcribirlas, recoger todos los matices de las conversaciones y poder obtener resultados más completos.

- ENTREVISTAS FINALES

Los resultados de la actividad STEM y de las observaciones fueron analizados y triangulados para llevar a cabo las entrevistas finales los docentes. En este caso, se entrevistaron aquellos docentes que tenían una opinión más contraria a los resultados obtenidos, para poder confrontarlos con lo observado en este estudio y analizar la evolución de su pensamiento desde las entrevistas iniciales.

Siguiendo la línea de las entrevistas iniciales, se realizó una lista de ítems para guiar la conversación (Anexo VII). Esta lista serviría de apoyo para comentar los resultados de la actividad STEM, las observaciones al alumnado, las observaciones al profesorado y realizar conclusiones generales acerca de la educación STEM y los estereotipos de género. En este caso también se decidió grabar las entrevistas para mejorar la recogida de datos y conclusiones.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultados de la actividad “Misión Espacial STEM”**

Tras analizar las fichas de trabajo de cada grupo de alumnos y alumnas de 1º ESO, se puede concluir que se cumplieron la mayor parte de los objetivos de la actividad STEM propuesta.

En primer lugar, la mayor parte de los grupos terminó con las tareas propuestas para esas 2 sesiones de Biología y Geología. Es decir, la mayoría de los estudiantes completaron todos los ejercicios de las fichas de trabajo correctamente (ejemplos de actividades exitosas en el Anexo VIII): de manera conjunta decidieron qué misión querían realizar, describieron los astros de la misión, realizaron los cálculos de tiempo y distancia y decidieron cuándo despegaría la misión. De esta manera, adquirieron conceptos básicos de astronomía, nuevos conocimientos sobre matemáticas y mejoraron el uso de TIC para la búsqueda de información, realización de cálculos y aplicación de conocimientos a través de simuladores, trabajando de manera activa, cooperativa y creativa. Además de trabajar las competencias científico-tecnológicas, sociales y personales descritas previamente.

Pero no todos los ejercicios salieron como se esperaba inicialmente. Tal como se pudo observar durante el transcurso de la actividad, el alumnado tuvo facilidad para buscar



información en internet, completar y entender la información sobre los distintos astros y utilizar el simulador *Solar System Scope* para decidir la fecha de la salida de la misión. Sin embargo, marcar el objetivo de la misión espacial, realizar los cálculos matemáticos y entender los factores de conversión entre unidades fueron las actividades que más dificultades causaron entre el alumnado. Ya sea porque eran cuestiones que exigían pensamientos de orden superior como “crear” un objetivo científico o porque el nivel de las preguntas era inadecuado para el curso de 1º ESO. Por ejemplo, según el currículum oficial actual (Navarra, 2015), los factores de conversión se introducen por primera vez en 2º ESO, en el bloque 2 sobre números y álgebra. Por lo que, puede que estas cuestiones no fueran adecuadas para el nivel de 1º ESO, y en un futuro convendría adaptarlas para adecuar la dificultad de los ejercicios de matemáticas al del alumnado. Son los propios estudiantes los que comentan que una manera de mejorar su motivación y comprensión de las matemáticas es aplicarlas en problemas de la vida real, en ramas como la ingeniería, economía o medicina (Fernández, 2013). Por lo que, es importante incluir adecuadamente las matemáticas en ejercicios como “Misión Espacial STEM”, para acercar este área al alumnado y mejorar así su competencia matemática.

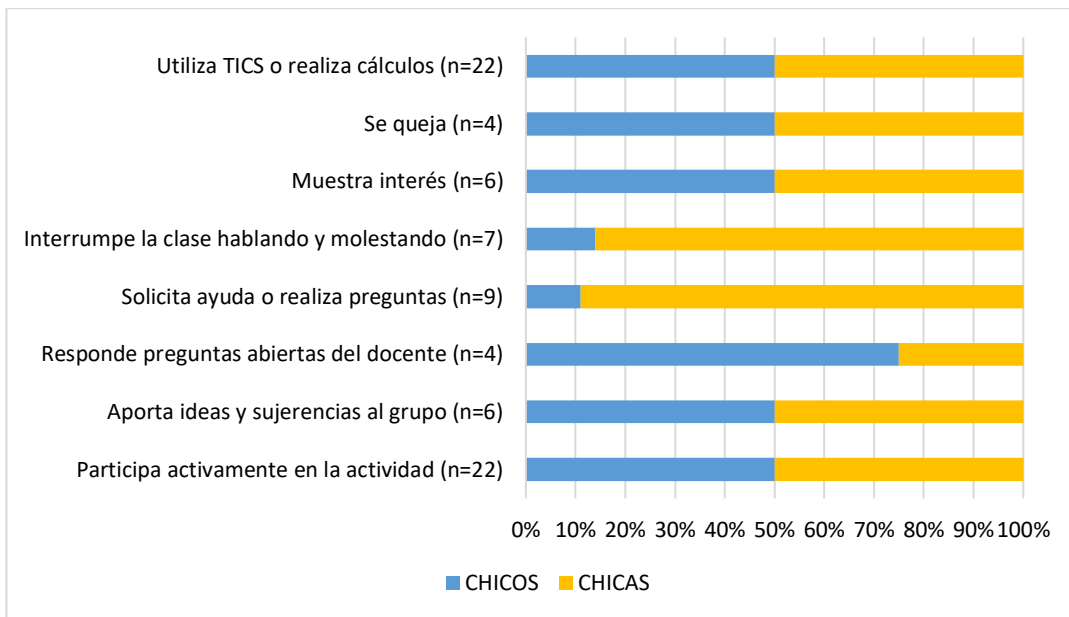
En segundo lugar, conviene recordar que no se completó una gran parte de la actividad original: la programación de la misión espacial a través de Scratch. Debido a problemas externos a este trabajo, sólo se pudieron completar 2 de las 3 sesiones de la actividad “Misión Espacial STEM”, impidiendo la realización de una animación a través del programa informático propuesto. Por este motivo no se pudo introducir el mundo de la programación informática al alumnado ni trabajar el desarrollo del pensamiento computacional. Como ya se ha demostrado en esta actividad, la gran mayoría de los jóvenes saben utilizar las TIC para buscar y consumir información, pero son pocos los que saben crear sus propios contenidos (Resnick et al., 2009). A medida que los *Scratchers* programan y comparten proyectos interactivos, aprenden importantes conceptos matemáticos y computacionales, así como a pensar creativamente, razonar sistemáticamente y trabajar de manera colaborativa: habilidades esenciales para el siglo XXI (Resnick et al., 2009). Además, aprendiendo a programar se desarrolla el pensamiento computacional, una habilidad para resolver problemas a través de distintas técnicas como: representar informaciones abstractas, estructurar y analizar datos, identificar posibles soluciones y elegir la más eficiente (Gander et al., 2013). Estas habilidades son herramientas valiosas para afrontar problemas de distintas disciplinas, siendo útiles para todos los ciudadanos y no solo para aquellos que trabajan directamente con ordenadores. Lamentablemente, al no realizar esta parte de la actividad el alumnado no pudo trabajar al máximo su competencia digital y desarrollar el pensamiento computacional.

A pesar de ello, esta actividad STEM permitió que el alumnado adquiriera la mayoría de los conocimientos y las competencias marcadas. Al igual que en otras prácticas STEM relacionadas con la astronomía (Voss et al., 2011), parece que el diseño interdisciplinar de una misión espacial STEM potenció la creatividad, aumentó el interés por las áreas STEM y mejoró algunas habilidades científico-tecnológicas del alumnado. Es cierto que estas mejoras actitudinales y procedimentales no fueron comprobadas, por ejemplo, con cuestionarios de satisfacción al alumnado o exámenes del tema del Universo. Por lo que, sería recomendable realizar una validación didáctica que compruebe los efectos de esta actividad STEM.

**4.2. Resultados de las observaciones en el aula**

**4.2.1. Resultados de la observación del alumnado durante la realización de la actividad “Misión Espacial STEM”**

Los resultados obtenidos a lo largo de las 2 sesiones de implementación de la actividad “Misión Espacial STEM” se muestran en la Figura 2. Los datos completos se pueden encontrar en el Anexo IX.



**Figura 2:** gráfico de barras apiladas que muestra las distintas actitudes que tomaba el alumnado de 1ºESO según su género durante el ejercicio “Misión Espacial STEM”. (n=número de eventos registrados).

Tal como se puede observar en la Figura 2, no se observaron diferencias entre chicos y chicas a la hora de participar e interesarse en el ejercicio propuesto. Tanto ellos como ellas participaron activamente en la realización de las tareas, así como buscando información, anotando los resultados en las fichas de trabajo, manejando las TIC, realizando cálculos matemáticos o realizando sugerencias al grupo. Incluso realizaron el mismo número de quejas sobre la dificultad de las matemáticas. Es decir, ambos géneros mostraron el mismo interés, actitud y capacidad

hacia la actividad propuesta. Sin embargo, estos resultados van en contra de lo indicado en la bibliografía. Al contrario de lo que ha ocurrido en esta práctica, existen estudios que indican la mayor participación de los chicos en prácticas científico-tecnológicas, en comparación con las chicas (Asiain, 2020): se ha observado que los chicos tienden a ocupar roles activos y ejecutores en prácticas científicas manejando o manipulando el material, mientras que las chicas adquieren papeles más pasivos y se suelen ocupar de transcribir los resultados.

Otro de los resultados que más llamó la atención fueron las interrupciones hechas durante la actividad. Al contrario de lo que se esperaba (Beaman et al., 2006), el 86% de las veces que alguien molestaba al grupo, se ausentaba de su sitio de trabajo, hablaba con el resto de la clase dejando de lado las tareas... fueron alumnas. Como ya se ha comentado, suelen ser los alumnos aquellos que ocupan los roles activos y disruptivos de la clase, mientras que las alumnas se asocian a roles más tranquilos y responsables. Por eso sorprende que fueran las chicas las que más obstaculizaron el transcurso de la clase.

Estas discrepancias con la bibliografía pueden estar causadas por distintos motivos. En primer lugar, esto puede deberse a que la muestra analizada es demasiado pequeña y no permite sacar resultados fiables: tan solo se analizó el comportamiento de 8 alumnas y alumnos, por lo que, se necesitaría una muestra mayor para sacar conclusiones. En segundo lugar, porque la actividad STEM preparada cumplía realmente con el objetivo de atraer a todo el alumnado, incluidas las chicas, provocando que todo el alumnado se comportara de igual manera en la realización de la actividad. Además, puede que la organización de la práctica (preguntas pautadas para realizarlas poco a poco de manera asumible) y el tipo de ejercicios propuestos (actividades poco arriesgadas sin necesidad de tocar, mezclar, cortar, mancharse...) no provoquen diferentes comportamientos entre géneros. Otros motivos podrían ser que el alumnado está habituado a trabajar en grupos cooperativos y a que todos ocupen todos los roles. Finalmente, algunos autores señalan que los estereotipos de género están influenciados por la edad, siendo más notables en cursos educativos más elevados (Liu et al., 2010). Según esto, puede ser que el alumnado de 1ºESO aun no tenga interiorizados los estereotipos presentes en la sociedad y no se asocie con los roles de género esperados.

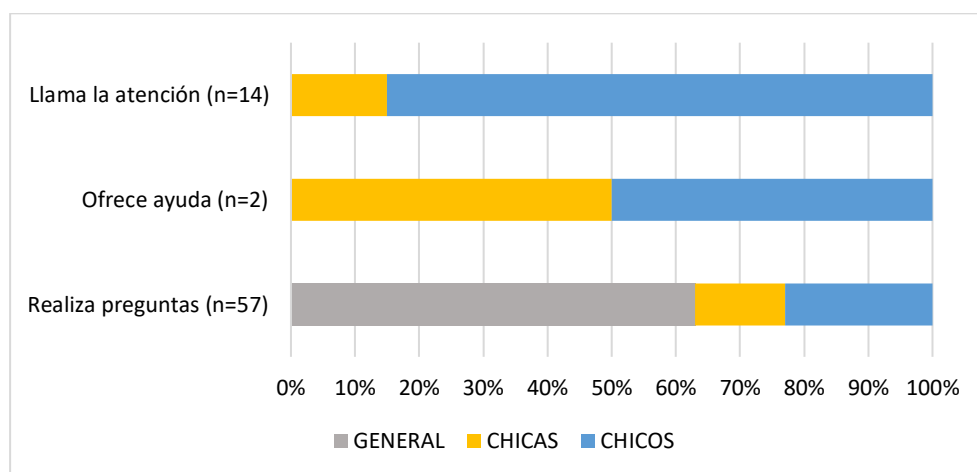
Sí que se observaron diferencias en cuanto a las preguntas respondidas y realizadas por parte del alumnado, indicando disparidad en el nivel de autoestima y seguridad entre géneros. Según los datos obtenidos, el 75% de las preguntas abiertas realizadas por el docente fueron respondidas por alumnos. En cambio, el 89% de las solicitudes de ayuda o preguntas realizadas al docente fueron hechas por las alumnas. En resumen, ellos eran los que respondían y ellas que preguntaban, datos que coinciden con otros estudios realizados (Asiain, 2020). Estas diferencias

de género pueden estar relacionadas con el nivel de autoestima y seguridad en uno mismo que tienen los estudiantes según su género. A lo largo de los años, los hombres se ven asociados a características como la racionalidad, independencia y objetividad, mientras que las mujeres se asocian con la emotividad, dependencia y subjetividad (González & Pérez, 2002). Si a esto se le suma que las mujeres están sometidas a niveles de exigencia mayores que los hombres (Díaz de Greñu & Anguita, 2017), es normal que las alumnas tengan peor autoestima y autoconcepto que sus compañeros (Pastor et al., 2003). Esto podría estar causando que los chicos no tengan miedo a participar y fallar delante del resto de la clase respondiendo las preguntas del docente, mientras que las chicas se muestren inseguras y por el contrario, consideren que no saben lo suficiente, que sus ideas no tengan tanto valor y que prefieran solicitar ayuda al docente para asegurarse de que realizan correctamente la tarea.

En definitiva, en este trabajo no se han podido obtener resultados concluyentes sobre las diferencias de género del alumnado en la educación STEM: algunos patrones se repiten, pero otros son ausentes o contrarios. Posiblemente el pequeño tamaño de la muestra analizada ha causado que haya datos incongruentes entre sí y con la bibliografía, por lo que, sería necesario realizar un estudio con una muestra mayor para poder sacar conclusiones más fiables. Sin embargo, hay que recalcar que esto no resta valor a la investigación sobre las percepciones de los docentes.

#### 4.2.2. Resultados de la observación al profesorado en sesiones de Biología y Geología

A través de las observaciones del aula se pudieron analizar las actitudes y comportamientos de varios docentes de Biología y Geología con su alumnado de 1º y 3º ESO. Los resultados obtenidos se han recogido en el Anexo X y se ejemplifican en la Figura 3.



**Figura 3:** gráfico de barras apiladas que muestra los distintos comportamientos que tenían los docentes de Biología y Geología con su alumnado según el género de los estudiantes. (n=número de eventos registrados).

Para empezar, se puede ver que la mayoría de las llamadas de atención se realizaron a los chicos. Ya que, el 89% de las veces que el docente amonestaba a alguien era a los chicos. Hay que destacar que todas las llamadas de atención realizadas a los alumnos ocurrieron en el curso de 3ºESO, mientras que las llamadas de atención hechas a las alumnas tuvieron lugar en 1ºESO. Por un lado, esto podría deberse a las dinámicas de cada clase: puede ser que el alumnado de cada clase tuviera una dinámica distinta, siendo los chicos los más disruptivos en 3ºESO y las chicas en 1ºESO. Por otro lado, también podría deberse a que los estereotipos de género aparecen en edades más avanzadas, como ya se ha mencionado anteriormente (Liu et al., 2010). A pesar de ello, estas diferencias en el número de amonestaciones no se relacionan con actitudes estereotipadas del docente: tal como se describió en las anotaciones realizadas durante las observaciones, se considera que las llamadas de atención hechas al alumnado fueron necesarias, correctas y respetuosas. Además, las amonestaciones no se deben al estilo de cada docente, ya que ambas profesoras fueron observadas en ambas situaciones, y los resultados fueron similares.

Sin embargo, esto provocó que en 3ºESO las docentes tuvieran más interacción con los chicos. Por ejemplo, tras la primera sesión de Biología y Geología de 3ºESO de Berta, se acabó aprendiendo el nombre de 3 chicos y 1 chica. Es decir, al tener que llamar más la atención a los alumnos, acabó conociéndolos más y llamándolos por su nombre. Este u otros factores (por ejemplo, identificar a los chicos como interlocutores más válidos) pueden estar detrás de este fenómeno que se ha visto en más estudios (Asiain, 2020).

Sí que hubo diferencias en cuanto al número de preguntas realizadas por el docente. La mayor parte de las preguntas hechas por las profesoras fueron abiertas (63%), seguidas por preguntas hechas directamente a chicos (23%) y a chicas (14%). Teniendo en cuenta que el número de alumnos en estas sesiones fue ligeramente mayor ( $n=23$ ,  $n=20$ ), no se considera que hubiera trato diferente a alumnos que a alumnas. Tampoco hubo diferencias cualitativas en los tipos de pregunta o en la insistencia al buscar una respuesta: las docentes realizaban preguntas descriptivas, de razonamiento, de respuesta extensa... a alumnas y alumnos por igual. Además, el nivel de exigencia a ambos géneros fue el mismo, al igual que los ofrecimientos de ayuda. Ambas docentes ofrecieron ayuda de manera equitativa sin tener en cuenta el género de los estudiantes.

Por todo lo comentado, parece que hay una ligera tendencia a que el profesorado interactúe más con los chicos que con las chicas. El mayor número de llamadas de atención y de preguntas directas a los alumnos, o el conocer sus nombres propios podrían indicar que el profesorado centra más su atención en los alumnos, coincidiendo con lo presente en la

bibliografía (Beaman et al., 2006; González & Pérez, 2002). Por ejemplo, un estudio realizado por la Universidad Estatal de Nueva York detectó que los docentes de preescolar socializaban más con los niños, ya fuera para regañarles, escucharlos mientras participaban u ofrecerles más explicaciones educativas (Serbin et al., 2007). Sin embargo, a pesar de que se ha cuantificado que las profesoras tenían comportamientos ligeramente distintos con su alumnado, para poder sacar conclusiones fiables conviene hacer un estudio más extenso y profundo, involucrando una muestra más grande y analizando más sesiones. Por lo que, no se puede afirmar que las docentes observadas tuvieran actitudes sesgadas.

### **4.3. Resultados de las entrevistas con el profesorado**

#### **4.3.1. Resultados de las entrevistas iniciales**

De las entrevistas iniciales se puede concluir que la mayor parte del profesorado desconoce realmente lo que es STEM y duda de sus beneficios y aplicabilidad. La mayor parte de los entrevistados reconocía el significado de estas siglas y relacionaba la educación STEM con conceptos como “interdisciplinar” o “práctico”. Pero solamente una profesora (Carla) fue capaz de describir más a fondo la educación STEM, puesto que fue la única que había seguido una formación sobre el tema.

En cuanto a las opiniones sobre la educación STEM, Ana, Berta y Carla se mostraron a favor de este tipo de prácticas: estas profesoras destacaban que el carácter práctico de STEM podría motivar al alumnado y permitir la aplicación de los conocimientos teóricos en situaciones reales, dándole utilidad a lo aprendido. Sin embargo, ninguna de ellas había puesto en práctica este tipo de ejercicios. Las limitaciones que más se repitieron fueron la falta de tiempo para preparar las actividades, las limitaciones del centro o del sistema educativo o el miedo a que el alumnado no adquiriera los conocimientos marcados en el currículum oficial. Estos resultados ya se han descrito en otros estudios como en el realizado por Domènech-Casal, Lope y Mora, donde explican que el profesorado de secundaria destaca la mejora de la motivación, el compromiso personal y la autonomía del alumnado realizando proyectos STEM, pero se muestra preocupado en cuanto al cumplimiento del currículum, las limitaciones de la organización del centro o de las dificultades de evaluar al alumnado (Domènech-Casal et al., 2019).

*“Hice un curso sobre STEM hace 3 años y me gustó mucho, pero después de eso no lo he puesto en práctica. Las prácticas STEM me parecen muy interesantes y beneficiosos para el alumnado, pero creo que tienen mucho trabajo detrás, y las cosas del día a día y la falta de tiempo libre me impiden preparar ejercicios así.” Carla.*

El resto de los entrevistados (David y Eduardo) se mostraron en contra de la educación STEM. Ambos comentaron que no veían los beneficios de mezclar varias asignaturas en una

misma práctica. Además, desconfiaban del aprendizaje del alumnado con estas prácticas: según ellos, al trabajar de manera tan práctica es posible que el alumnado no retenga los contenidos, no adquiera la base teórica de la asignatura y confunda la actividad educativa con un juego lúdico.

*“Nunca he entendido los beneficios de trabajar ciencia y tecnología a la vez, creo que con dar las asignaturas por separado es suficiente para lograr los objetivos y competencias propuestas.” David.*

Todo esto deja al descubierto la falta de conocimiento de la educación STEM por parte del profesorado y las grandes dudas que hay acerca de sus posibles beneficios. Según algunos autores, la mayoría de los docentes desconocen las actuales definiciones que refieren a la conexión o integración curricular de las áreas STEM; lo que podría impedir comprender los verdaderos beneficios de este tipo de prácticas y acabar generando el abandono de la educación STEM (Bogdan & Retana, 2021).

Cuando se les preguntó por la actividad “Misión Espacial STEM”, en general, la valoración fue positiva: según los docentes la actividad trabajaba contenidos del currículum y además permitía el desarrollo de las competencias personales y sociales al fomentar el trabajo cooperativo. Hay que destacar que los docentes con más experiencia como Berta y Eduardo advirtieron de la posible dificultad que tendría el alumnado de 1ºESO con las matemáticas. Por otro lado, Carla y David, los docentes que más conocían al alumnado, afirmaron que los estudiantes de 1ºESO participarían activamente y estarían motivados con la tarea propuesta. Aunque todos los entrevistados coincidieron en que parte del alumnado no trabajaría adecuadamente, al igual que ocurre con otros ejercicios y asignaturas.

En ningún momento ninguno de los entrevistados hizo referencia a las diferencias de género entre el alumnado. Es más, la mayoría (60%) tenía claro que realizando esta actividad no habría diferencias entre las alumnas y los alumnos. Berta, Carla y David coincidían en que el alumnado de 1ºESO es aun muy pequeño como para mostrar roles de género, admitiendo que en cursos superiores o en el mundo laboral STEM sí que existían dichas diferencias. Ana y Eduardo, en cambio, tenían claro que aparecerían roles de género, pero por distintos motivos. Ana apuntaba a que hombres y mujeres crecemos y nos educamos de manera distinta debido a la sociedad patriarcal en la que vivimos; haciendo que las niñas se vean menos identificadas y más inseguras con las áreas STEM. En cambio, Eduardo afirmaba que las chicas serían las mejores alumnas al realizar la actividad, sin señalar una posible causa a esta diferencia. Es decir, se encontraron opiniones muy dispares sobre las posibles diferencias de género al realizar la actividad.

Otro resultado llamativo fue el cómo trabajaban este tema en el aula de Secundaria. Todas las mujeres entrevistadas consideraban importante trabajar la igualdad de género en el aula de ciencias, pero cada una a través de un método diferente. Por ejemplo, Berta visibilizaba a mujeres científicas y Carla realizaba actividades especiales en el día del 8M. Ana comentaba la necesidad de que especialistas y profesionales en cuestiones de género formaran al alumnado en estas cuestiones. Los hombres, en cambio, veían más útil trabajar el tema de manera indirecta en vez de hacer actividades específicas, cuidando las acciones del día a día y asegurando el trato igualitario a todo el alumnado.

Por otro lado, todos los entrevistados admitieron tener estereotipos de género interiorizados, pero la mayoría se consideraba como un agente pasivo en su transmisión al alumnado. Berta, Carla y Eduardo afirmaron tener sesgos de género, pero ni sabían poner ejemplos, ni se detectaron como causa o solución al problema. La única en señalar el importante papel del profesorado en seguir transmitiendo o evitando el sesgo género entre el alumnado fue Ana. Eduardo, en cambio, afirmó que era imposible que las diferencias presentes en las áreas STEM estuvieran causadas por el profesorado.

*“Es trabajo de todo el profesorado romper con los estereotipos que tenemos interiorizados, porque si no seguiremos pasándoselos a nuestro alumnado.” Ana.*

*“Es imposible que esas diferencias salgan de las aulas. No tengo ni idea de por qué las chicas no van a ingeniería, pero en el aula no decimos nada que provoque eso.” Eduardo.*

En definitiva, a pesar de que todos los docentes conocían las diferencias entre hombres y mujeres presentes en las áreas STEM, no parecían ser conscientes del papel activo que tienen en aumentar o disminuir la brecha de género en las áreas científico-tecnológicas. De manera positiva hay que destacar que todos los entrevistados admitieron abiertamente tener estereotipos interiorizados. Pero pocos de ellos sabían identificar actitudes, comentarios o pensamientos sesgados; lo que hace pensar que es complicado reconocer los estereotipos propios y evitarlos, dificultando saber qué se transmite y qué no al alumnado.

#### **4.3.2. Resultados de las entrevistas finales**

A pesar de mostrarles los resultados obtenidos a lo largo de este estudio y comentarles lo encontrado en la bibliografía, los dos profesores confrontados en estas entrevistas (David y Eduardo), vagamente cambiaron su opinión respecto a las entrevistas iniciales.

En las primeras entrevistas ambos docentes se mostraron en contra de la educación STEM. Sin embargo, David mejoró su perspectiva sobre este tipo de educación. Como ya se ha explicado anteriormente, David tuvo la oportunidad de participar en la implementación de la



actividad STEM, por lo que pudo ver con sus propios ojos el trabajo del alumnado. Gracias a esto, admitió que la actividad había salido mejor de lo esperado y que le sorprendió gratamente la alta motivación y participación del alumnado. Opina que los grupos que no acabaron la actividad fueron aquellos grupos que tampoco trabajan adecuadamente en otras actividades o asignaturas, indicando que la falta de trabajo de este alumnado fue por causas ajenas a la actividad STEM. Además, a pesar de que en la primera entrevista dijo no ver beneficios de trabajar tecnología y ciencia a la vez, comenta que el uso del simulador fue interesante y que puede fomentar el aprendizaje del alumnado.

*“Me sorprendió la iniciativa y curiosidad que mostraron los estudiantes. Se nota que no suelen hacer este tipo de ejercicios y estuvieron muy motivados desde el principio.” David.*

Convencer a Eduardo fue más complicado. Aun enseñándole los resultados de las fichas de trabajo y contándole las sensaciones de los docentes implicados, se siguió mostrando desconfiado en cuanto a la educación STEM. Por ejemplo, cuenta que él mismo ha utilizado simuladores en el aula, pero tal como dijo en la entrevista inicial, piensa que el alumnado suele tomarse estos ejercicios como un pasatiempo y que no sabe hasta qué punto promueven el aprendizaje. Para evitar este riesgo, estudios que evidencian la mejora del aprendizaje a través de simuladores recomiendan pautas como marcar adecuadamente los objetivos de la actividad, que el alumnado haga un informe con las posibles estrategias a seguir utilizando el simulador y que realice una reflexión final sobre los resultados obtenidos (Urquidi & Tamarit, 2015). Como ya se ha mencionado anteriormente, en este trabajo no se utilizaron herramientas para analizar a fondo los efectos de la actividad STEM en el aprendizaje y rendimiento del alumnado. Por eso, para promover una educación STEM auténtica y fiable habría que realizar más investigaciones didácticas que arrojen pruebas de su implementación en el aula y analizar sus fortalezas y debilidades (Bogdan & García-Carmona, 2021).

En cuanto al tema de las diferencias de género, ambos estaban de acuerdo con el resultado de la participación equitativa del alumnado en la actividad STEM. En su experiencia como docentes ninguno de los dos había observado diferencias de género a la hora de participar en prácticas científico-tecnológicas. Por lo que, tanto a David como a Eduardo les pareció normal que chicas y chicos participaran de igual manera durante el ejercicio STEM, aunque estos resultados fueran en contra de lo indicado en la bibliografía.

Sin embargo, no coincidieron en el análisis de la participación y espontaneidad del alumnado. Por un lado, David negaba la existencia de roles de género entre el alumnado. Por ejemplo, no consideraba que los chicos respondieran más que las chicas por tener más seguridad o autoestima, o que fuera inusual que las chicas de 1ºESO hubieran recibido más llamadas de

atención. Según él, las diferencias entre chicos y chicas dependen de la dinámica de cada clase y de la personalidad de cada persona: no consideraba que estas actitudes fueran algo extendido en la sociedad. Por otro lado, Eduardo coincidió con la bibliografía y admitió que sus mejores alumnas no participaban a preguntas abiertas y que los chicos suelen recibir más llamadas de atención. Pero al poco tiempo de estas declaraciones, volvía a decir que no percibía diferencias de género entre el alumnado de la ESO.

Por ello, ninguno estuvo de acuerdo en proponer medidas especiales para reducir la brecha de género entre el alumnado de Secundaria. Como ninguno de ellos detectaba dichas diferencias, no les parecía adecuado, por ejemplo, disminuir el número de preguntas abiertas realizadas por el docente y aumentar las preguntas a estudiantes concretos, para favorecer la participación de las alumnas. Incluso dijeron que este tipo de medidas podrían acabar generando más segregación entre el alumnado, o bromearon con que se debería hacer discriminación positiva a los chicos por ser peores estudiantes.

*“Si empezamos a tratar de manera distinta a chicos y chicas, puede que con el tiempo acabemos haciéndoles ejercicios distintos también, y que sean esas medidas las que acaben causando la segregación.” Eduardo.*

Para terminar, se les pidió que realizaran una valoración del papel del profesorado en la formación de estos estereotipos en las aulas. En este caso, sí que hubo un pequeño cambio de opinión frente a la entrevista inicial. Admitieron que debido al proceso de socialización, es común tener estereotipos de género interiorizados, y valoraron la posibilidad de haberlos transmitido alguna vez en el aula sin querer, sin voluntad expresa de discriminar a nadie. Añadiendo que a pesar de que las cuestiones de género han avanzado mucho, deberían seguir avanzando para mejorar la situación actual.

Por todo lo recogido en estas entrevistas, parece que los estereotipos de género están aún arraigados en el sistema educativo, a pesar de que parte del profesorado muestre un clima de igualdad y niegue la existencia de diferencias. Al igual que en otras investigaciones como la realizada en la Universidad de Valladolid (Díaz de Greñu & Anguita, 2017), se detectan comentarios estereotipados en el discurso del profesorado, lo que indica que el sistema educativo debe hacer un mayor esfuerzo en concienciar y corregir las desigualdades presentes en la marcha cotidiana de las clases. Es cierto que los estereotipos interiorizados de manera inconsciente son difíciles de detectar y modificar, pero es importante optar por estrategias pedagógicas que transformen la educación, la práctica y la gestión de la ciencia y la tecnología en el aula de Secundaria si queremos romper las diferencias de género en las áreas STEM.

## CONCLUSIONES

Los principales hallazgos de este trabajo son los siguientes:

- Parece que la actividad “Misión Espacial” permite el trabajo y aprendizaje de distintos contenidos curriculares y competenciales. Las más destacables serían: la astronomía, las matemáticas, el pensamiento computacional, la creatividad, la autonomía y el trabajo en equipo. Sin embargo, la puesta en práctica de esta actividad ha demostrado que el ejercicio tiene limitaciones y sería conveniente corregirlas, como por ejemplo el nivel académico de las matemáticas. También sería recomendable hacer una investigación educativa que pruebe el nivel de profundidad y tipo de aprendizaje que adquiere el alumnado al realizar esta tarea STEM, para marcar sus beneficios y desventajas.
- Dada la limitada muestra de estudio analizada durante las observaciones se han obtenido datos incongruentes al analizar las actitudes y comportamientos de alumnado y profesorado en las clases de ciencias. Por ello, sería necesario ampliar la investigación para confirmar la presencia de estereotipos de género en las áreas STEM del profesorado y alumnado apuntadas en este trabajo.
- La educación STEM sigue siendo un marco educativo desconocido e incomprendido para la mayor parte del grupo docente. Pocos docentes están formados en este área, confían en sus verdaderos beneficios y lo ponen en práctica en el aula de Secundaria. La realización de más investigaciones sobre sus fortalezas y debilidades podría aumentar su implantación en el aula y así, promover la tan necesaria alfabetización científico-tecnológica de todo el alumnado.
- A pesar de que la mayoría de los docentes nieguen la existencia de diferencias de género en sus aulas, tanto la bibliografía como su discurso indican la presencia de sesgos en las clases de ciencias. La aceptación de tener estereotipos de género interiorizados es un gran paso hacia la igualdad entre hombres y mujeres en las áreas STEM. Pero para poder conseguir una enseñanza STEM igualitaria y no sexista hay que desvelar el “currículum oculto” y concienciar al profesorado sobre el papel activo que tienen en la transmisión de los estereotipos de género. Este trabajo deja en evidencia la necesidad de dar la importancia que merece al tema, formar al profesorado en cuestiones de género y visibilizar y corregir los sesgos arraigados de manera inconsciente. De esta manera, se podría evitar la transmisión de estereotipos por parte de los docentes y conseguir la igualdad de alumnas y alumnos en la educación científico-tecnológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acut, D. P., & Latonio, R. A. C. (2021). Utilization of stellarium-based activity: Its effectiveness to the academic performance of Grade 11 STEM strand students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012082>
- Arconada, M. Á., García, M. V., Moreno, M. A., & Ruiz, C. (2017). Plan De Coeducación 2017-2021 Para Los Centros Y Comunidades Educativas De Navarra. *Sección de Igualdad y Convivencia. Departamento de Educación*, 121. <https://www.educacion.navarra.es/documents/27590/1325202/Plan+de+Coeducación+2017-2021+Web5.pdf/6a6ef96d-b12f-0873-cfa8-de7862183455>
- Asiain, A. (2020). *Estereotipos de género en las aulas de Grado de Magisterio de Educación Primaria*. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/37625>
- Aukes, A. V. A., Date, G., Faculty, P., & Sciences, B. (2012). *The Use of a Drawing-based Simulation for Modeling the Solar System*. 0183393.
- Beaman, R., Wheldall, K., & Kemp, C. (2006). Differential teacher attention to boys and girls in the classroom. *Educational Review*, 58(3), 339–366. <https://doi.org/10.1080/00131910600748406>
- Beede, D., Julian, T., & Langdon, D. (2013). Women in stem: A gender gap to innovation. *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Workforce Trends and Policy Considerations*, 51–61. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1964782>
- Bogdan, R., & García-Carmona, A. (2021). «Of STEM we like everything but STEM». A critical analysis of a buzzing educational trend. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3093>
- Bogdan, R., & Retana, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15–33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- COSCE. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*.
- Couso, D. (2017). ¿ Por qué estamos en STEM ? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo. *Ciències*, 34, 22–30.
- Díaz de Greñu, S., & Anguita, R. (2017). Estereotipos del profesorado en torno al género y a la orientación sexual. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 20(1), 219. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.1.228961>
- Domènech-Casal, J. (2019). *Tema d' anàlisi : STEM : Oportunitats y retos desde la Enseñanza de las Ciencias*. 155–168.
- Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). *Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos*. 16(2). <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Fernández, Á. (2013). *Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas en ESO y Bachillerato. Análisis de un caso práctico*.
- Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J., McGettrick, A., Boyle, R., Drechsler, M., Mendelson, A., Stephenson, C., Ghezzi, C., & Meyer, B. (2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education*. 1–21.
- González, M. I., & Pérez, E. (2002). Ciencia , Tecnología y Género. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 70.
- Gutiérrez, E. (2007). Técnicas e instrumentos de observación de clases y su aplicación en el desarrollo de proyectos de investigación en el aula y de autoevaluación del proceso docente. *La Evaluación En El Aprendizaje y La Enseñanza Del Español Como Lengua Extranjera/Segunda Lengua: XVIII Congreso Internacional de La Asociación Para La Enseñanza Del Español Como Lengua Extranjera (ASELE)*, 336–342.

- Hackling, M., Murcia, K., West, J., & Anderson, K. (2014). *Optimising STEM Education in WA Schools. February*.
- Hammer, D., & Wildavsky, A. (1990). La entrevista semi-estructurada de final abierto. Aproximación a una guía operativa. *Historia y Fuente Oral*, 4, 23–61.
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). *España en cifras 2018*. 60. [http://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras](http://www.ine.es/prodyser/espa_cifras) (ISSN 2255-0410)
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lanciano, N. (2006). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 7(2), 173–182. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5018>
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica : nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de Las Ciencias*, 24(1), 005–012. <http://ddd.uab.cat/record/30485>
- Liu, M., Hu, W., Jiannong, S., & Adey, P. (2010). Gender Stereotyping and Affective Attitudes Towards Science in Chinese Secondary School Students. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC*, 32, 379–395. <https://doi.org/10.1080/09500690802595847>
- Manassero, M. A., & Vazquez, Á. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 97(1), 251–279.
- Matos, Y. (2008). La observación, discusión y demostración: técnicas de investigación en el aula. *Laurus*, 14(27), 33–52.
- National Aeronautics and Space Administration. (2020). *NASA strategy for STEM ENGAGEMENT*.
- Navarra. (2015). Currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra. *Boletín Oficial de Navarra*, 127.
- Pastor, Y., Balaguer, I., & García-Merita, M. L. (2003). El autoconcepto y la autoestima en la adolescencia media: Análisis diferencial por curso y género. *Revista de Psicología Social*, 18(2), 141–159. <https://doi.org/10.1174/021347403321645258>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*.
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. In *Science Education* (Vol. 96, Issue 3, pp. 411–427). <https://doi.org/10.1002/sce.21007>
- Serbin, L. A., Leary, K. D. O., Kent, R. N., & Tonick, I. J. (2007). A Comparison of Teacher Response to the Preacademic and Problem Behavior of Boys and Girls. *Educational Review*.
- Solbes, J., & Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 01–12. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172013000100016>
- Urquidi, A. C., & Tamarit, C. (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica. *Opción*, 31(3), 1201–1220. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31045567063.pdf>
- Vanegas, Y. (2021). STEM, STEAM, STREAM: Posibilidades, reflexiones y experiencias. *Didacticae*, 4–7. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.4-7>
- Varela, M. M., Pérez, U., Serrallé, J. F., & Arias, A. (2013). *Evolución de las concepciones sobre astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa con actividades de simulación. 2004*, 9–12.
- Voss, H. D., Dailey, J., & Snyder, S. J. (2011). High-Altitude Balloon Launches and Hands-On Sensors for Effective Student Learning in Astronomy and STEM. *Earth and Space Science: Making Connections in Education and Public Outreach*, 443, 340–344.
- Wang, M. Te, Eccles, J. S., & Kenny, S. (2013). Not Lack of Ability but More Choice: Individual and

Gender Differences in Choice of Careers in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Psychological Science*, 24(5), 770–775. <https://doi.org/10.1177/0956797612458937>

Watt, H. M. G. (2004). Development of adolescents' self-perceptions, values, and task perceptions according to gender and domain in 7th- through 11th-grade Australian students. *Child Development*, 75(5), 1556–1574. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00757.x>

## ANEXOS

### ANEXO I. Guía docente de la actividad “Misión Espacial STEM”

# GUÍA DOCENTE: MISIÓN ESPACIAL STEM

#### Título

Misión Espacial STEM

#### Autora

Elena Echavarri

#### Resumen

En esta actividad se propone al alumnado el reto STEM de diseñar una misión espacial. Para ello, necesitarán conocimientos sobre el universo, el sistema solar, misiones espaciales, matemáticas y tecnología.

#### Palabras clave

STEM, astronomía, matemáticas, tecnología, SCRATCH.

#### TABLA RESUMEN

<b>Asignatura</b>	Biología y Geología
<b>Curso</b>	1º ESO
<b>Tiempo</b>	3 sesiones
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Chromebooks</li><li>- Presentación de la actividad</li><li>- Vídeos y recursos online</li><li>- Ficha de trabajo</li><li>- Programa SCRATCH</li></ul>
<b>Recursos online utilizados</b>	<p><a href="https://view.genial.ly/6251635c16c2b50018559ab5/presentation-misio-espazialak">https://view.genial.ly/6251635c16c2b50018559ab5/presentation-misio-espazialak</a></p> <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos_de_objetos_gravitacionalmente_redondeados_del_sistema_solar">https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos de objetos gravitacionalmente redondeados del sistema solar</a></p> <p><a href="https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/">https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=o2FFtPPM3iY">https://www.youtube.com/watch?v=o2FFtPPM3iY</a></p> <p><a href="https://www.solarsystemscope.com">https://www.solarsystemscope.com</a></p> <p><a href="https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted">https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted</a></p>

## Localización del tema en el currículum

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA – 1º ESO <i>Bloque 2.- La Tierra y el Universo</i>		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Origen y principales componentes del Universo <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del Sistema Solar y de sus componentes</li> <li>- El planeta Tierra.</li> </ul>	1. Conocer las principales hipótesis sobre el origen del Universo y la formación y evolución de las Galaxias. 2. Exponer la organización del Sistema Solar. 3. Relacionar comparativamente la posición de un planeta en el sistema solar con sus características. 4. Determinar la posición de la Tierra en el Sistema solar.	2.2. Reconoce los componentes del Sistema Solar describiendo sus características generales. 3.1. Asigna las características correspondientes a los planetas interiores y a los planetas exteriores. 4.1. Dibuja el Sistema Solar y localiza la Tierra en él. 5.1. Categoriza los fenómenos principales relacionados con el movimiento y posición de los astros, deduciendo su importancia para la vida.

## Objetivos generales ODS

- 4. Educación de calidad
- 8. Trabajo decente y crecimiento económico
- 10. Reducción de las desigualdades

## Objetivos específicos

- Conocer el Universo y el Sistema Solar
- Conocer los últimos avances de la astronomía
- Aplicar conocimientos matemáticos para resolver problemas
- Introducir conceptos básicos de programación a través de SCRATCH
- Promover la autonomía, creatividad y trabajo en equipo del alumnado

## Competencias

### Competencias del currículum

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- Competencia digital
- Aprender a aprender
- Competencias sociales y cívicas

### Competencias transversales

- Competencias del siglo XXI: creatividad, comunicación, colaboración, pensamiento crítico

## Metodologías

- Clase magistral expositiva
- Trabajo cooperativo
- Actividad STEM mediante aprendizaje basado en retos



**Resumen**

Sesión	Resumen
1ª sesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de las misiones espaciales: explicación teórica sobre los viajes al espacio y los últimos avances científicos en astronomía</li> <li>• Introducción de la actividad: explicación de las tareas que se van a realizar</li> <li>• Se empieza con la ficha de trabajo sobre la misión espacial: comienza con la recogida de información y la realización de los cálculos matemáticos</li> </ul>
2ª sesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acaba la ficha de trabajo</li> <li>• Introducción a Scratch: pequeña introducción a la aplicación, ver algún ejemplo...</li> <li>• Empezar el diseño de la misión con Scratch</li> </ul>
3ª sesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabar el diseño de la misión con Scratch</li> </ul>

**Secuenciación de actividades**

Nombre de la actividad	Descripción	Tiempo
¿Qué son las misiones espaciales?	<p>Se discute con el alumnado cómo sabemos tantas cosas del universo y se introduce el tema de las misiones espaciales con ayuda de la presentación preparada en Genially:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de misión espacial</li> <li>• Cómo se organizan</li> <li>• Ejemplos sobre misiones espaciales</li> </ul>	20 minutos
Planeando la misión	<p>Una vez que se ha visto qué es una misión espacial, se le propone al alumnado que diseñe su propio viaje. Por grupos, deberán marcar su objetivo, describirlo (qué es, cómo es, a qué distancia está...) y diseñar el viaje (de dónde despegarán, cuándo, cuánto tiempo les costará llegar al destino...), rellenando las fichas con las preguntas y tablas para la tarea.</p> <p>Además, se les proporcionarán enlaces para la búsqueda de información y ejemplos para facilitar los cálculos. El docente acompañará y guiará a los estudiantes en las actividades si tienen alguna duda.</p>	60 minutos (30 minutos de la 1ª sesión + 30 minutos 2ª sesión)
Diseño del viaje espacial con SCRATCH	<p>Tras recoger toda la información necesaria y diseñar la misión espacial, se le pedirá a cada grupo que plasmen su idea en una animación usando la herramienta SCRATCH.</p> <p>Si el alumnado conoce la herramienta se les puede dejar trabajando libremente.</p> <p>Pero, si el alumnado no conoce el programa, tiene dificultades con la tecnología o hay falta del tiempo, se les puede proporcionar algún ejemplo o plantilla para que trabajen sobre ella.</p>	70 minutos (20 minutos de la 2ª sesión + 50 minutos de la 3ª sesión)

### Notas para el profesor

- Conviene tener conocimientos básicos sobre el Universo y el Sistema Solar: se supone que este tema se ha trabajado en la Educación Primaria, por lo que se debería tener la base sobre astronomía.
- Marcar un objetivo puede ser costoso para el alumnado, habría que guiarles o mostrarles algún ejemplo de investigación espacial para que decidan qué quieren estudiar.
- Hay que asegurarse de que seleccionan un objetivo viable que permita obtener información y realizar los cálculos.
- Puede que necesiten ayuda con los cálculos o que no entiendan bien conceptos de física como la gravedad, puesto que aún no los han trabajado en las asignaturas de matemáticas o física-química o no tienen el nivel de abstracción necesario.
- La herramienta Scratch es sencilla, pero en un principio puede ser abrumadora. Conviene conocerla antes de utilizarla en el aula, y si fuera necesario darles una plantilla ya hecha al alumnado para que trabaje sobre ella (simplificando el trabajo, pero restándole creatividad y libertad).
- La actividad se puede alargar, facilitar o aumentar la dificultad según el tiempo disponible o el grupo.

### Criterios de evaluación

- Actitud 20%: calificar la actitud personal diaria con un positivo o negativo
- Ficha de recogida de datos 40%: tras la segunda sesión se recogerá una ficha de trabajo por grupo, para corregirla y calificar el trabajo realizado
- Simulación en Scratch 40%: se calificará de manera grupal la animación realizada mediante Scratch. Para ello, conviene preparar una guía de corrección.

**ANEXO II: Enlace a la presentación de la actividad “Misión Espacial STEM”, realizada con la aplicación de Genially**

<https://view.genial.ly/6251635c16c2b50018559ab5/presentation-misio-espazialak>

**ANEXO III. Ficha de trabajo de la actividad “Misión Espacial STEM”**



**DISEÑANDO UNA MISIÓN ESPACIAL**

0. Nombre de la misión: .....

1. Características generales de la misión:

- Salida desde:
  
- Llegada a:
  
- Describe brevemente el objetivo de la misión (¿Qué se quiere observar /analizar?, ¿Cómo se va a hacer?)

2. Completa las características tanto del astro de salida como el de llegada en la siguiente tabla. Puedes buscar la información en los siguientes enlaces:

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos\\_de\\_objetos\\_gravitacionalmente\\_redondeados\\_del\\_sistema\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos_de_objetos_gravitacionalmente_redondeados_del_sistema_solar)
- <https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/>

<b>NOMBRE</b>	<b>SALIDA:</b>	<b>LLEGADA:</b>
Tipo de astro (estrella, planeta, satélite...)		
Distancia media al Sol (km)		
Volumen ( $km^3$ )		
Masa (kg)		
Estructura interna (gaseoso / rocoso)		
Atmósfera		
Temperatura de la superficie (Cº)		
Forma de la órbita		
Distancia de la órbita (km)		
Periodo orbital (días)		
Otras curiosidades (anillos, satélites...)		

3. **Calcula la distancia mínima entre los dos astros elegidos en Años Luz (a.l.), teniendo en cuenta que 1 año luz (a.l) = 10.000.000.000 km.**

*Ejemplo: la Tierra está a unos 150.000.000 km del Sol. ¿Cuántos años luz hay entre la Tierra y el Sol?*

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{1 \text{ año luz}}{10.000.000.000 \text{ km}} = 0,015 \text{ a. l.}$$

4. **Calcula cuánto tiempo costará realizar vuestra misión si se sigue la distancia mínima entre los dos astros. Acuérdate que un año tiene 12 meses.**

*Ejemplo: para viajar de la Tierra a Marte se necesitan unos 7,5 meses, y la distancia entre los dos astros es de 56.000km. ¿Cuánto tiempo costará ir de la Tierra al Sol?*

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{7,5 \text{ meses}}{56.000 \text{ km}} = 20 \text{ meses} = 1,7 \text{ años}$$

5. **¿Cuándo empezará la misión espacial? Indica cuál sería un buen el intervalo de lanzamiento utilizando el simulador “Solar System Scope”, que indica las posiciones de los astros del Sistema Solar a través del tiempo.**

<https://www.solarsystemscope.com>

6. **Una vez que tienes todos los preparativos y cálculos de tu viaje, simúlalo con el programa Scratch. La animación debe incluir los datos que has calculado en las preguntas anteriores. Por ejemplo, cómo se llama la misión, qué se busca, qué características tiene el objetivo, cuándo y dónde empieza...**

<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>

**ANEXO IV: tabla de recogida de datos utilizada para la observación de las actitudes alumnado durante la realización de la actividad STEM propuesta**

ACTITUDES ALUMNXS											
	PARTICIPACIÓN			ESPONTÉNEO		STEM					
TIEMPO	Participa activamente en la actividad	Aporta ideas y sugerencias al grupo de forma espontánea	Responde preguntas abiertas	Solicita ayuda o realiza preguntas	Interrumpe la clase hablando y molestando	Muestra interés por la actividad	Se queja de la dificultad o de la temática la actividad	Utiliza TICS o realiza cálculos matemáticos	Se limita a escribir los resultados obtenidos por el grupo	Adquiere un rol pasivo	Aporta ideas al grupo (rol activo intelectual)
5´											
10´											
15´											
20´											
25´											
30´											
35´											
40´											
45´											
50´											
55´											

**ANEXO V: tabla de recogida de datos utilizada para la observación de las actitudes del profesorado durante las sesiones de Biología y Geología**

	<b>ACTITUDES DOCENTE</b>						
<b>TIEMPO</b>	Realiza preguntas abiertas	Realiza preguntas dirigida a chica	Ofrece ayuda a chica	Llama la atención a chica	Realiza preguntas dirigidas a chico	Ofrece ayuda a chico	Llama la atención a chico
5'							
10'							
15'							
20'							
25'							
30'							
35'							
40'							
45'							
50'							
55'							

## **ANEXO VI: Guía para las entrevistas iniciales semi-estructuradas realizadas al profesorado**

### **GUÍA DE LAS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS INICIALES**

#### **DATOS PERSONALES**

- Nombre
- Sexo
- Estudios
- Experiencia como docente
- Asignaturas que ha enseñado
- Conoce el grupo de 1ºESO

#### **STEM**

- Conocimiento de la educación STEM
- Formación en STEM (cursos, charlas, en el máster)
- Opinión
- Experiencia aplicando actividades STEM
- Pros / contras
- Impacto en el alumnado

#### **ACTIVIDAD "MISIÓN ESPACIAL STEM" Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA DE 1ºESO**

- Conoce al grupo de 1ºESO
- Descripción del grupo
- Valoración de la actividad STEM (pros, contras, adecuación al nivel)
- Qué resultados espera
- A quién le costará más / menos
- A quién le gustará más / menos
- Roles en los trabajos de grupo

#### **GÉNERO Y STEM**

- Diferencias entre chicos y chicas al hacer la actividad
- Diferencias entre alumnos y alumnas (carácter, gustos, actitud hacia las ciencias)
- Existencia de diferencias de género en las carreras y trabajos STEM
- Importancia de tratar este tema en el aula
- Cómo se trata este tema
- Cree que tiene estereotipos de género interiorizados



## ANEXO VII: Guía para las entrevistas finales semi-estructuradas realizadas al profesorado

### GUÍA DE LAS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS FINALES

#### RESULTADOS DE LOS EJERCICIOS "MISIÓN ESPACIAL STEM"

- Creen que los que se han descolgado de la actividad son los que también se descuelgan de la metodología tradicional
- Matemáticas como área limitante en STEM
- Opiniones, experiencia de usar simuladores
- Esta actividad les parece STEM
- Han cambiado de opinión sobre:
  - o "Demasiado práctico, no adquieren base teórica" cuando han trabajado conceptos nuevos sobre astronomía, mates y tecnología
  - o "No veo beneficios en trabajar tecnología + ciencias" uso de simuladores para mejorar la visión del espacio, Scratch para modelizar, etc
- Qué les ha sorprendido, qué no

#### RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN EN EL AULA

- Se esperaba que chicos y chicas estuviesen igual de interesadas, y que ni uno ni otro lo viese más difícil
- Explicación de que los chicos responden a más preguntas abiertas del docente
- Explicación de que las chicas realizan más preguntas al docente
- Explicación de que las chicas interrumpieran más las clases que los chicos, al contrario que lo que indica la bibliografía
- Cuando medimos el número de respuestas espontáneas, intervienen mucho más los chicos. ¿Crees que deberíamos hacer algo al respecto? ¿No intervenir es ya tomar postura?

#### RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN DEL PROFESORADO

- Lo más común son preguntas abiertas, se responden por chicos, y no se insiste a las chicas
  - o Por qué
  - o Es justo para las chicas
  - o Sabiendo eso, lo cambiarían o seguirían haciendo preguntas abiertas
- En 1º ESO más llamadas de atención a chicas, y en 3º ESO a chicos ¿conoces a esos grupos? ¿Te parece que tiene que ver con el género o son cosas específicas de ese grupo?
- Mayor interacción con los chicos, se aprenden más nombres de ellos que de ellas
  - o Se debería hacer esfuerzo para combatirlo o no
  - o Le ha ocurrido alguna vez

#### GÉNERO Y STEM

- Qué se esperaban / qué les ha sorprendido
- Valoración del papel del profesorado en las diferencias de género vistas
- Con lo que hemos visto... ¿ideas para disminuir la brecha entre hombres y mujeres en áreas STEM?
- Comentarios de ideas propuestas por especialistas para evitar diferencias de género
  - o Preguntar a alumnos concretos por su nombre, en vez de pedir voluntarios
  - o Tratar con delicadeza los fallos de las chicas
  - o Inhibir la precipitación de los chicos
  - o Emplear agrupaciones homogéneas y heterogéneas
- Conclusión final

**ANEXO VIII: resultados de las fichas de trabajo de la actividad “Misión Espacial STEM” del alumnado de 1º ESO**



MISIO ESPAZIALA SORTZEN

D. Misioaren izena: *Fobos*

1. Misioaren ezaugarri orokorrak:

- Irteera: *NASA-rik irteko gara.*
- Helmuga: *Fobos: Marteko itargi bat.*
- Misioaren helburua deskribatu (Zer behatu edo aztertu nahi da?, Nola egingo da?, Ze materiala beharko da horretarako?)  
*Marteko itargi bat aztertu nahi dugu. Bidea, kidea da.*

2. Misiorako aukeratu diren bi astroen ezaugarriak deskribatu beheko taulan. Informazioa hurrengo estekatan aurkitu dezakezu:

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos\\_de\\_objetos\\_gravitacionalmente\\_redondeados\\_del\\_sistema\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos_de_objetos_gravitacionalmente_redondeados_del_sistema_solar)
- <https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/>

IZENA:	<i>Lurra</i>	<i>Fobos</i>
Astro mota (izarra, planeta, satelitea...)	<i>Planeta</i>	<i>Satelitea</i>
Eguzkiraino distantzia (km)	<i>149.597.870 km</i>	<i>227.936.640 km</i>
Bolumena ( $km^3$ )	<i><math>1.083 \times 10^{21}</math></i>	<i><math>1.6318 \times 10^{11}</math></i>
Masa (kg)	<i><math>5.9742 \times 10^{24}</math></i>	<i><math>6.4191 \times 10^{23}</math></i>
Barne egitura (gas / arroka)	<i>Arroka</i>	<i>Arroka</i>
Atmosfera	<i>Bai</i>	<i>Ez</i>
Gainazalaren tenperatura (C°)	<i>14,85</i>	<i>-87,15/-5,15</i>
Orbitaren forma	<i>Eliptikoa</i>	<i>Parabolikoa</i>
Orbitaren distantzia (km)	<i>149.598.262</i>	<i>227.943.824</i>
Orbita periodoa (egunak)	<i>1.0000174</i>	<i>1.8808476</i>
Beste berezitasunak (eraztunak, sateliteak...)	<i>Eraztunik ez, Satellite 1=Itargia</i>	<i>Eraztunik ez, 2 satellite Ite= Phobos eta Deimos</i>

78,338,770 km



3. Bi astroen arteko distantzia minimoa kalkulatu kilometrotan eta argi-urteetan, jakinda argi urte 1 = 10.000.000.000 km = 10.000 gigametro direla.

Adibidez: Lurra planeta Eguzkitik gutxi gorabehera 150.000.000 km-tara dago. Zenbat argi urte dauka Lurretik Eguzkira?

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{1 \text{ argi urte}}{10.000.000.000 \text{ km}} = 0,015 \text{ argi urte}$$

$$= 7'83 \cdot 10^{-5} \text{ argi urte} =$$

$$= 0'0007 \text{ argi urte}$$

4. Kalkulatu zenbat denbora kostatuko den misioa betetzea, bi astroen arteko distantzia minimoa jarrailzen bada. Oroitu urte batek 12 hilabete dituela.

Adibidez: Lurretik Martera joateko gutxi gora behera 7,5 hilabete behar dira, eta bien arteko distantzia 56.000.000km-koa da. Zenbat denbora beharko da Lurretik Eguzkira joateko bien artean 150.000.000 km baldin badaude?

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{7,5 \text{ hilabete}}{56.000.000 \text{ km}} = 20 \text{ hilabete} = 1,7 \text{ urte}$$

$$= 10,5 \text{ hilabete} = 0,875 \text{ urte}$$

5. Noiz hasiko da misio espaziala? "Solar System Scope" simuladorea erabiliz ikusi zein izango den datarik egokiena sutzria botatzeko.

<https://www.solarsystemscope.com>

2022ko abenduaren 5a = 10:15 orrrn



## MISIO ESPAZIALA SORTZEN

0. Misioaren izena: *Go to Saturno*

1. Misioaren ezaugarri orokorrak:

- Irteera: *2026*
- Helmuga: *Saturno*
- Misioaren helburua deskribatu (Zer behatu edo aztertu nahi da?, Nola egingo da?, Ze materiala beharko da horretarako?)  
*Bizitza, planeta aztertzen, jontziak, koetea...*

2. Misiorako aukeratu diren bi astroen ezaugarriak deskribatu beheko taulan. Informazioa hurrengo estekatan aurkitu dezakezu:

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos\\_de\\_objetos\\_gravitacionalmente\\_redondeados\\_del\\_sistema\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Datos_de_objetos_gravitacionalmente_redondeados_del_sistema_solar)
- <https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/>

IZENA:	<i>Lurra</i>	<i>Saturno</i>
Astro mota (izarra, planeta, satelitea...)	<i>Planeta</i>	<i>Planeta</i>
Eguzkiraino distantzia (km)	<i>150.000.000 km</i>	<i>1,478E9 km</i>
Bolumena ( $\text{km}^3$ )	<i><math>1,08321 \times 10^{12} \text{ km}^3</math></i>	<i><math>8,2713 \times 10^{14} \text{ km}^3</math></i>
Masa (kg)	<i><math>5,972E24 \text{ kg}</math></i>	<i><math>5,683E26 \text{ kg}</math></i>
Barne egitura (gas / arroka)	<i>Arroka</i>	<i>Gas</i>
Atmosfera	<i>Bai</i>	<i>Bai</i>
Gainazalaren temperatura (C°)	<i>14,84g</i>	<i>-191g</i>
Orbitaren forma	<i>Eliptikoa</i>	<i>Eliptikoa</i>
Orbitaren distantzia (km)	<i>107.28 km</i>	<i>34884 km</i>
Orbita periodoa (egunak)	<i>365</i>	<i>10751</i>
Beste berezitasunak (eraztunak, sateliteak...)	<i>Lurran satelite bat du eta Lurre der: 1 eo.</i>	<i>Saturnok eraztunak ditu eta 82 satelite, Titan</i>

3. Bi astroen arteko distantzia minimoa kalkulatu kilometrotan eta argi-urteetako unitateetan, jakinda argi urte 1 = 10.000.000.000 km = 10.000 gigametro direla.

Adibidez: Lurra planeta Eguzkitik gutxi gorabehera 150.000.000 km-tara dago. Zenbat argi urte daude Lurretik Eguzkira?

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{1 \text{ argi urte}}{10.000.000.000 \text{ km}} = 0,015 \text{ argi urte}$$

$$1400.000.000 \text{ km} \times \frac{1 \text{ argi urte}}{10.000.000.000 \text{ km}} = 0,14 \text{ argi urte}$$

4. Kalkulatu zenbat denbora kostatuko den misioa betetzea, bi astroen arteko distantzia minimoa jarraitzen bada. Oroitu urte batek 12 hilabete dituela.

Adibidez: Lurretik Martera joateko gutxi gora behera 7,5 hilabete behar dira, eta bien arteko distantzia 56.000.000km-koa da. Zenbat denbora beharko da Lurretik Eguzkira joateko bien artean 150.000.000 km baldin badaude?

$$150.000.000 \text{ km} \times \frac{7,5 \text{ hilabete}}{56.000.000 \text{ km}} = 20 \text{ hilabete} = 1,7 \text{ urte}$$

$$1.275.000.000 \text{ km} \times \frac{7,5}{56.000.000 \text{ km}} = 170,75 \text{ hilabete}$$

$$14,176 \text{ urte.}$$

5. Noiz hasiko da misio espaziala? "Solar System Scope" simuladorea erabiliz ikusi zein izango den datarik egokiena suziria botatzeko.

<https://www.solarsystemscope.com>

2022/10/Sep  
12:46

### ANEXO IX: datos de las observaciones realizadas al alumnado de 1ºESO durante la actividad STEM

ACTITUDES ALUMNXS											
TIEMPO	PARTICIPACIÓN			ESPONTÉNEO		STEM					
	Participa activamente en la actividad	Aporta ideas y sugerencias al grupo de forma espontánea	Responde preguntas abiertas	Solicita ayuda o realiza preguntas	Interrumpe la clase hablando y molestando	Muestra interés por la actividad	Se queja de la dificultad o de la temática la actividad	Utiliza TICS o realiza cálculos matemáticos	Se limita a escribir los resultados obtenidos por el grupo	Adquiere un rol pasivo	Aporta ideas al grupo (rol activo intelectual)
CHICAS	11	3	3	1	1	3	2	11	0	0	0
CHICOS	11	3	1	8	6	3	2	11	0	0	0

**ANEXO X: datos de las observaciones realizadas al profesorado en las sesiones Biología y Geología**

TIEMPO	ACTITUDES DOCENTE						
	Realiza preguntas abiertas	Realiza preguntas dirigida a chica	Ofrece ayuda a chica	Llama la atención a chica	Realiza preguntas dirigidas a chico	Ofrece ayuda a chico	Llama la atención a chico
1º ESO	22	0	1	2	1	1	0
3º ESO	14	8	0	0	12	0	12
TOTAL	36	8	1	2	13	1	12