



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROPUESTA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA DESDE EL PAPEL DE LA MUJER CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DE 4ºESO

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas

Autor: Sara Villalba Antolín

Tutores: Dra. Ana María Ares Sacristán y D. Adrián de la Fuente Ballesteros

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster pretende contribuir a mejorar la visibilidad del papel de la mujer científica durante la enseñanza en la etapa educativa de Educación Secundaria Obligatoria. Para ello, se han elaborado tres actividades que se podrían realizar en el aula con alumnos de cuarto curso en la asignatura de Física y Química sobre la mujer científica, así como el desarrollo y la evaluación de cada una de ellas. También, se analiza la percepción que tienen los 53 alumnos del nivel educativo elegido del Colegio San José-Jesuitas de Valladolid sobre la contribución de la mujer en la Ciencia, usando un cuestionario elaborado de forma original y propia sobre este tema y su relación con la importancia de tener referentes científicos femeninos para la elección de estudios futuros. Esto se ha realizado tras la observación de la poca importancia que se le da a la mujer en la sociedad y sobre todo en el ámbito de las Ciencias, y después de una revisión bibliográfica percibiéndose que las aportaciones de las mujeres al progreso científico y tecnológico han sido poco referenciadas o incluso históricamente minusvaloradas teniendo en cuenta su relevancia. Los resultados demuestran que los alumnos y alumnas no conocen suficientes científicas y que su ausencia en los libros de textos puede ser un motivo de la falta de interés de las alumnas por carreras del ámbito científico, junto con la errónea creencia de que solo sirven para profesiones relacionadas con el rol de cuidados, subestimándolas e infravalorándolas frente a las carreras STEM. Asimismo, al final del trabajo se dejan varias líneas de investigación abiertas y perspectivas futuras para poder continuar con esta línea de estudio.

PALABRAS CLAVE: Mujer científica, 4ºESO, Percepción, Educación.

ABSTRACT

This Master's Thesis has the objective of improving the visibility of the role of the female scientist in education during the education stage of Secondary Compulsory Education. With that goal, three activities about scientific women, as well as the development and evaluation of each of them, that could be carried out in the classroom with fourth year students in the subject of Physics and Chemistry have been developed. Moreover, it is analysed the perception of the 53 students of the educational stage chosen of the San José-Jesuitas High School of Valladolid about the contribution of women in Science, by making use of an original self-made questionnaire about this topic and the relevance of having female scientists referents in the choice of future

studies and career paths. It was done after observing the little importance that women are giving in society and particularly in the scientific field, and after a literature review noticing that the contributions of women to scientific and technological progress have been rarely referenced and historically they even have been undervalued given their relevance. The results show that the students do not know enough female scientists and that their absence in textbooks could be a cause of the lack of interest of the female students in degrees of the scientific field, together with false belief that they are only made for careers related to caregiving, underestimating and underestimating them against STEM careers. Furthermore, several lines of investigation are left open at the end of this thesis, as well as future perspectives that could be pursued in this line of study.

KEYWORDS: Scientific Woman, 4th of Secondary, Perception and Education.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Justificación del trabajo	2
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	Objetivos generales.....	4
2.2.	Objetivos específicos	4
3.	MARCO TEÓRICO.....	5
3.1.	Antecedentes	5
3.2.	La historia de la mujer en la Ciencia	6
3.3.	Las causas de la desigualdad de la mujer en la Ciencia.....	8
4.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA.....	13
4.1.	Contexto	13
4.2.	Recursos y materiales	14
4.3.	Objetivos	15
4.4.	Principios metodológicos.....	15
4.5.	Contenidos y competencias.....	18
4.5.1.	Contenidos	18
4.5.2.	Competencias clave	18
4.6.	Temporalización	20
4.7.	Actividades.....	20
4.7.1.	Actividad 1: Realización de un podcast.....	21
4.7.2.	Actividad 2: Creación de un cuento	22
4.7.3.	Actividad 3: Gymkana “Conoce a las científicas”	23
4.8.	Evaluación.....	25
4.8.1.	Evaluación de la actividad 1	25
4.8.2.	Evaluación de la actividad 2	26
4.8.3.	Evaluación de la actividad 3	26
4.9.	Atención a la diversidad.....	28
4.10.	Resultados de la encuesta.....	29
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
5.1.	Actividades.....	36
5.2.	Encuesta	36
6.	CONCLUSIONES	42

7. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	43
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
9. ANEXOS	50
ANEXO I: CUESTIONARIO A LOS ALUMNOS.....	50
ANEXO II: EJEMPLO DEL GUION DEL PODCAST	52
ANEXO III: CUENTO DE MARIE CURIE	55
ANEXO IV: SOPA DE LETRAS	59
ANEXO V: CARTAS PARA EL JUEGO “ADIVINA QUIÉN SOY”	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Respuestas a la pregunta 1 del cuestionario.	29
Figura 2. Respuestas a la pregunta 2 del cuestionario para la modalidad bilingüe.	30
Figura 3. Respuestas a la pregunta 2 del cuestionario para la modalidad no bilingüe. ...	30
Figura 4. Respuestas a la pregunta 3 del cuestionario para la modalidad bilingüe.	31
Figura 5. Respuestas a la pregunta 3 del cuestionario para la modalidad no bilingüe. ...	31
Figura 6. Respuestas a la pregunta 4 del cuestionario.	32
Figura 7. Respuestas a la pregunta 5 del cuestionario.	32
Figura 8. Respuestas a la pregunta 6 del cuestionario.	33
Figura 9. Respuestas a la pregunta 7 del cuestionario.	33
Figura 10. Respuestas a la pregunta 8 del cuestionario de la modalidad bilingüe.	34
Figura 11. Respuestas a la pregunta 8 del cuestionario de la modalidad no bilingüe. ...	34
Figura 12. Respuestas a la pregunta 9 del cuestionario de la modalidad bilingüe.	35
Figura 13. Respuestas a la pregunta 9 del cuestionario de la modalidad no bilingüe. ...	35
Figura 14. Justificaciones de la pregunta 9 del cuestionario. B (bilingüe) y NB (no bilingüe)	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asignaturas bilingües en la etapa de Secundaria.	13
Tabla 2. Distribución y secuenciación de las actividades.	20
Tabla 3. Rúbrica de evaluación de la actividad 1.	25
Tabla 4. Porcentajes de la actividad 3.....	26

1. INTRODUCCIÓN

En la Historia, tanto la Ciencia como la Tecnología se han desarrollado en un contexto androcéntrico, lo que ha generado que la mujer se excluya de su papel como investigadora, innovadora o transmisora del conocimiento de la Ciencia. Por consiguiente, esto ha repercutido tanto en el ámbito educativo como en la sociedad.

Durante años, ha parecido que la mujer no ha formado parte de la Historia de las Ciencias, más bien de ninguna de las ramas. Esto se puede observar hoy en día en la sociedad y por lo tanto en los alumnos de la etapa de Secundaria (Miquela, 2021). Por ello, este desconocimiento que tienen los alumnos sobre la mujer científica hace que la educación que se da en los centros educativos sea poco igualitaria.

Según Ángeles (2014) la Ciencia ha sido construida desde el poder dando la espalda a la mujer y a veces en contra de ella. Además, las mujeres siempre están vinculadas a la producción y al cuidado de la vida familiar, por lo que muchas mujeres científicas actualmente siguen obligadas a este servicio. Esto es un requisito de la economía de los países desarrollados, por lo que solo llegará a modificarse si hay un cambio revolucionario, ya que el acceso de la mujer a la Ciencia se convierte en una difícil opción económica.

Este tema se lleva estudiando desde hace muchos años (Nuño Angós, 1992). La autora de este trabajo ha visto durante el Prácticum del Master de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas en la especialidad de Física y Química realizado en el Colegio San José-Jesuitas de Valladolid durante los meses de Febrero y Marzo de 2023, que los estudiantes de los centros educativos siguen sin conocer ni saber sobre las mujeres científicas, su importancia y sus descubrimientos, por lo que el tema aún no está resuelto. Lo negativo de esta situación no es que no podamos percibirlo, sino que muchas veces se considera como algo habitual y sin ninguna repercusión. Por ello, es necesario pasar a la acción y darle el valor que ha tenido y sigue teniendo la mujer científica en la sociedad.

Por todo lo que se ha comentado, en este trabajo se va a realizar una contextualización sobre dos puntos relacionados entre sí, uno sobre la historia de la mujer en la Ciencia y

su importancia en el desarrollo de esta, y otro sobre el análisis de la mujer en las ramas de Ciencias en las etapas educativas.

Además, se ha diseñado una propuesta didáctica, que va a constar de tres actividades, para que los alumnos y alumnas consigan diversos conocimientos sobre la importancia que tiene la mujer en el mundo de las Ciencias, así como de su bibliografía y de sus descubrimientos más relevantes.

1.1. Justificación del trabajo

El presente Trabajo Fin de Máster se basa en una propuesta educativa para el alumnado de 4ºESO (Educación Secundaria Obligatoria) en la asignatura de Física y Química sobre la mujer científica y la perspectiva que tienen sobre este tema.

La elección de este tema parte de una motivación personal y surge, sobre todo, por la observación de la poca importancia que se le da a la mujer en la sociedad y especialmente en el ámbito STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

Según la experiencia vista en el centro educativo se ha observado que en el aula no se fomenta el conocimiento sobre el papel de la mujer en las Ciencias, ya que no aparece la mujer en los libros de textos, ni se hacen alusiones a ellas durante las clases de Física y Química, ni se tienen referentes femeninos para motivar al alumnado a seguir estudiando Ciencias.

Los roles y los estereotipos de género transmitidos a partir del proceso de socialización condicionan, en muchas ocasiones, la elección de los estudios y los trabajos. Por ello, en los centros educativos deben ser conscientes de la situación existente e intentar cambiarla. Esto no tiene porqué implicar un menosprecio a los demás géneros, sino dar el reconocimiento que se merecen tanto mujeres como hombres teniendo en cuenta su desempeño científico desde el punto vista histórico, y eliminando los elementos poco igualitarios de las aulas.

Para llevar a cabo este trabajo se ha utilizado una técnica de investigación de manera cualitativa basada en la recopilación de datos mediante un cuestionario original de elaboración propia para la etapa de Secundaria, en concreto en el curso de 4ºESO, a

partir de los cuales se ha podido analizar el conocimiento que tiene el alumnado sobre la mujer científica. Además, se han creado diversas actividades interactivas para poder llevarlas a las aulas y que los alumnos y alumnas aprendan sobre la mujer científica y sus descubrimientos. Después se expondrá como se integran dichas actividades dentro de la evaluación y por último, se concluirá con una reflexión final del trabajo.

2. OBJETIVOS

Se proponen una serie de objetivos generales, que además se concretan y se dividen en objetivos específicos.

2.1. Objetivos generales

- Diseñar una propuesta educativa para los alumnos de 4ºESO sobre el papel de la mujer científica y sus descubrimientos.
- Evaluar la percepción de los alumnos de 4ºESO del Colegio San José-Jesuitas sobre el papel de la mujer científica.

2.2. Objetivos específicos

- Diseñar una programación didáctica para 4ºESO que permita llevar a cabo esta propuesta, detallando las actividades que se van a realizar, así como la temporalización de las mismas.
- Planificar un conjunto de actividades donde los alumnos aprendan sobre las diferentes contribuciones de mujeres científicas que hubo y hay en la sociedad.
- Implementar un cuestionario para detectar la percepción que tienen los alumnos de 4ºESO sobre la mujer científica
- Analizar estadísticamente los resultados de la percepción de los alumnos a través de una representación gráfica.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Hay diversas metodologías para explicar la contribución y el papel que ha desempeñado la mujer en la Ciencia, en muchos trabajos realizan primero una revisión bibliográfica y luego se proponen actividades a realizar en el aula con alumnos de la etapa de Educación Primaria (Almazán, 2017; Navarro, 2016).

Otros trabajos como López-Navajas (2012), Ibáñez (2019), Salgado-González (2020), Ramos (2021), se centran en analizar libros de texto de las asignaturas de Ciencias como Física y Química, Biología y Geología, con el fin de conocer la escasez de las contribuciones de mujeres que hay expuestas en ellos.

En el reciente estudio de Stadler (2023) se ha analizado la cantidad de mujeres que hay en las diferentes carreras de Ciencias, así como en estudios inferiores de Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional. Estos datos han ido evolucionando y aumentando a lo largo de los años pero, el número de mujeres sigue siendo limitado.

Por otro lado, Macho-Stadler en 2017 dedicó su estudio sobre los estereotipos que existen sobre la mujer y la discriminación hacia ésta en los puestos de trabajo científicos.

Como se ha plasmado, se han realizado multitud de estudios sobre el rol de la mujer en la Ciencia, sin embargo, estos siguen siendo insuficientes, por ello, a través de este Trabajo Fin de Máster se pretende contribuir a este problema social que sigue existiendo hoy en día.

3.2. La historia de la mujer en la Ciencia

La mujer en el ámbito de las Ciencias siempre ha sido limitada, apenas hay reconocimiento de los avances científicos por parte de las mujeres en la sociedad. El número de mujeres que aparecen citadas en los estudios y textos es prácticamente inexistente, frente a la cantidad de hombres que aparecen mencionados (Navarro, 2016).

Si se pregunta a la sociedad en general que recuerde a personas científicas, la mayoría hablará de hombres como por ejemplo Charles Darwin, Isaac Newton o Albert Einstein. Todo esto hace que se tenga el pensamiento de que a lo largo de la Historia la presencia de las mujeres en las Ciencias haya sido inferior a la de los varones, aunque en realidad su número no es tan pequeño como se suele pensar. Esto se debe a que la representación de la mujer queda oculta por diversos prejuicios y concepciones que se tienen sobre ellas. Pensadores como Rousseau (1998) apoyaron estas ideas:

La investigación de las verdades abstractas y especulativas, de los principios y axiomas en la Ciencia, todo lo que tiende a generalizar las ideas no es propio de las mujeres, porque las obras de ingenio exceden a su capacidad, ya que no poseen la atención ni el criterio suficiente para dominar las Ciencias exactas.

La exclusión de las mujeres en este ámbito no solo se debe al resultado de los condicionamientos familiares y de los procesos de socialización, sino que, también se debe al desarrollo de la Ciencia y a la forma en que el conocimiento científico se incluye en la sociedad (Lires et al., 2003). Cabe destacar que son desconocidas, incluso, las pocas mujeres que han sido reconocidas por sus descubrimientos y actividades.

La mayoría de la información sobre las mujeres científicas se ha obtenido a partir de los trabajos y estudios por parte de mujeres, y esto nos ha ayudado a conocer información sobre sus contribuciones a la Ciencia y sobre sus vidas personales.

Uno de los grandes problemas que hay, es que aunque se conozcan los desarrollos científicos de las mujeres, no suelen aparecer en los libros de texto ni en las enciclopedias y cuando si lo hacen, suelen estar a la sombra de hombres: de sus hermanos, maridos o compañeros de trabajo (Becerra, 2009). Los hechos indican que muchos de los descubrimientos de los hombres se hicieron gracias a la colaboración de sus hermanas, esposas e hijas; a pesar de ello, desgraciadamente, la mujer suele quedar

desplazada a un segundo plano siendo este hecho desconocido por la mayoría de la población. Este es el caso de Lise Meitner, ya que quienes recibieron el Premio Nobel por su trabajo fueron los científicos con los que trabajó y ella ha quedado en el olvido (Lires et al., 2003).

También se debe destacar que a las mujeres durante años se las ha considerado que no son capaces de dedicarse al ámbito científico, esto ha hecho que a muchas científicas no se las reconozca.

Desde el nacimiento de la Ciencia Moderna las oportunidades que han tenido las mujeres han ido cambiando. Durante la Revolución Científica, en los siglos XV, XVI y XVII no hubo revolución alguna para la mujer dentro de la Ciencia (Stadler, 2016), muchas estaban interesadas y querían participar en ella, pero solo las mujeres “de hombres” con dinero llegaban a ello. Esta nueva Ciencia se desarrollaba sobre todo en Sociedades y Academias Científicas, a las cuales según Sedeño (2009) tardaron en admitirlas. A pesar de que muchas mujeres contribuyeron a esta nueva Ciencia y a su desarrollo, no se las veía como científicas sino como aficionadas de la Ciencia.

Desde finales del siglo XIX, ha habido numerosas contribuciones de científicas. Se ha visto que la comunicación que había entre ellas les servía de apoyo para mantenerse en esta profesión puesto que se trataba de una época donde no estaba bien visto que las mujeres estuvieran en el ámbito científico, sino que ellas eran las encargadas del hogar y era el hombre el que se encontraba en la parte pública, en la cual entra la Ciencia. En el siglo XX las mujeres afirmaban su papel en el mundo de las investigaciones científicas, aunque pervivían todo tipo de obstáculos y prejuicios (Becerra, 2009). Un dato relevante es que Marie Curie aunque recibió dos Premios Nobel nunca fue aceptada en la *Academie de Sciences* de París. Las primeras mujeres españolas en acceder a las academias científicas fueron María Cascales en 1987 y Margarita Salas en 1988 (González, 2017).

En el año 2023, el informe del Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP) (Stadler, 2023), publicó las cifras de Igualdad en el aula. En este informe se indica que aunque el 50,4% del alumnado que está matriculado sean mujeres, hay gran diferencia dependiendo del tipo de enseñanza. En Bachillerato, las chicas son el 53,8% del alumnado, pero su presencia es sobre todo en Ciencias Sociales y Humanidades

(57,8%) y menor en Ciencias, ya que están en un 47,7%. Si este valor se relaciona con la cifra de hace una década es muy similar, ya que se encontraba en un 45,7%.

En el caso de la Formación Profesional, las mujeres son minoría y son mayoría en la Universidad, lo que ocurre es que su presencia en las disciplinas científicas es baja, el 36% de los estudiantes son mujeres que estudian carreras del ámbito STEM.

En Biología (62%), Química (55%) y Arquitectura (50%) son las titulaciones donde la mujer tiene mayor presencia, en cambio, en Ingeniería Informática (14%), Ingeniería Mecánica (17%) e Ingeniería Eléctrica (19%) son carreras donde están menos matriculadas. En los grados de Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) las mujeres no llegan a representar ni el 14% del alumnado en España, estando por debajo de la Unión Europea. En cambio, en Matemáticas, aunque la cifra sigue siendo baja, representan un 35,6% frente al 41% de la Unión Europea (Fernández, 2023). En Industria y Construcción son el 29,5% del alumnado total, en cambio, en Salud y Servicios Sociales las mujeres son mayoritarias.

3.3. Las causas de la desigualdad de la mujer en la Ciencia

El 10 de diciembre de 1948 la Declaración Universal de los Derechos Humanos propugnó la igualdad para todos los seres humanos y el 10 de septiembre de 1857 la Ley Moyano decretó la obligatoriedad y el derecho de educación obligatoria para todos ellos en España. Desde entonces se han hecho muchos esfuerzos para conseguirlo, aunque la situación actual de participación y protagonismo de unos y otros en el ámbito científico aún es algo cuestionable.

Esta desigualdad se ha estudiado desde su detección y se ha descubierto que una de las causas puede encontrarse en el hecho de que desde su etapa escolar las niñas no tienen los suficientes referentes femeninos, lo cual se puede apoyar con el hecho de que de los 423 galardonados con el Premio Nobel de Física o de Química, solo 12 son mujeres (4 en el campo de la Física y 8 en el caso de la Química), lo que supone que solo un 2,84% de los Premios Nobel de estas disciplinas han sido dirigidos a reconocer el trabajo de alguna mujer, frente al 97,16 % de los hombres (Fundación Nobel, 2022).

Se han entregado 103 premios en el campo de Química pero solo ocho han sido para mujeres. La primera mujer que ganó este premio fue Marie Curie, además, recibiendo

dos premios Nobel, el primero de Física en 1903, el cual compartió con su esposo Pierre y el segundo en 1911 en Química por su investigación sobre el radio y sus compuestos. La segunda mujer que recibió el Premio Nobel de Química fue Irène Joliot-Curie, hija de Marie Curie en 1935, aunque este homenaje lo compartió con su marido, ya que trabajó con él en muchos de los descubrimientos. La tercera mujer en recibir este premio fue Dorothy Crowfoot Hodgkin en el año 1964, la cual trabajó en la estructura de sustancias de interés bioquímico. La siguiente mujer en conquistar este premio no fue hasta el año 2009, 45 años más tarde, en el que una mujer israelí, Ada Yonath, recibió el galardón por su trabajo sobre la estructura y función del ribosoma.

En 2018 Frances Arnold, doctora estadounidense alcanzó el Premio Nobel por su trabajo en la evolución dirigida. En 2020, tan solo dos años después de la última ganadora mujer, Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna recibieron el Premio por sus descubrimientos relacionados con el ADN para tratar diversas enfermedades hereditarias así como el cáncer.

Por último, en el año 2022 logró el Premio Nobel de Química otra científica, Carolyn R. Bertozzi por el desarrollo de la química clic y la química bioortogonal.

El Premio Nobel de Física, también ha sido concedido a cuatro mujeres, pero la aparición de la mujer fue mucho más lenta que en otras categorías, ya que la primera de ellas fue Marie Curie en 1903 y 60 años más tarde lo recibió Maria Goeppert-Mayer, aunque sus descubrimientos sobre la estructura nuclear de capas no fueron reconocidos hasta 1963.

Las otras dos mujeres premiadas han sido en el siglo actual, una de ellas Donna Strickland recibió el premio en 2018 por sus aportaciones a la física del láser y la otra científica Andrea M. Ghez, lo recogió en 2020 por sus descubrimientos relacionados con los agujeros negros (Cárdenas, 2020).

Si se profundiza un poco más en las causas por las que las mujeres han sido relegadas a un segundo plano o incluso obviadas en el ámbito científico, aparece el fenómeno estudiado y bautizado en la sociología de la Ciencia como “efecto Matilda” (Rossiter, 1993), definido como una pérdida de reconocimiento por parte de las investigadoras causado por estereotipos y sesgos que existen en la sociedad haciendo que estas sufran

consecuencias como quedar en segundo plano al firmar trabajos o trabajar con investigadores hombres o recibir menos recursos económicos, técnicos y humanos.

Otra posible causa por la que la educación deja a las niñas sin referentes científicos femeninos es el hecho de que, en los libros de texto de Física y Química, y en general, de todas las asignaturas, apenas se mencionan o aparecen mujeres. Esto se puede observar en dos investigaciones recientes (López-Navajas, 2012; Ibáñez, 2019). Por otro lado, Vaillo (2013) señala que hace décadas que se están realizando trabajos sobre la desigualdad respecto al género de los libros de texto y su influencia en el desarrollo de los alumnos y alumnas. Se puede observar que la situación actual aún no muestra mejoras significativas en lo que a esta afirmación respecta.

La primera de las investigaciones mencionadas fue realizada por López-Navajas (2012) y analizó 115 manuales de diferentes asignaturas pertenecientes a tres editoriales diferentes, obteniéndose solamente una presencia femenina del 12,8% respecto del total, siendo, además, una gran parte de este porcentaje representaciones de la mujer en situaciones no exentas de estereotipos de género, como en el ámbito doméstico o en situaciones más vulnerables. La otra investigación fue realizada por Ibáñez (2019) y analizó, en este caso, varios libros de las asignaturas de Ciencias en Educación Secundaria Obligatoria, 15 para el caso de Biología y Geología y 16 para la asignatura de Física y Química, con la finalidad de estudiar diferentes aspectos en ellos, entre los cuales se encontraba la contribución de la mujer a la Ciencia. En este estudio se obtuvo que la contribución de la mujer a la Ciencia se veía poco reflejada, ya que, aunque el 75% de los libros mostraban de alguna manera esta contribución, diez de ellos lo hacían exclusivamente en forma imágenes, en general, de adorno; y solo en cinco de ellos se nombraba a científicas concretas. Además, si se estudiaba este fenómeno desde la perspectiva de la aparición de la mujer en actividades de los libros, se observó que sólo en seis de ellos aparecían, haciéndolo solo en un máximo de tres actividades de todas las que incluían los libros.

Además, se concluyó que otra posible causa de esta desigualdad era el lenguaje usado, ya que, muchas veces las alumnas no se sentían identificadas cuando se les hablaba en masculino en el momento de referirse a un grupo o cuando se les mencionaban una serie de trabajos únicamente en masculino. En esta línea se ha abierto un debate en el que, como menciona Antolí Martínez (2020), por un lado se encuentran las instituciones

normativas de la lengua (en el caso del español representadas por la Real Academia de la Lengua y la Asociación de Academias de la Lengua Española) que reivindican el carácter no marcado del género masculino. Por el otro lado se encuentra el movimiento feminista y LGTBI y algunos partidos políticos, sindicatos e instituciones públicas. Estos se han posicionado abiertamente a favor del lenguaje igualitario y han impulsado, en la última década, la redacción y aprobación de guías de uso y manuales de estilo que lo justifican, definen y concretan, haciendo que, si no se usa este lenguaje puedan sentirse ofendidas, en estos casos, las alumnas a las que se les intenta inculcar esta idea de igualdad en el ámbito científico. Esta causa puede verse apoyada por la investigación realizada por Vázquez Alonso y Manassero Mas (2008), en la que se estudió cómo afectaba a la vocación científica el hecho de estudiar en un centro en el que se impartía la coeducación (centro mixto) o la educación diferenciada (centro solo femenino). El estudio se dirigió a un grupo de alumnos y alumnas del último curso de Educación Secundaria Obligatoria (15-16 años) de 32 escuelas mixtas elegidas al azar de entre todas las de las Islas Baleares y de un colegio de educación diferenciada para chicas. En este estudio participaron en total 120 alumnas del centro femenino y 409 chicas y 331 chicos del centro mixto, obteniéndose como resultados que la educación diferenciada, en la que se habla siempre en femenino, permite a las mujeres un desarrollo actitudinal menos negativo hacia las Ciencias y tecnologías que en la educación mixta, donde, aunque se haga referencia a todos los alumnos, se usa el masculino para hablar del colectivo en el que se incluyen tanto hombres como mujeres. Un resultado a destacar es el hecho de que las disposiciones vocacionales de las «chicas solas»¹ no sólo superan a las chicas de educación mixta, sino que se equiparan, e incluso en algún aspecto concreto superan, al más positivo patrón masculino, quebrando el estereotipo social de género en la rama científica.

Por último, y a modo de evidencia de esta desigualdad, Vázquez Romero y Blanco-Blanco (2019) afirman en su investigación que “la percepción del género es estereotipada y lo es más en adolescentes que en jóvenes, más en zonas rurales que en urbanas, y no muestran diferencia significativa con el sexo”. Aun así, observaron ciertas diferencias asociadas a la pertenencia a un grupo, ya que los hombres estaban más de acuerdo que las mujeres en aquellos ítems que destacan la superioridad del hombre frente a la mujer en cualquier aspecto, y viceversa. Además, en relación con la Ciencia y

¹ Denominadas así en la investigación a las alumnas procedentes del centro de educación diferenciada.

los científicos, se observaron diferencias en todos los factores en el ítem que indica que el trabajo científico es difícil de compatibilizar con la vida social y familiar, estando más de acuerdo con ello los hombres frente a las mujeres, los alumnos de ESO frente a los de Bachillerato y los centros rurales frente a los urbanos.

Tras todo lo recogido en este apartado, se pone de manifiesto la necesidad de destacar y reconocer la escasa presencia de la mujer científica en la educación, al igual que, la presencia y aceptación de estereotipos sobre la mujer en este ámbito, insistiendo en la importancia de tomar medidas que lo subsanen en el presente y en el futuro.

4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA

4.1. Contexto

El centro en el que se ha realizado este estudio ha sido el colegio concertado/privado San José-Jesuitas, centro referente desde 1981 situado en la Plaza Colegio de Santa Cruz, número 9 de Valladolid. El centro se encuentra localizado en pleno centro de la ciudad, entre las calles La Merced, Maldonado, Reyes y Cardenal Mendoza.

Las enseñanzas que se imparten abarcan desde la Escuela Infantil (0 años) hasta Bachillerato (18 años), siendo un colegio concertado desde la etapa de Infantil hasta Secundaria, y privado en las etapas de Escuela Infantil y Bachillerato.

Actualmente es una escuela bilingüe para Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria, lo que hace que se impartan asignaturas en inglés. La Tabla 1 recoge las asignaturas impartidas en docencia bilingüe para la etapa de la ESO.

Tabla 1. Asignaturas bilingües en la etapa de Secundaria.

CURSO	ASIGNATURAS
1º ESO	Tecnología y Geografía e Historia
2º ESO	Música y Física y Química
3º ESO	Tecnología y Geografía e Historia
4º ESO	Cultura científica y Educación Física

Como regla habitual el alumnado de este centro mantiene una actitud positiva y de respeto a las normas. En la mayoría de los casos la labor educativa es satisfactoria, son muy pocos los alumnos y alumnas que no cubren los objetivos mínimos a lo largo de las etapas de Secundaria y Bachillerato y que, por ello, han de repetir un curso.

Los estudiantes están familiarizados con las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación: la mayoría de los hogares disponen de ordenadores y tienen contacto como usuarios desde pequeños. Además, en 2º y 4ºESO, la mayoría del alumnado dispone de su propio dispositivo que lleva al aula.

Hay un número reducido de alumnos y alumnas con necesidades educativas que precisan atención especial, a tiempo parcial, del profesorado especialista en Pedagogía Terapéutica, por ello, el centro cuenta con diferentes programas y protocolos para trabajar con este tipo de alumnado dentro y fuera del horario escolar.

Esta propuesta didáctica formada por tres actividades está dirigida a estudiantes de 4ºESO en la asignatura de Física y Química con el objetivo de que conozcan a mujeres científicas del pasado y actuales, así como concienciarles sobre la importancia que tiene la mujer en la Ciencia. Dichas actividades no se han podido llevar a la práctica en el centro por falta de tiempo.

Para la elaboración de dicha propuesta, los siguientes apartados se han redactado de acuerdo al Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, que establece la ordenación y las enseñanzas a nivel nacional (BOE) y la Orden EDU/39/2022, de 29 de septiembre, que establece dicho currículo para la comunidad de Castilla y León, todo ello dentro del marco de la Ley orgánica 3/2020, por la que se modifica la Ley orgánica 2/2006 de educación (LOMLOE, 2020).

4.2. Recursos y materiales

La propuesta planteada requiere de los siguientes recursos:

- Humanos:
 - Profesor que imparte la materia de Física y Química en el curso de 4ºESO.
 - Alumnos y alumnas, del curso de 4ºESO de la rama de Ciencias con sus distintos intereses, conocimientos, capacidades, actitudes y motivaciones.
- Materiales: los materiales necesarios para cada actividad van a ser especificados posteriormente en el desarrollo de las actividades.
- Ambientales:
 - Dentro del aula, patio del colegio y alrededores.

4.3. Objetivos

Los objetivos a abordar en estas actividades son:

- Conocer la historia de algunas mujeres científicas.
- Valorar la importancia que han tenido las mujeres en la Historia de la Ciencia.
- Utilizar las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) como herramienta para conocer a estas mujeres.
- Usar una metodología activa basado en el aprendizaje por descubrimiento.
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo.

En definitiva, el objetivo fundamental que se plantea con el programa es que el alumnado conozca a mujeres científicas, sus descubrimientos más relevantes, resaltar el papel de la mujer en el desarrollo científico y darles más visibilidad y reconocimiento, a la vez que sea un aspecto motivacional para los estudiantes.

4.4. Principios metodológicos

La metodología seguida en la elaboración de este trabajo es de tipo investigación-acción participativa, debido a que se ocupa del estudio de una problemática social específica que requiere solución, en este caso la mujer científica y que afecta a un determinado grupo de personas, el problema es global pero en este caso se ha particularizado para el estudio de los alumnos de 4ºESO del colegio San José-Jesuitas de Valladolid. Además, según Creswell (2012), la investigación-acción “se asemeja a los métodos de investigación mixtos, dado que utiliza una colección de datos de tipo cuantitativo, cualitativo o de ambos, sólo que difiere de éstos al centrarse en la solución de un problema específico y práctico”.

Para la implementación de esta metodología se ha seguido un proceso constituido por varias etapas en las que se utilizaron diferentes métodos. En primer lugar, se realizó un estudio observacional descriptivo que pretende medir y describir el fenómeno de la mujer científica tal y como se percibe por los alumnos de 4ºESO a lo largo de un periodo de tiempo que se desarrolla desde existencia de documentos hasta la actualidad, a través de una revisión bibliográfica. Para ello, se hizo uso de bases de datos bibliográficas específicas (SCOPUS, ISOC y Dialnet) y por medio de búsqueda manual

generalizada a través de Internet en revistas y organismos públicos (Eureka y Enseñanza de las Ciencias) usando como términos de búsqueda clave “mujer”, “científica”, “4ºESO” y “educación”. Debido a los escasos resultados obtenidos, indicando a modo de metaanálisis que la gran mayoría de ellos estaban escritos por mujeres, todos los documentos encontrados fueron usados y considerados como suficientes para dar por concluida la revisión bibliográfica.

En segundo lugar, se han diseñado diferentes actividades para que los alumnos y alumnas realicen durante el curso de 4ºESO, una actividad por cada trimestre. Con estas actividades se ha buscado que los estudiantes sean conscientes de la cantidad de mujeres científicas a nivel mundial que han contribuido en el desarrollo científico y que continúan, así como de concienciarles sobre la importancia de sus descubrimientos.

En tercer lugar, se diseñó un cuestionario (*Anexo I*) de elaboración original y propia con nueve preguntas mixtas y de forma anónima para los alumnos. Es una técnica no experimental de investigación-acción que, “posee, entre otras ventajas, la posibilidad de aplicaciones masivas y la obtención de información sobre un amplio abanico de cuestiones a la vez”, según Casas Anguita et al. (2003). La metodología seguida en el uso de esta técnica fue de tipo exploratoria, ya que prioriza los puntos de vista de las personas, y está enfocada en el conocimiento que se tiene sobre un tema, en este caso la mujer científica. Además, el cuestionario es de tipo cuantitativo porque los resultados obtenidos se van a poder agrupar e incluir en una representación, pudiendo igualmente extraer conclusiones de los mismos.

Para el diseño de esta técnica se siguieron las siguientes fases:

- Definición de objetivos e hipótesis, en la que, tras documentarse con la revisión bibliográfica y observar en el centro de estudio un cierto desconocimiento de las mujeres científicas, se formuló la hipótesis de que los alumnos de 4ºESO del Colegio San José-Jesuitas de Valladolid no tenían suficientes conocimientos sobre las mujeres científicas a lo largo de la historia.

- Elaboración del cuestionario, para lo que previamente se debió determinar el tipo de individuos y tamaño de muestra a estudiar (53 alumnos de 4ºESO del Colegio San José-Jesuitas de Valladolid, de los cuales 32 son hombres y 21 son mujeres) y el método de muestreo, en este caso se corresponde a un muestreo aleatorio simple ya que todos los

individuos de la población tenían la misma probabilidad de ser elegidos al azar. Una vez se tienen elegidas estas variables se construyó una batería de preguntas en base a dos tipos de criterios, el primero de ellos la eficacia y el interés para la investigación de cada pregunta, y el segundo, si el número de preguntas que se hace para tratar el tema es adecuado y suficiente; en las que se usaron la redacción, el lenguaje, la dificultad de las preguntas y el tipo de respuestas adecuados al nivel socioeducativo de los sujetos de estudio. Cuando las preguntas estuvieron establecidas, se procedió a la elección de su secuenciación, decidiendo poner en primer lugar preguntas más genéricas sobre el tema a investigar y a continuación, aquellas en las que deben usar sus conocimientos más específicos sobre el mismo. Además, puesto que se había observado con anterioridad que los sujetos estaban más familiarizados con personajes masculinos, se pusieron preguntas similares referidas a científicos y científicas, de tal forma que las referidas a los hombres se colocaron antes que las referidas al género femenino, logrando así el fomento de la motivación del alumnado al conocer sobre lo que se le preguntaba en primera instancia.

- Aplicación del cuestionario y recopilación de las respuestas.

- Por último, una vez se recogieron los resultados obtenidos en el cuestionario se procedió a su tratamiento, presentándose las respuestas a cada pregunta por separado y en forma matricial, en el que se recurrió a la estadística inferencial, ya que, aparte de organizar y presentar los datos de la muestra, se interpretaron y se sacaron las conclusiones oportunas, determinando si la hipótesis planteada en un inicio se podía aceptar o no.

4.5. Contenidos y competencias.

4.5.1. Contenidos

Según la Orden EDU/39/2022, de 29 de septiembre, por la que se establece la ordenación y el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad de Castilla y León (BOCYL), los contenidos para esta propuesta didáctica se encuentran dentro del siguiente bloque:

BLOQUE A. Las destrezas científicas básicas

- Estrategias de interpretación y producción de información científica en diferentes formatos y a partir de diferentes medios: desarrollo de un criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.
- Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la Física y la Química para el avance y la mejora de la sociedad.

4.5.2. Competencias clave

Las Competencias Clave según el Decreto 217/2022, de 29 de marzo son las siguientes, donde la LOMLOE las divide en ocho tipos. A continuación, se explica en detalle cada una de las competencias que se pretenden trabajar en esta propuesta educativa:

1. Competencia en comunicación lingüística (CCL): A través de las actividades el alumnado trabajará las habilidades de comprensión escrita (leyendo diversos artículos y documentos sobre las mujeres científicas), expresión escrita (redactando las presentaciones y las actividades propuestas), la comprensión oral (escuchando a los demás compañeros en sus exposiciones) y la expresión oral (exponiendo y participando en las diferentes actividades).

2. Competencia plurilingüe (CP): Muchos de los textos (para la búsqueda de la bibliografía y los descubrimientos de las diferentes mujeres científicas) con los que

trabajarán los alumnos se encuentran en inglés, por lo que deberán desarrollar esta competencia para poder comprenderlos y utilizarlos en la tarea.

3. Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM): Se abarca esta competencia a través del uso del lenguaje científico en los diferentes documentos, así como los contenidos trabajados en relación al tema principal que gira en torno a la Ciencia.

4. Competencia digital (CD): Esta competencia está presente en la propuesta ya que varias actividades (actividad 1 y actividad 2) deberán realizarlas a través de las TIC, utilizando dispositivos electrónicos, ya sea a través de ordenadores, móviles o pizarra digital para la búsqueda de información.

5. Competencia personal, social y aprender a aprender (CPSAA): Los alumnos y alumnas adquieren nuevos conocimientos sobre la mujer científica de una manera diferente a como se haría en clase, a través de la lectura de documentos y escuchando a sus compañeros en las exposiciones de cada actividad.

6. Competencia ciudadana (CC): En esta competencia, el alumnado deberá actuar de manera responsable y respetuosa en las diferentes actividades propuestas y participar en ellas, basándose en la comprensión de los conceptos vistos sobre la mujer científica.

7. Competencia emprendedora (CE): En esta competencia el alumnado tendrá que realizar las actividades de manera creativa y presentar iniciativa a la hora de plasmarlas. Deben tener capacidad de análisis y gestión.

8. Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC): Se va a trabajar esta competencia a través del estudio y de la presentación de diferentes mujeres científicas que han sido relevantes a lo largo de la historia y conforman la sociedad de hoy en día, influyendo en nuestra cultura.

4.6. Temporalización

La intervención tendrá una duración de un curso escolar completo, en la que cada una de las tres actividades propuestas se llevará a cabo en cada trimestre. De esta manera, observaremos si los alumnos y alumnas han aprendido sobre las diferentes mujeres científicas al finalizar el curso.

Para el curso de 4ºESO la asignatura de Física y Química tiene asignadas cuatro horas semanales según dicta la normativa de Castilla y León, lo que deja de manera aproximada 132 sesiones a lo largo del curso. Para realizar estas actividades se necesitarán 13 sesiones distribuidas de la siguiente manera en la Tabla 2:

Tabla 2. Distribución y secuenciación de las actividades.

ACTIVIDADES	SESIONES	TRIMESTRE
Actividad 1: Realización de un podcast	5 sesiones 4 sesiones para realizar el podcast en grupos y una sesión para escuchar todas las entrevistas en clase	1º Trimestre
Actividad 2: Creación de un cuento	4 sesiones	2º Trimestre
Actividad 3: Gymkana “Conoce a las científicas”	4 sesiones Dos sesiones para realizar los juegos 1 y 2. Otra sesión para realizar el juego de pistas (Descifra la frase) y una última sesión para llevar a cabo el debate y el control de la actividad	3º Trimestre

4.7. Actividades

En este apartado, se describen las actividades que se proponen para su aplicación en un curso académico de 4ºESO en la asignatura de Física y Química. Las actividades 1 y 2 se van a realizar en grupos de unos 4 o 5 alumnos o alumnas.

4.7.1. Actividad 1: Realización de un podcast

En esta actividad los alumnos deberán realizar un podcast con diversas preguntas que harían a una mujer científica. Uno de los componentes del grupo deberá hacerse pasar por ella; por lo tanto, deberán investigar la vida de esa mujer, los datos más relevantes, sus descubrimientos y curiosidades.

Con el uso de las TIC deberán montar una grabación, a través de un micrófono, ya sea del ordenador o del móvil, pudiendo utilizar la aplicación del móvil u otra conocida por ellos. En ella podrán incluir música, un concurso, curiosidades científicas, entre otras. Se deja libertad al alumnado para que desarrolle autónomamente la actividad planteada (ajustándose a las pautas señaladas), favoreciendo así su creatividad e ingenio.

El alumnado ha de realizar un guion, que entregará al profesor, para indicar que dice cada compañero/a y, a continuación, pasar a la grabación de la entrevista. No es necesario que los alumnos se lo aprendan. En el *Anexo II* se encuentra un ejemplo de elaboración propia.

La grabación tiene que tener una duración aproximada de 10-15 minutos, siendo necesaria la participación de todos los integrantes del grupo. Una vez terminados todos los podcast, se dedicará un día en clase a escucharlos todos.

Las mujeres científicas que podrán elegir los grupos, (sin poder repetir y eligiendo a una científica cada uno de ellos), para realizar la entrevista son las siguientes.

- Rosalind Franklin
- Margarita Salas
- Stephanie Kwolek
- Marie-Anne Pierette Paulze
- Ida Noddack
- Dorothy Crowfoot Hodgkin

Se han seleccionado estas científicas por el contexto académico que las rodea y por la temporalización de cuando se plantea la actividad. Todas ellas son mujeres que han estudiado la carrera de Química. La actividad será desarrollada durante el primer trimestre, en el que se imparte la teoría y conceptos de la parte de Química.

Recursos y materiales necesarios:

- Aula de 4ºESO
- Ordenador o móvil
- Micrófono
- Pantalla digital y proyector para poder ver las diferentes entrevistas en clase
- Papel y bolígrafos para escribir el guion del podcast (si ellos lo prefieren)

4.7.2. Actividad 2: Creación de un cuento

Esta segunda actividad consiste en realizar un cuento sobre una mujer científica (del pasado o de la actualidad) con ayuda de las TIC.

Los alumnos y alumnas deberán recopilar información sobre la mujer científica elegida, sobre su bibliografía y descubrimientos y, a continuación, con ayuda de alguna plataforma como slidesgo, genially, canva, storyjumper o storytelling deberán realizar un cuento. Una vez acabados, el alumnado deberá imprimirlo y se dispondrán en una zona del aula para que los demás compañeros puedan leerlo. En el *Anexo III* se encuentra un ejemplo de cuento: “La historia de Marie Curie” realizado por la autora de este trabajo.

El cuento debe tener una extensión de 20 páginas como máximo.

Las mujeres científicas que podrán elegir los alumnos (sin poder repetir) para realizar el cuento son las siguientes:

- Marie Curie
- Donna Strickland
- Susana Marcos Celestino
- Anna Fontcuberta i Morral
- Felisa Martín Bravo
- Lise Meitner

Nuevamente, se han elegido estas científicas por el contexto académico, en este caso todas han estudiado la carrera de Física, y la actividad será realizada durante el segundo trimestre del curso, en la que se está impartiendo el bloque de Física.

Recursos y materiales necesarios:

- Aula de 4ºESO
- Ordenador para realizar el cuento
- Pantalla digital y proyector
- Papel y bolígrafos por si necesitan escribir la estructura del cuento
- Impresora

4.7.3. Actividad 3: Gymkana “Conoce a las científicas”

En esta actividad se realizarán diversos juegos donde los alumnos y alumnas repasen todo lo aprendido y comentado sobre las mujeres científicas a lo largo del curso. Para ello, el juego consiste en ir superando diferentes pruebas de forma secuencial, las cuales se encuentran explicadas a continuación. Es necesario que antes de llevar a cabo estos juegos, el alumnado repase las científicas vistas en el primer y segundo trimestre, así como sus descubrimientos más relevantes.

1. Sopa de letras: se trata de una sopa de letras donde deberán encontrar las diferentes palabras sobre los descubrimientos de las mujeres científicas y escribir en el mismo folio el nombre de la mujer que lo descubrió. Este juego se encuentra en el *Anexo IV*. Lo realizarán en grupos de 2 o 3 personas.

2. Adivina quién soy: consiste en averiguar quiénes son las mujeres científicas que están detrás de las pistas. En este juego se les dará 12 cartas a cada equipo (formado por 3 o 4 personas) donde se encontrará la bibliografía y los descubrimientos de cada mujer (*Anexo V*). Los alumnos deberán adivinar de quién se trata, escribiendo el nombre de la científica en la parte superior de la carta.

3. Descifra la frase: este juego consiste en ir recogiendo pistas por el patio del colegio y por los alrededores, colocadas previamente por el profesor, en los que aparecerán en cada punto partes de frases célebres de cuatro mujeres científicas vistas en clase. El

alumnado se dividirá en 4 grupos, cada grupo contará con un itinerario y una frase diferente.

Una vez completado el circuito, los estudiantes regresarán al aula donde deberán formar la frase encontrada. A continuación, se realizará un debate para que el alumnado de su opinión y exponga las ideas y conocimientos adquiridos a lo largo del curso, así como lo que les sugiere la frase descubierta.

Frases:

1. “La mujer ocupará en el mundo científico el puesto que le corresponda de acuerdo con su capacidad, y no necesitaremos cuotas ni nada de eso” - Margarita Salas.
2. “La mejor vida no es la más duradera, sino aquella que está repleta de buenas acciones” - Marie Curie.
3. “Si los resultados que consigo no son del todo buenos no suelo tirar lo que sale, sigo haciendo pruebas, sigo luchando para ver si consigo sacar algo” - Stephanie Kwolek.
4. “La Ciencia hace a la gente tratar de luchar desinteresadamente para llegar a la verdad y la objetividad, enseña a la gente a aceptar la realidad, con asombro y admiración”- Lisa Meitner.
5. “Creo que hay que inspirar a la gente joven para que crean en ellos mismos y no tengan miedo a pensar de forma diferente” - Stephanie Kwolek

Recursos y materiales necesarios:

- Aula de 4ºESO
- Patio del colegio
- Alrededores del colegio
- Folios con la sopa de letras
- Cartas sobre las mujeres científicas para el juego “Adivina quién soy”
- Papel para las pruebas del juego “Descifra la frase”
- Bolígrafos

4.8. Evaluación

Como se ha comentado, las actividades propuestas en este Trabajo Fin de Máster están distribuidas a lo largo del curso, y cada una de ellas tendrá un peso de un 15% en la evaluación correspondiente. El propósito es que los alumnos y alumnas aprendan sobre hechos científicos desarrollados por mujeres, tengan referentes femeninos en el mundo de la Ciencia y les sirva como motivación ante el estudio de esta asignatura, así como de cara a su futuro académico posterior.

4.8.1. Evaluación de la actividad 1:

Para la evaluación de la actividad se va a utilizar la siguiente rúbrica:

Tabla 3. Rúbrica de evaluación de la actividad 1.

CATEGORÍA	SOBRESALIENTE 3	APROBADO 2	INSUFICIENTE 1
Contenido	Expone el contenido correcto, sin salirse del tema, con preguntas claras en la entrevista.	Expone el contenido aunque le faltan algunos datos relevantes.	El podcast carece de contenido concreto.
Organización de la información	El trabajo se encuentra bien estructurado, de forma clara y siguiendo un índice.	No existe una organización clara, no hay un índice a seguir.	El trabajo no está organizado y la información aparece dispersa.
Exposición de la grabación	Hablan claramente durante la grabación. Su pronunciación es correcta.	Hablan claramente durante la grabación. Su pronunciación es correcta pero utiliza muchas pausas innecesarias.	La grabación no se escucha bien y su pronunciación es pobre con muchas pausas y muletillas.
Tiempo	Tiempo ajustado al previsto por el docente.	Tiempo no ajustado al previsto. Grabación muy corta.	Excesivamente largo o insuficiente para el tema.
Creatividad en la grabación	Han sido creativos a la hora de realizar el podcast, con anuncios, música...	-	Han sido poco creativos, sin incluir anuncios, música a la grabación...

4.8.2. Evaluación de la actividad 2:

En esta actividad se tendrán en cuenta diferentes aspectos:

- a) Creatividad: el cuento sorprende por su originalidad y sus ideas
- b) Contenido
- c) Estructura del cuento
- d) Uso del lenguaje
- e) Estética del cuento: disposición de las páginas y del texto, imágenes/dibujos utilizados, colores, formato de la letra, etc.

Cada apartado tendrá una contribución de un 20% en la nota final de esta actividad.

4.8.3. Evaluación de la actividad 3:

Esta actividad está formada por tres juegos, en el que cada juego contará 1 punto si los alumnos y alumnas logran resolver de manera correcta, así como la realización de un pequeño cuestionario (control), para saber si los estudiantes han aprendido sobre las diferentes mujeres científicas abordadas en clase. Además, de esta forma se incentiva al alumnado de manera que preste atención en las actividades realizadas durante el curso.

La nota final de esta actividad se obtendrá a partir de los siguientes porcentajes:

Tabla 4. Porcentajes de la actividad 3

JUEGOS Y EXAMEN	PORCENTAJE
Sopa de letras	10%
Adivina quién soy	10%
Descifra la frase	10% (5% conseguir la frase y 5% el debate en clase)
Control “Mujeres Científicas”	70%

A continuación se muestra el control (examen de respuesta múltiple) que se le pondría al alumnado una vez finalizada la actividad 3.

CONTROL “MUJERES CIENTÍFICAS”

1. De la siguiente lista de mujeres, comenta que experimento más relevante realizó cada una. (3 puntos)

- Marie Curie
- Marie-Anne Pierette Paulze
- Susana Marcos Celestino
- Anna Fontcuberta i Morral
- Lise Meitner
- Margarita Salas

2. ¿Quién de las siguientes mujeres descubrió un polímero utilizado en la ropa textil? (1 punto)

- a) Marie-Anne Pierette Paulze
- b) Lise Meitner
- c) Stephanie Kwolek

3. ¿Quién de las siguientes mujeres desarrolló una tecnología láser y ganó el Premio Nobel de Física en 2018? (1 punto)

- a) Donna Strickland
- b) Ida Noddack
- c) Stephanie Kwolek

4. ¿Quién descubrió el elemento 75, el Renio, de la tabla periódica? (1 punto)

- a) Ida Noddack
- b) Marie Curie
- c) Lise Meitner

5. ¿Qué científica realizó investigaciones sobre el ADN? (1 punto)

- a) Marie-Anne Pierette Paulze
- b) Rosalind Franklin
- c) Dorothy Crowfoot Hodgkin

4.9. Atención a la diversidad

La atención a la diversidad tiene como fin garantizar el desarrollo integral del alumnado en función de las necesidades educativas que presente. Se deben de buscar distintas vías de respuesta a las diferentes capacidades, ritmos, estilos de aprendizaje e intereses de los estudiantes. Esta materia ha de contar con una gran flexibilidad para adaptarse a la diversidad dentro del aula y la posibilidad de introducir competencias y materias extra para los alumnos y alumnas que lo precisen. Las adaptaciones pueden ser de diferentes tipos, siempre buscando potenciar las competencias básicas al máximo:

- Adaptaciones curriculares no significativas sobre la propuesta educativa, donde no afecta a los aspectos del currículo, pero facilitan el proceso educativo.
- Adaptaciones curriculares significativas para el alumnado que presenta necesidades educativas especiales.

Para facilitar la adaptación de la acción docente hay que tener en cuenta los conocimientos previos del alumno y la actitud que presenta ante las diferentes actividades y contenidos. Se debe partir de lo concreto, de lo que los estudiantes conocen de una forma directa y dar una gran importancia al respeto y autoconocimiento, así como a la colaboración entre todos.

En cuanto a estas necesidades individuales, será necesario conocer los alumnos y alumnas que requieran mayor seguimiento educativo para planificar ampliaciones y refuerzos. Para todo ello, un procedimiento adecuado será el cuestionario que se realizará al principio de curso en el que se identifiquen las competencias que presenta el alumnado, que le permitirá la adquisición de nuevas destrezas, habilidades y aprendizajes.

A la hora de formar los grupos para realizar las actividades de la propuesta, se intentará que sean heterogéneos para que todos los grupos estén equilibrados y se genere una situación de colaboración entre ellos. En todas las sesiones el profesorado estará a disposición del alumnado para resolver cualquier duda y aclaración que presenten, así como de guiarles en la búsqueda de información o en las aplicaciones que tienen que utilizar.

4.10. Resultados de la encuesta

Para comprobar la concepción, percepción, conocimiento e ideas previas que tienen los alumnos y alumnas sobre la mujer científica a lo largo de la historia se ha realizado un cuestionario (*Anexo I*) en el nivel de 4ºESO (n=53), en las secciones de Ciencias del Colegio San José-Jesuitas de Valladolid. Una de ellas se encuentra en la modalidad bilingüe (B) y está constituida por 33 alumnos, de los cuales 14 son chicas y 19 chicos; mientras que la otra sección pertenece a la modalidad no bilingüe (NB) con 20 alumnos, de los cuales son 7 chicas y 13 chicos.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos para cada una de las preguntas planteadas en el cuestionario (*Anexo I*). El análisis de los resultados obtenidos se encuentra recogido en el Apartado 5 (Discusión de resultados) de este trabajo.

En la cuestión 1 se les pregunta sobre los científicos y científicas que hay en su entorno familiar y las respuestas para ambos grupos son las siguientes, diferenciando entre chicas y chicos.

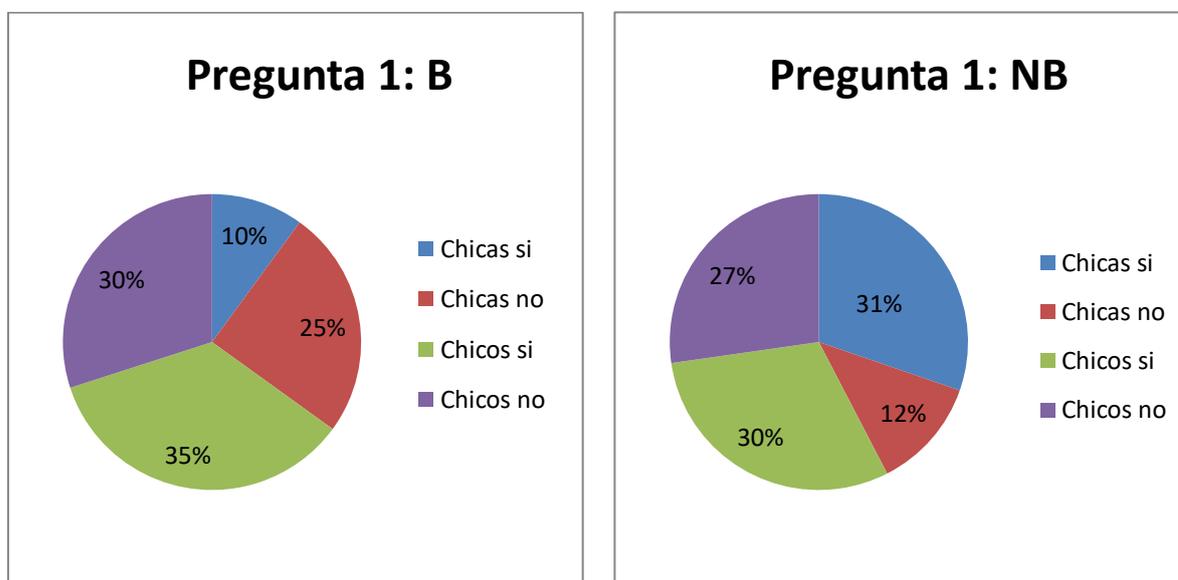


Figura 1. Respuestas a la pregunta 1 del cuestionario.

Las preguntas 2 y 3 consisten en analizar si los alumnos tienen referencias sobre varios científicos y científicas tanto internacionales como nacionales, para ello se les ha puesto una lista donde deben rodear aquellos que conocen.

SECCIÓN BILINGÜE

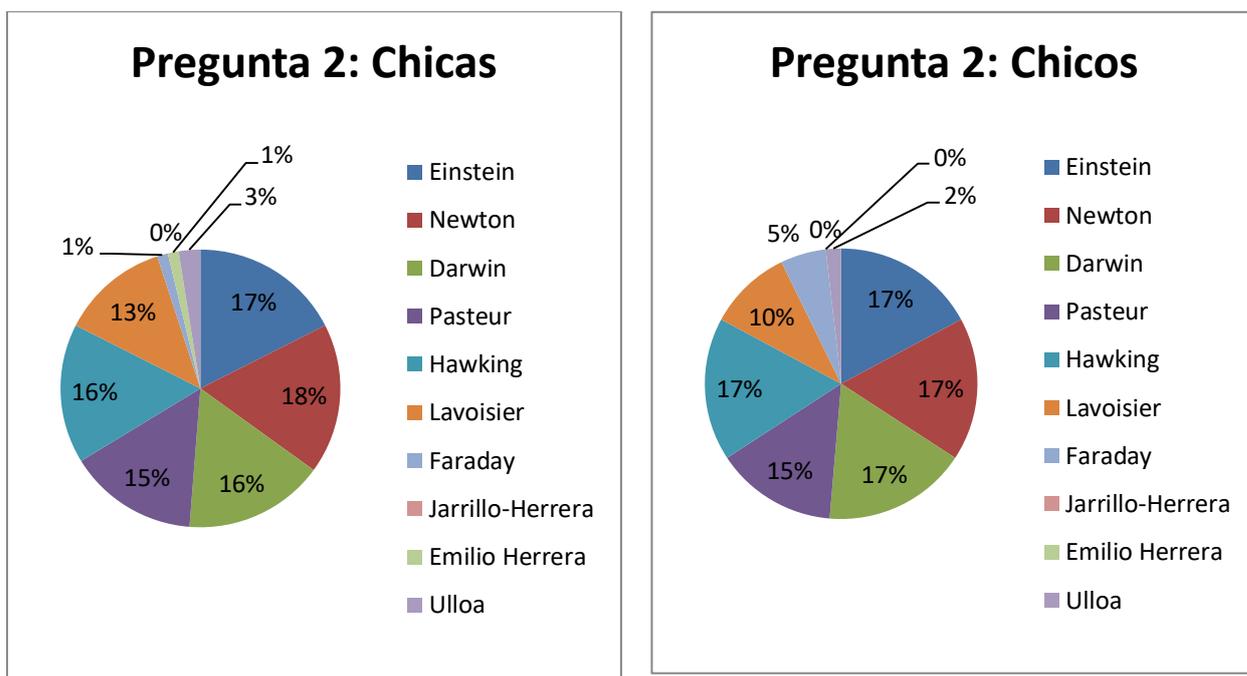


Figura 2. Respuestas a la pregunta 2 del cuestionario para la modalidad bilingüe.

SECCIÓN NO BILINGÜE

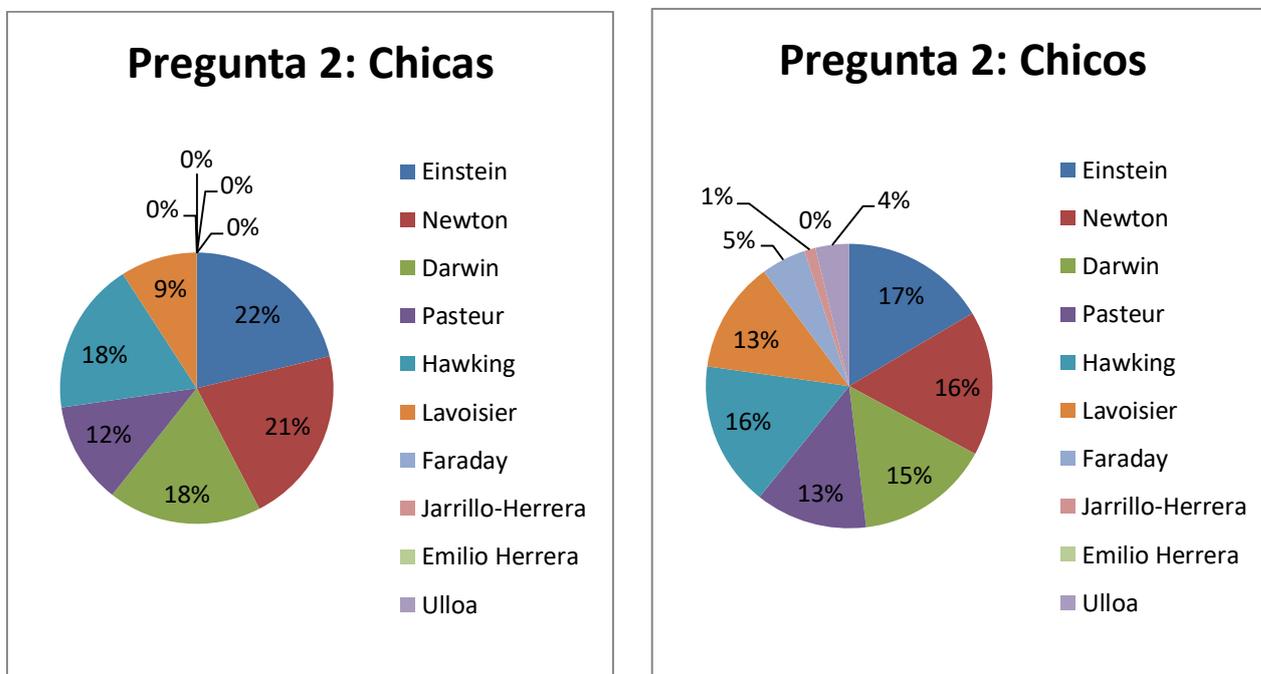


Figura 3. Respuestas a la pregunta 2 del cuestionario para la modalidad no bilingüe.

SECCIÓN BILINGÜE

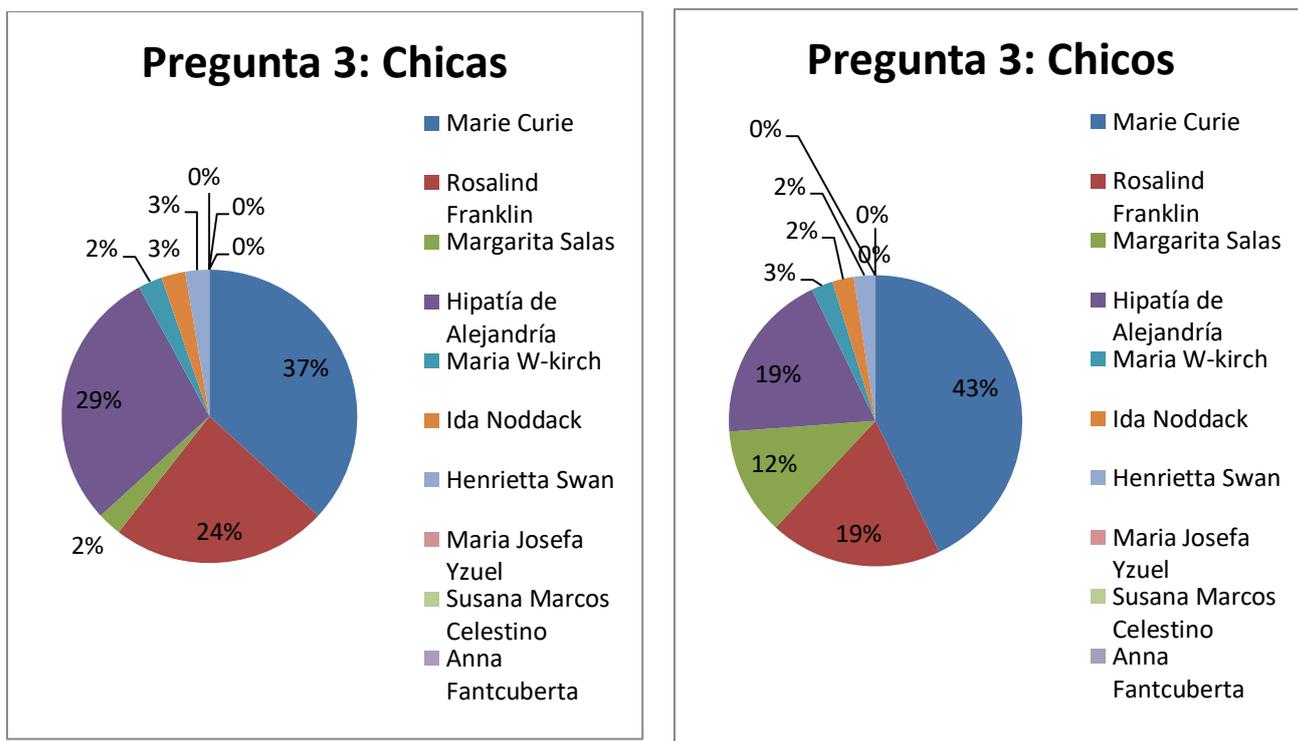


Figura 4. Respuestas a la pregunta 3 del cuestionario para la modalidad bilingüe.

SECCIÓN NO BILINGÜE

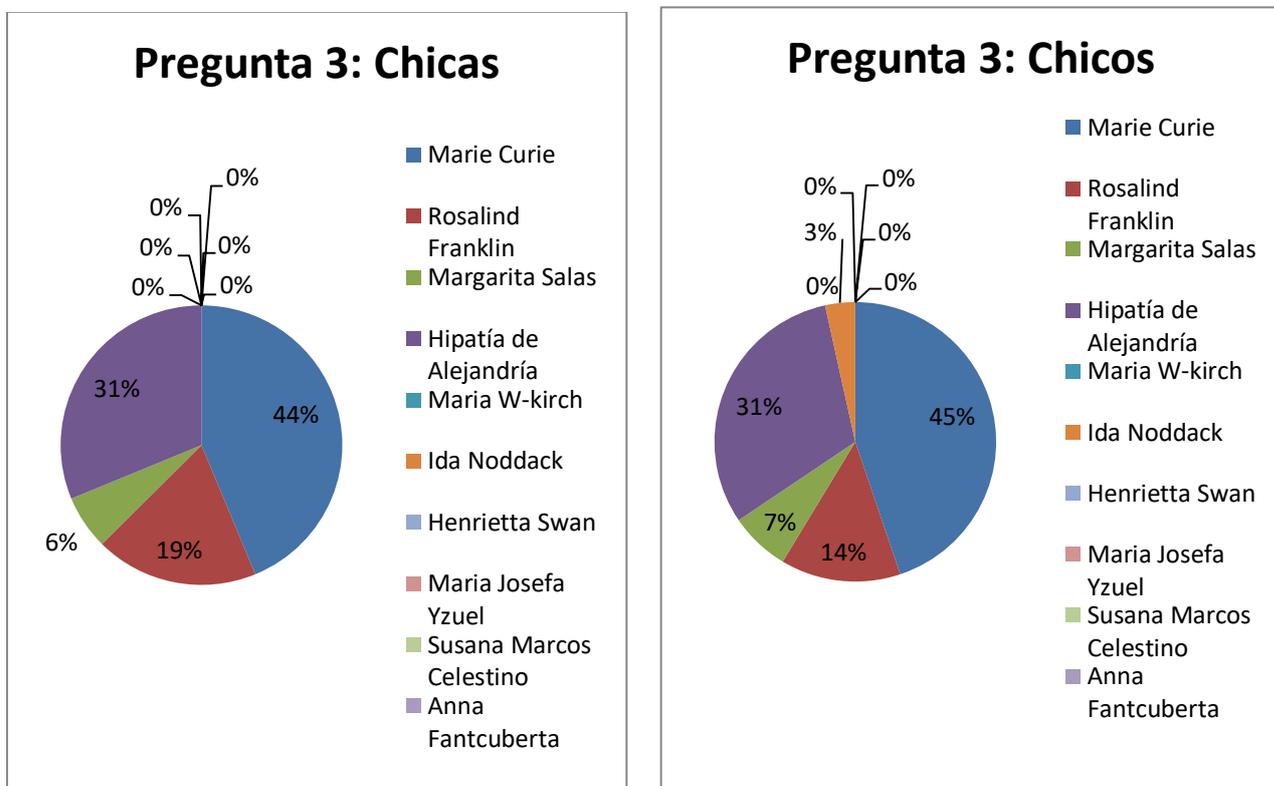


Figura 5. Respuestas a la pregunta 3 del cuestionario para la modalidad no bilingüe.

La pregunta 4 trata sobre si a los estudiantes les motiva que sus profesoras de Ciencias sean mujeres para que ellos sigan estudiando esta rama y en el futuro lleguen a ser científicos o científicas.

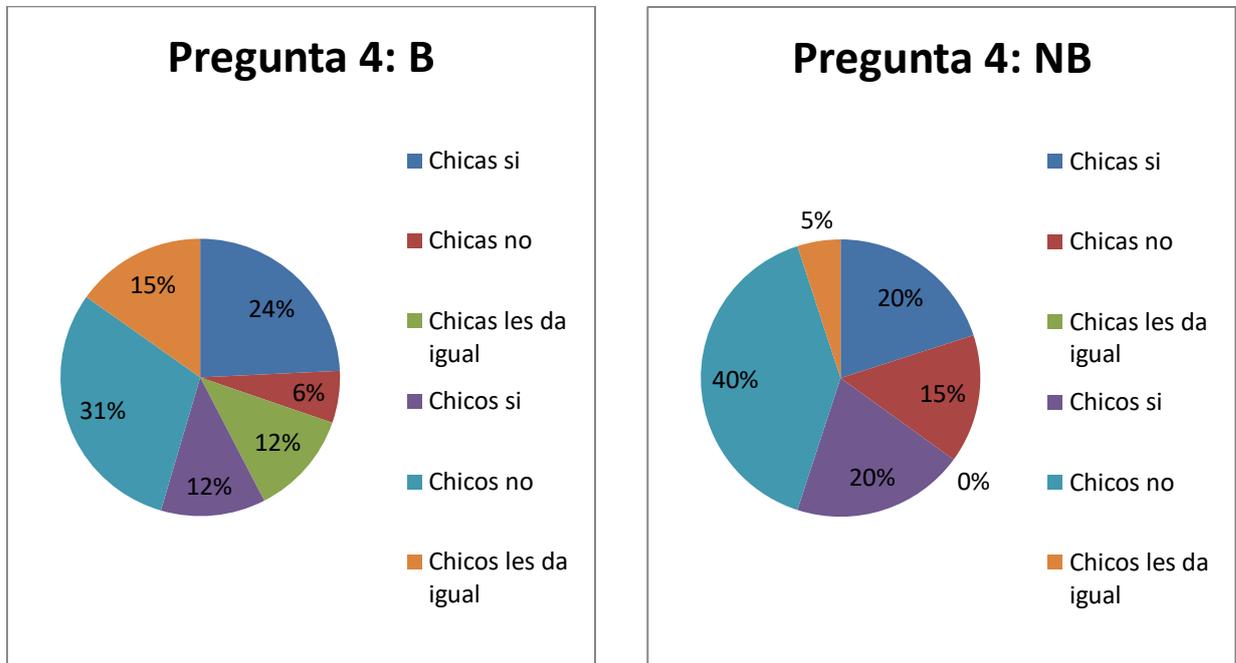


Figura 6. Respuestas a la pregunta 4 del cuestionario.

En la pregunta 5, se busca que los estudiantes respondan si creen que en los libros de texto de la asignatura de Física y Química se habla de las mujeres científicas y sus descubrimientos.

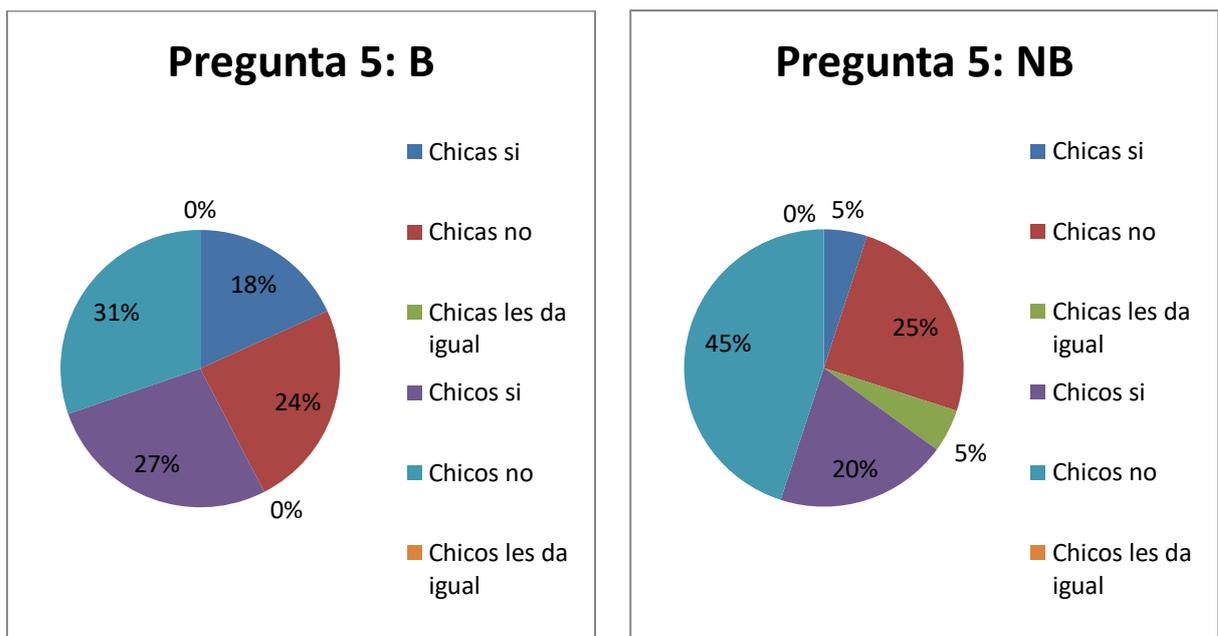


Figura 7. Respuestas a la pregunta 5 del cuestionario.

En la pregunta 6, el alumnado debe responder si les parece necesario conocer a mujeres científicas para sentirse motivados a estudiar una carrera de Ciencias.

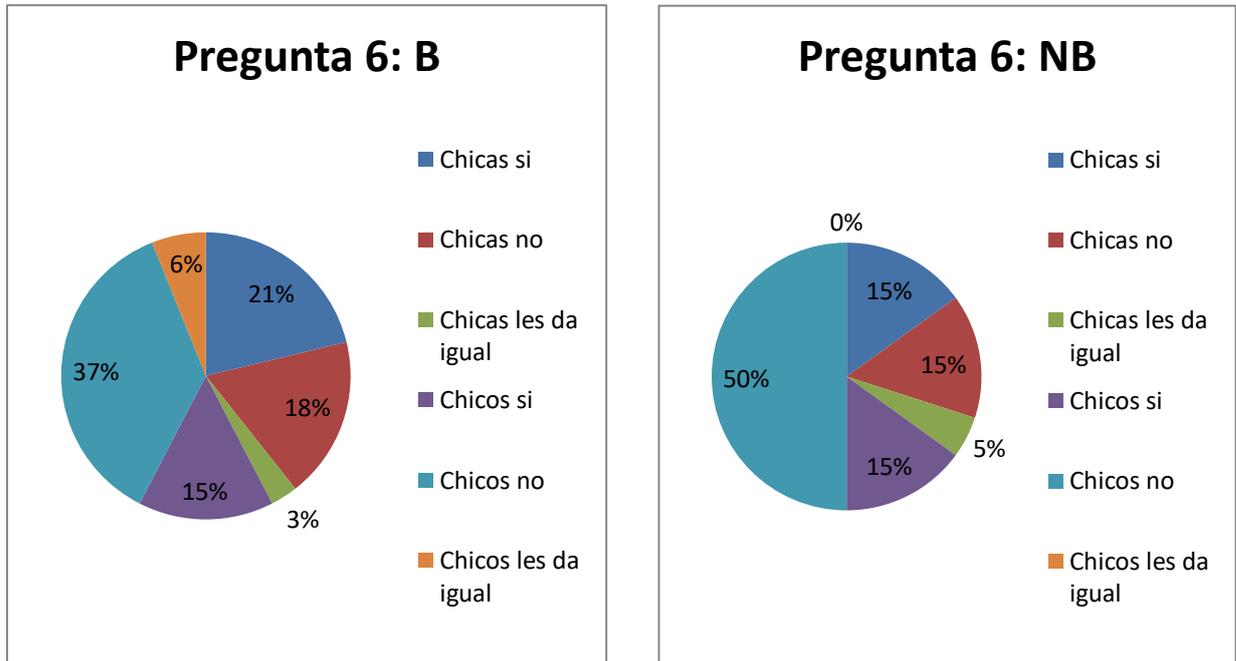


Figura 8. Respuestas a la pregunta 6 del cuestionario.

En la cuestión 7 los estudiantes tienen que comentar sus planes de futuro, remarcando si les gustaría estudiar una carrera de Ciencias y en caso afirmativo cual.

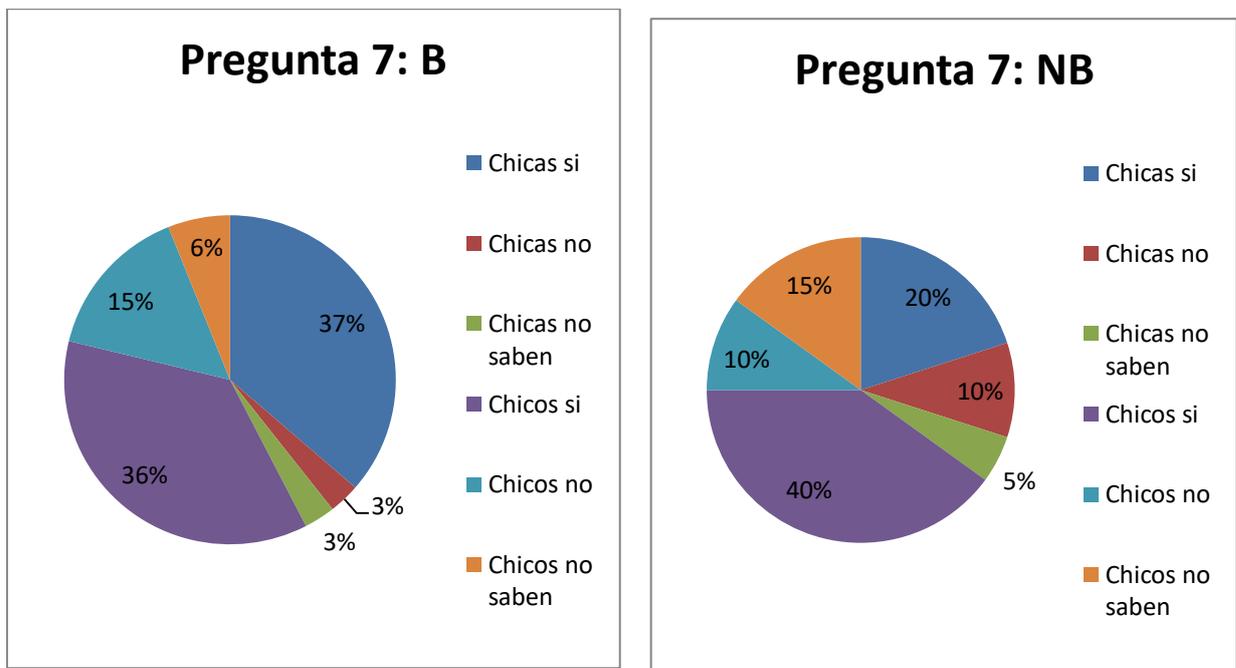


Figura 9. Respuestas a la pregunta 7 del cuestionario.

En la pregunta 8 el alumnado debe responder si en la exposición que han tenido que hacer para la asignatura de matemáticas, en la que se les pedía que hablasen sobre un científico a elección propia, han elegido un científico o una científica. Además se ha comprobado si su elección fue la primera o por el contrario cambiaron.

SECCIÓN BILINGÜE

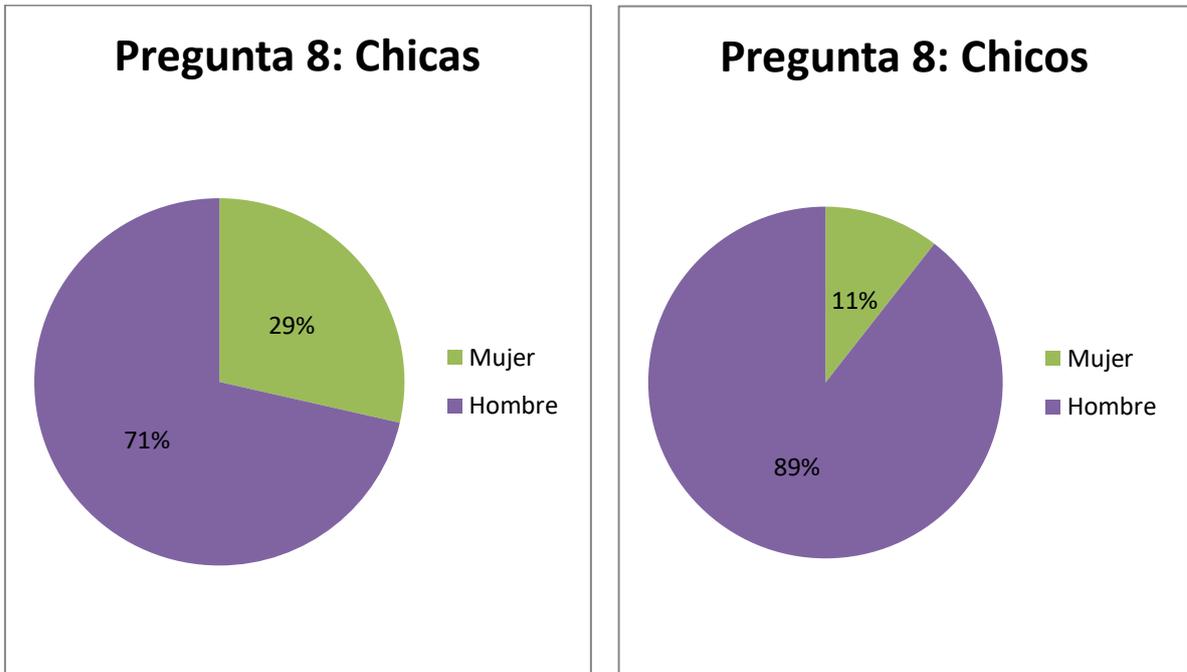


Figura 10. Respuestas a la pregunta 8 del cuestionario de la modalidad bilingüe.

SECCIÓN NO BILINGÜE

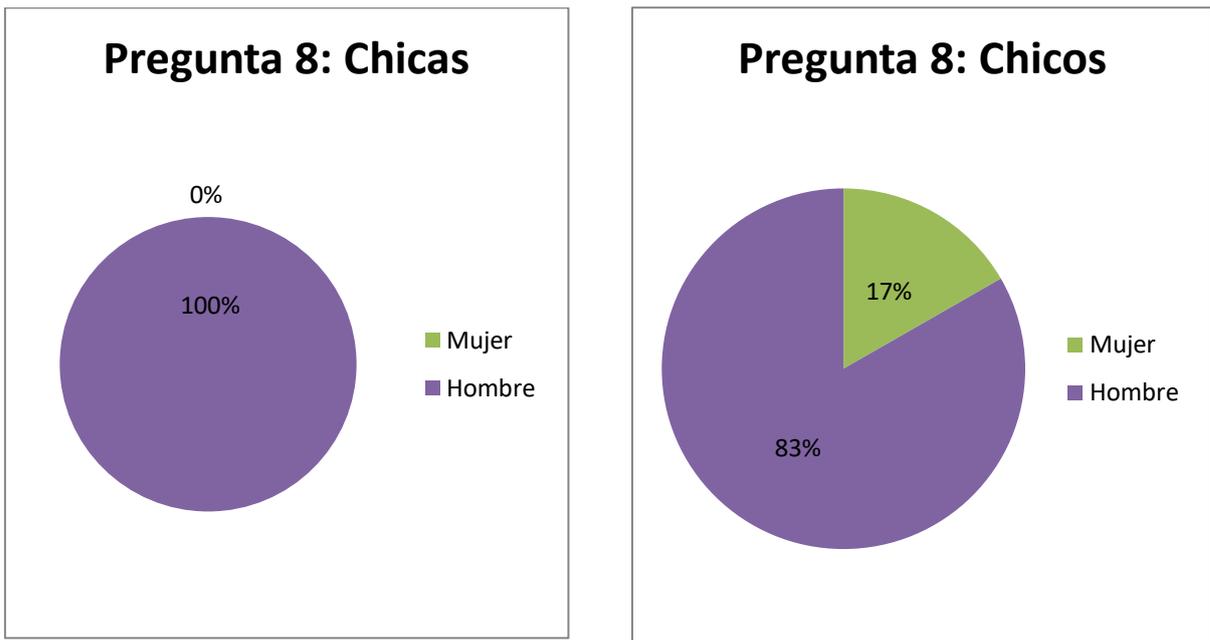


Figura 11. Respuestas a la pregunta 8 del cuestionario de la modalidad no bilingüe.

En la cuestión 9 se les ha informado sobre datos cuantitativos reales de la cantidad de mujeres científicas que hay en el mundo, y se les ha pedido si conocían esos valores y que explicasen el motivo por el que creen que existen diferencias entre el sexo.

SECCIÓN BILINGÜE

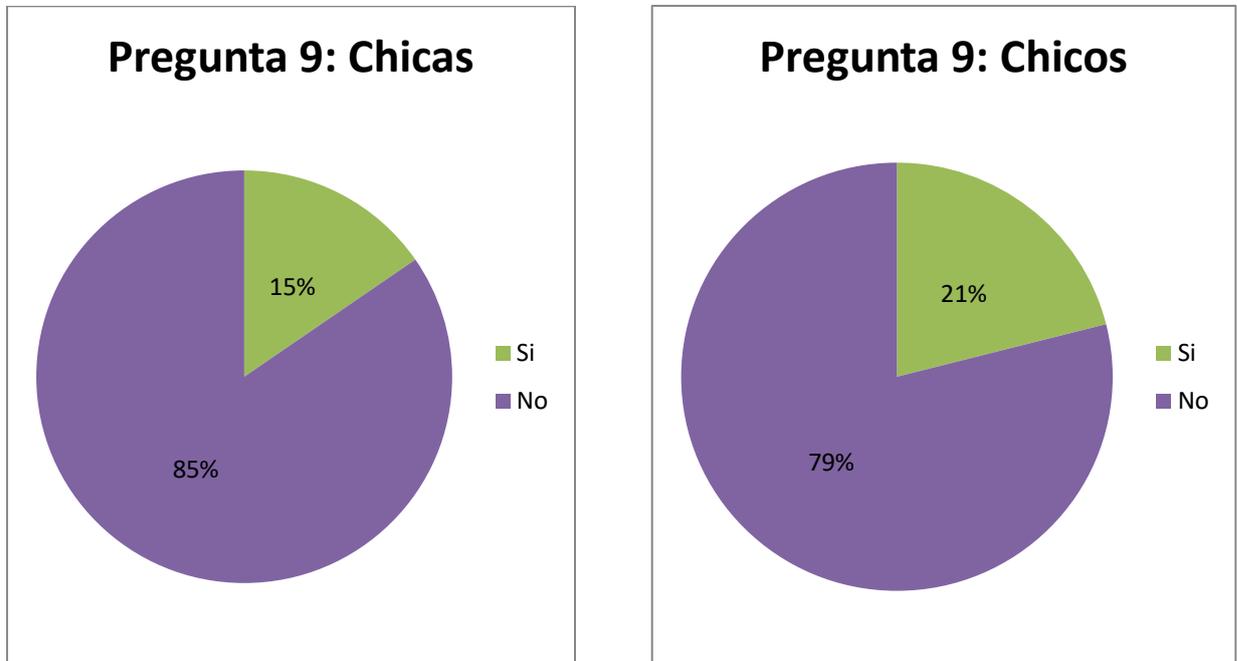


Figura 12. Respuestas a la pregunta 9 del cuestionario de la modalidad bilingüe.

SECCIÓN NO BILINGÜE

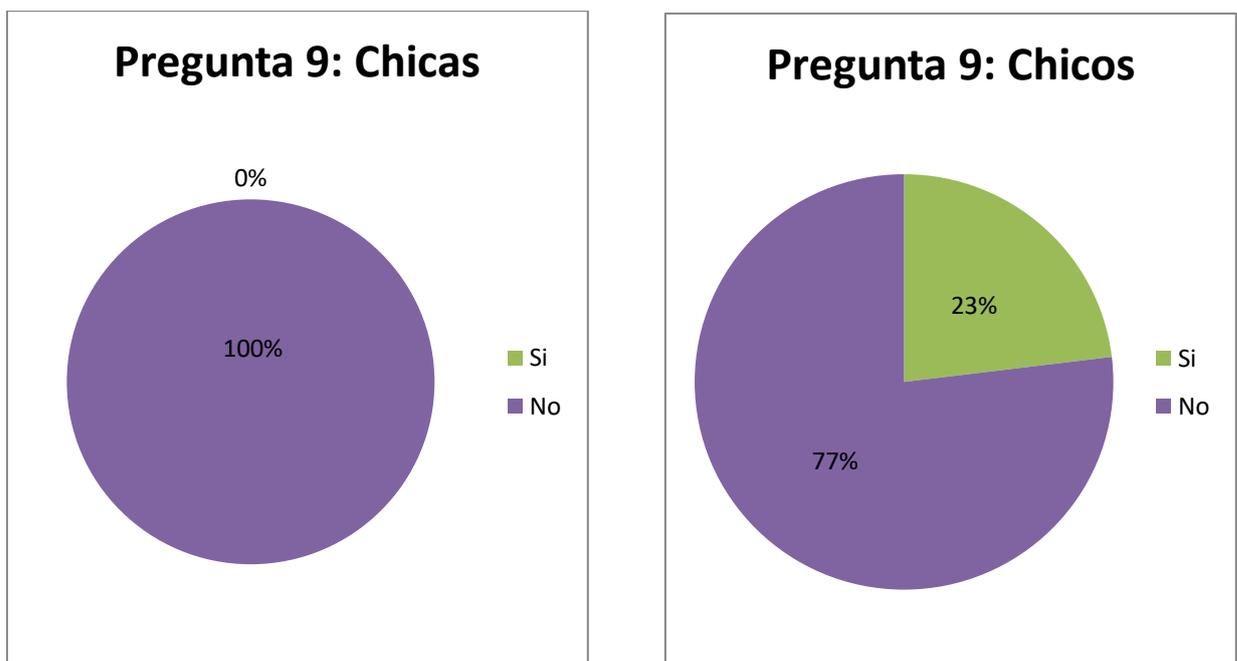


Figura 13. Respuestas a la pregunta 9 del cuestionario de la modalidad no bilingüe.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Actividades

Las tres actividades propuestas no se han podido llevar a cabo en el aula por falta de tiempo durante el Prácticum del Máster, por lo que no se han obtenido resultados reales tangibles.

5.2. Encuesta

Este estudio afronta el análisis de la percepción de 53 alumnos y alumnas de 4ºESO sobre el papel de la mujer en el desarrollo científico. De los individuos pertenecientes a la muestra estudiada, se han obtenido los siguientes resultados:

Referidos a la pregunta 1, donde se ha preguntado a los alumnos si alguien de su entorno familiar es científico, se puede observar que en la modalidad bilingüe un 39% no tienen familiares científicos, mientras que en la no bilingüe este porcentaje asciende a un 55%. La distinción entre grupos no es relevante pero sí las consecuencias que esto tiene a la hora de tomar decisiones en sus estudios futuros. Según Rodríguez et al. (2020) la madre es la figura más influyente en la elección de carreras STEM. Por lo que muchos chicos y chicas eligen una carrera porque sus padres también han estudiado carreras STEM o porque tiene más salidas profesionales. La familia es un factor importante, y en algunos casos determinante, a la hora de elegir la carrera que van a escoger para estudiar, más incluso que la influencia de sus amistades o el trabajo que van a desempeñar en un futuro (Cárdenas et al., 2021).

Con respecto a la cuestión 2, donde se les ha indicado una lista de hombres científicos, para la modalidad bilingüe se obtienen porcentajes similares por parte de chicas y chicos sobre el conocimiento de científicos internacionales, destacando Einstein y Newton. En cambio, los científicos españoles (Pablo Jarrillo-Herrera, Emilio Herrera y Antonio de Ulloa) no son conocidos por las mujeres, mientras que un 5% de los varones conocen a Pablo Jarrillo-Herrera y/o Antonio de Ulloa. En el caso de la sección no bilingüe, tanto chicas como chicos conocen a los científicos internacionales, obteniendo

porcentajes muy similares, mientras que si se hace referencia a los científicos españoles entre un 2 y un 3%, conocen solo a Antonio de Ulloa.

En la cuestión 3, donde se les ha expuesto una lista de mujeres científicas, en ambas modalidades se observa que hay un claro conocimiento acerca de Marie Curie, Rosalind Franklin, Margarita Salas e Hipatia de Alejandría. Destacando que Marie Curie es la más conocida (en torno al 40%) y Margarita Salas la menos conocida (entre un 6 y un 12%), remarcando que en la sección femenina bilingüe la conocen solo un 2%. En la modalidad no bilingüe las chicas no conocen al resto de científicas, ni nacionales ni internacionales, y los chicos solo conocen, con un 3%, a Ida Noddack. Por otro lado, haciendo referencia a la sección bilingüe se observa que María Winkelmann-Kirch, Ida Noddack y Henrietta Swam son conocidas entre un 2 y un 3%.

Agrupando los resultados de las dos cuestiones anteriores, se puede observar que tanto las científicas como los científicos nacionales no son casi conocidos por ningún alumno ni alumna en ninguna de las dos modalidades. Una explicación a esto puede ser debido a la falta de presencia de científicos nacionales en los libros de texto y en los medios de comunicación. Muchos científicos españoles se marchan del país, ya que la Ciencia española se ha ido deteriorando desde la crisis del 2008. La prioridad en la financiación del país respecto a este tema es escasa lo que deriva a que prácticamente los fondos destinados a la investigación sean muy reducidos, lo que repercute no solo en la calidad de las investigaciones si no en los salarios de los investigadores (Salas, 2020).

Asimismo, no conocen prácticamente ninguna científica adicional a las expuestas en el cuestionario, ocurriendo totalmente lo contrario para el caso de los hombres científicos.

Observando los resultados de la pregunta 4, “¿Te motiva que tu profesora de Ciencias sea mujer para seguir estudiando Ciencias y en un futuro llegar a ser científica?”, se percibe que a un 55% de los alumnos de la sección no bilingüe (siendo un 40% chicos), no les motiva que sus profesoras de Ciencias sean mujeres, mientras que a un 40%, en la misma proporción chicas y chicos, sí les motiva, y a un 5%, los cuales son chicos, les da igual este factor. En la modalidad bilingüe, un 37% no se ven motivados, siendo un 31% chicos; un 36% sí se ven motivados por este factor, destacándose una proporción doble en el resultado de las chicas frente al de los chicos y a un 27% les da igual, prácticamente en la misma proporción. A la vista de estos resultados, se puede

determinar que las chicas se ven más motivadas por el hecho de que su profesora de Ciencias sea mujer, mientras que en el caso de los chicos ocurre lo contrario o les da igual este hecho. Esto puede ser debido a que en general las chicas son más exigentes consigo mismas, y si no encuentran referentes femeninos en estas carreras, piensen que no son para ellas (Ramalhinho, 2015). Por lo que tener una profesora mujer es un factor motivador pudiendo verse reflejadas en ella.

Referidos a la cuestión número 5, “¿Crees que en los libros de texto de las asignaturas de Ciencias se trata a las mujeres científicas y sus descubrimientos?”, se percibe que un 70% de los alumnos de la sección no bilingüe (siendo un 45% chicos), consideran que en los libros de texto de las asignaturas de Ciencias no se recogen datos sobre las mujeres científicas ni de sus descubrimientos, mientras que un 25% cree que en los libros de texto sí se mencionan a las mujeres científicas de forma suficiente, observándose una proporción cuádruple en el resultado de los chicos frente al de las chicas y a un 5%, los cuales son chicas, les da igual este aspecto. Por otro lado, en la especialidad bilingüe los resultados son más equitativos, ya que a un 45% de los alumnos les parece que sí se trata a las mujeres científicas en los libros de textos de Ciencias, en cambio a un 55% no. Con las respuestas de esta pregunta se ha confirmado que un gran porcentaje de alumnos de la modalidad no bilingüe consideran que no se habla de las mujeres científicas en los libros de texto. Esto reafirma lo mencionado en el marco teórico, en donde se pueden observar dos investigaciones recientes de López-Navajas (2012) e Ibáñez (2019) en las cuales se explica el bajo porcentaje de mujeres que aparecen en los libros de texto.

Con respecto a la pregunta 6, “¿Te parece necesario conocer a mujeres científicas para motivarte a estudiar una carrera de Ciencias?” En la modalidad no bilingüe el porcentaje de chicos que considera que no es importante tener referentes femeninos en el campo de la Ciencia para estudiar una carrera científica es de un 50%, mientras que un 45% se reparte de manera equitativa entre chicas (15%) que no lo ven importante y chicos (15%) que lo ven importante; además, el 5% restante corresponde a chicas que no ven relación entre elegir una carrera de Ciencias y tener referentes femeninos en el campo de las Ciencias. En el caso de la modalidad bilingüe se observa una tendencia de los resultados similar, aunque algo inferior en algunos de estos, con la única diferencia de que ahora hay un 6% de chicos que consideran que no existe relación entre los dos factores expuestos. Según estos resultados, se puede determinar que para las chicas

cobra mayor importancia el tener referentes femeninos a la hora de elegir una carrera, en cambio, los chicos, los cuales tienen muchos referentes masculinos en esta rama, ven la necesidad de tener referentes femeninos para verse motivados y atraídos a la hora de escoger y estudiar una carrera. Así, se ve apoyada la idea mencionada en el marco teórico, donde se muestran diferentes causas donde no hay referentes femeninos como por ejemplo en los libros de texto, en el uso del lenguaje o en la poca cantidad de mujeres que han ganado un Premio Nobel de Ciencias.

En la pregunta 7, “¿Te gustaría estudiar una carrera de Ciencias? ¿Si es así cuál?”, se observa que un 60% del alumnado de la sección no bilingüe quiere estudiar una carrera de Ciencias, observándose una proporción doble en el resultado de los chicos frente al de las chicas. Un 20% no quiere estudiar una carrera relacionada con el ámbito científico en la misma proporción chicas y chicos y un 20% no sabe qué estudiar en un futuro. Para el caso de la especialidad bilingüe se puede ver que el 73% del alumnado quiere estudiar una carrera de Ciencias, en la misma proporción de chicas y chicos. Un 18% no quiere estudiar una carrera de Ciencias, siendo una proporción quíntuple en el resultado de los chicos frente de las chicas. Por último, un 9% tienen dudas sobre a qué dedicarse en un futuro. A la vista de estos resultados, se observa que puede que no exista una relación entre el hecho de tener referentes femeninos científicos con elegir una carrera de Ciencias, al contrario que lo mencionado en la pregunta anterior, remarcándose el hecho de que le dan más importancia a su gusto hacia la carrera que a tener referentes femeninos. Además, se ha visto que las carreras preferidas por las chicas pertenecen al ámbito científico-sanitario, en cambio, para los chicos son del ámbito tecnológico.

Examinando los resultados de la cuestión 8, donde se les pide que indiquen si en la exposición de la asignatura de matemáticas han elegido a un hombre o a una mujer y si esa fue su primera elección, en la especialidad no bilingüe se puede determinar que solos dos alumnos chicos han elegido elaborar su trabajo sobre mujeres, no siendo en ninguno de los casos su primera elección. En la sección bilingüe el 29% de las chicas y el 11% de los chicos optaron por hacer su exposición sobre una mujer científica. De estos estudiantes la mitad de las chicas habían escogido con anterioridad un científico, pero al estar ya elegido por otro compañero, tuvieron que cambiarlo optando por elegir a una mujer, mientras que para el resto de los alumnos y alumnas que escogieron a una mujer, sí fue su primera opción. Como decía Isaac Newton “Si he visto más lejos ha

sido porque he estado subido a hombros de gigantes”, lo que nos quiere decir a través de esta frase es que sus contribuciones no habrían sido posibles sin el trabajo de sus compañeros. Pero resulta muy difícil ver a mujeres en estas contribuciones, ya que la Historia de la Ciencia se basa en la historia de los grandes hombres, por eso, hoy en día, se tienen más en mente a hombres científicos que a mujeres científicas (González, 2017), por lo que el alumnado al pensar en algún científico elige primero a un hombre antes que una mujer.

Por último, en la pregunta 9, donde se les ha indicado el porcentaje de mujeres científicas que hay en el mundo según la UNESCO, la mayoría de los alumnos afirma no ser conscientes del bajo porcentaje de mujeres científicas existentes a nivel mundial. Viendo que, de la totalidad del alumnado encuestado, las chicas son menos conscientes de este hecho. Además, entre las justificaciones dadas por los alumnos sobre esta situación, destacaron dos ideas principales; en primer lugar, la errónea extrapolación a la actualidad de las antiguas creencias sobre que la mujer solo servía para realizar trabajos domésticos y de servicio a los demás, (en color azul en la Figura 14). La segunda idea hace referencia a que las mujeres no eligen pertenecer a la comunidad científica porque no muestran interés o gusto por esta rama (en color rojo en la Figura 14), lo cual puede proceder de la ya mencionada falta de referentes femeninos científicos en su etapa escolar.

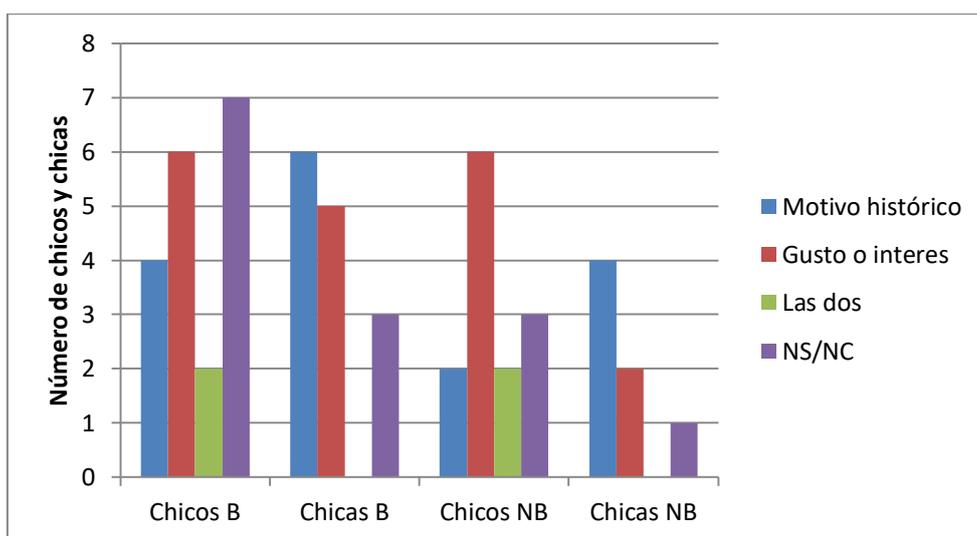


Figura 14. Justificaciones de la pregunta 9 del cuestionario. B (bilingüe) y NB (no bilingüe)

Como reflexiones generales a la encuesta planteada, se puede determinar que las alumnas ven una necesidad en que haya más referentes científicas en el ámbito escolar (teoría explicada en clase por el docente, actividades y ejercicios que realizan en clase de los diferentes temas, libros de texto, etc.) para tomar la decisión de qué estudiar en el futuro. Además, en general, los estudiantes consideran que la desigualdad existente entre hombres y mujeres en la comunidad científica se debe a ideas preexistentes de que ellas solo pueden realizar trabajos de servicios a terceros, sociales o domésticos. Por ejemplo, en la historia de la tecnología en el ámbito de lo privado se ha pasado por alto a la mujer, teniendo como consecuencia que descubrimientos hechos por mujeres sobre lo doméstico o la crianza no se hayan contabilizado como desarrollos “tecnológicos” (González, 2017).

Por todo esto es necesaria la realización de trabajos donde se ponga de manifiesto el valor de la mujer científica dentro del aula, como recoge en este caso este Trabajo de Fin de Máster.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en este Trabajo Fin de Máster, se han llegado a las siguientes conclusiones:

En relación a las tres actividades propuestas, se han valorado de manera teórica, puesto que no ha sido posible llevarlas a cabo en el aula. Habría sido muy útil realizarlas de forma práctica para ver en qué grado funcionan, conocer las limitaciones y poder modificarlas. Con estas actividades se busca que los alumnos y alumnas conozcan a científicas Químicas y Físicas que no aparecen en los libros de texto de las asignaturas de Ciencias y que amplíen sus conocimientos sobre la Historia de la Ciencia, siendo en muchos casos (por no decir la mayoría) escasa.

En cuanto al cuestionario planteado y realizado en dos clases de 4ºESO se ha podido conocer la percepción que tiene el alumnado de este nivel educativo del Colegio San José-Jesuitas, en diferentes aspectos sobre la mujer científica y sus descubrimientos. En primer lugar, se ha visto que los alumnos y alumnas conocen más hombres científicos que mujeres científicas, debido que a la mayoría de los científicos propuestos los conocían; en cambio, respecto a las científicas, el rango de conocimiento era tan solo de dos o tres.

En segundo lugar, se ha podido observar que la mayoría del alumnado considera que la aparición de las mujeres en los libros de texto de Ciencias es escasa e insuficiente, éste sería un punto clave a abordar modificando los contenidos de los libros para crear una educación igualitaria. Otro aspecto a destacar, es que el alumnado no ve la necesidad de tener referentes femeninos para seguir estudiando Ciencias y en un futuro optar por una carrera de esta rama. Sin embargo, las chicas si ven esa necesidad. Por lo que, es necesario que en los centros escolares una parte del profesorado en la rama de Ciencias sean mujeres que sirvan como ejemplo motivador a esta parte del alumnado a seguir sus pasos estudiando una carrera de Ciencias.

Para finalizar, este estudio se ha realizado sobre una pequeña muestra de alumnos para conocer lo que piensan sobre la mujer científica y la Ciencia. Se ha podido comprobar que aun estando en el siglo XXI, hay un gran desconocimiento sobre el rol de la mujer en la Ciencia. Es un problema que sigue existiendo. El alumnado sigue presentando una serie de creencias y actitudes, las cuales, se pueden considerar como antiguas.

7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Partiendo de los resultados y conclusiones expuestos en apartados anteriores, se sugieren algunas prospectivas para futuras investigaciones:

- En primer lugar, se invita a completar este estudio por medio de la realización del cuestionario presentado en este Trabajo de Fin de Máster en otros centros educativos, ciudades o etapas escolares para poder obtener conclusiones lo más precisas posibles sobre lo que en este se estudia, así como para poder identificar si el problema de la desigualdad en cuanto al desconocimiento de la mujer científica se encuentra generalizado geográficamente o desde las primeras etapas de la escolarización infantil, pudiendo así intentar erradicarlo lo antes posible.
- Sería interesante experimentar con más individuos de estudio si hay una tendencia clara en si los estudiantes se ven motivados o no por tener familiares científicos a la hora de elegir sus estudios futuros.
- Otra línea de investigación se podría dirigir hacia la atención que presentan los alumnos y alumnas en la lectura del material que reciben, ya que se ha observado que en las cuestiones que había dos preguntas que responder muchos de ellos no llegaban a contestar la segunda de ellas, lo cual es muy probable que sea debido a que van con mucha prisa leyendo.
- Se considera, tras ver los resultados obtenidos en el cuestionario, que otra futura línea de investigación podría ser el estudio de por qué las alumnas prefieren estudiar carreras de la rama científico-sanitaria, mientras que los alumnos se inclinan más por las de la rama ingenieril, informática y tecnológica.
- En base a las investigaciones realizadas sobre la perspectiva de la mujer en alumnos y alumnas de ESO y a las respuestas de los alumnos en la última pregunta del cuestionario, se propone una nueva vía de investigación en la que se pueda estudiar, por qué se están extrapolar a la actualidad antiguas creencias sobre que la mujer solo sirve para realizar trabajos domésticos y de servicio a los demás, pudiendo, además, aumentar o modificar el tamaño de la muestra de estudio.

– Por último, se sugiere el estudio de las conductas del alumnado a la hora de colaborar en actividades que no supongan una recompensa; en este caso, debido a que el cuestionario no suponía ningún beneficio, ni afectaba al expediente académico de los alumnos y alumnas, mucha de las respuestas recabadas han sido absurdas, insulsas y, en algunos casos, nulas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aislamiento, prejuicios y discriminación: por qué las mujeres no ganan Premios Nobel de Ciencia. (2018). Xataka. Consultado el día 27 de abril de 2023.
- Almazán Santodomingo, L. (2017). *La presencia de la mujer científica en la mente de niños de Educación Primaria*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid].
- Ángeles, D. H. M. (2014). *Liberación y utopía: la mujer ante la Ciencia*. DIGITAL.CSIC. <http://hdl.handle.net/10261/98367>.
- Antolí Martínez, J. M. (2020). *Algunas reflexiones y criterios sobre el uso del lenguaje igualitario*. Aula Magna 2.0. [Blog] Recuperado de: <https://cuedespyd.hypotheses.org/7211> consultado el día 26 de abril de 2023.
- Álvarez Lires, F.J. (2012). *Psicología, género y educación en la elección de estudios de ingeniería*. [Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid].
- Becerra Hernández, A. (2009): *Las mujeres también han contribuido al desarrollo de la Ciencia*. <https://www.eumed.net/rev/cccss/04/abh.htm> consultado el día 17 de mayo de 2023.
- Bell, J. (2005). *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*. (Roc Filella Escolá, trad.). México: Gedisa. (Trabajo original publicado en 1999).
- Cárdenas, S.; Hernández, F. y Piña, M. E. (2021). *Factores que inciden en la elección de una carrera universitaria*. *PsicoEducativa: Reflexiones y Propuestas*. 7(13), 15-24.
- Cárdenas, S. S. (2020). *En la historia, solo 22 mujeres han ganado un premio nobel de medicina, física o química*. Diario La República. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/en-la-historia-solo-22-mujeres-han-ganado-un-nobel-de-medicina-fisica-o-quimica-3071040> consultado el día 25 de abril de 2023.
- Casas Anguita, J.; Repullo Labrador, J.R. y Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*. 31(8), 469-558.

- Ciencia-Para-Llevar-Csic. (2015) *“Efecto Matilda”*: ser mujer resta puntos en el currículo científico. 20 minutos. <https://blogs.20minutos.es/Ciencia-para-llevar-csic/2015/03/05/efecto-matilda-ser-mujer-resta-puntos-en-el-curriculo-cientifico/> consultado el día 27 de abril de 2023.
- Creswell, J. (2012). *Educational research. Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. [Investigación educativa. Planeación, conducción y evaluación en investigación cuantitativa y cualitativa]. (4ª ed.). USA: Pearson. Recuperado de: <https://goo.gl/tNzc bu> el día 27 de abril de 2023.
- Fernández César, R. y Sáez-Gallego, N.M. (2020). *La percepción de la mujer en la educación científica en la educación primaria y secundaria. ¿Es equitativa o estereotipada?* International Journal of Developmental and Educational Psychology 42 INFAD Revista de Psicología, 2 (1), 27-42.
- Fernández Jara, M. (2023) *¿Cuántas mujeres estudian carreras científicas?* Europa Press. <https://www.europapress.es/epsocial/igualdad/noticia-cuantas-mujeres-estudian-carreras-cientificas-20230211120453.html>. Recuperado el día 8 de junio de 2023.
- Fundación Nobel (2022). <https://www.nobelprize.org/> consultado el día 27 de abril de 2023.
- González García, M. I. (2017). *Ciencia, tecnología y género*. <http://hdl.handle.net/20.500.14066/4262>.
- Guevara, P. R. (2017). *Científicas en la sombra: las mujeres que fueron eclipsadas por sus colegas (y maridos)*. El confidencial. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-02-11/cientificas-en-la-sombra-las-mujeres-que-fueron-eclipsadas-por-sus-colegas-y-maridos_1329531/ consultado el día 27 de abril de 2023.
- *Guía de Normas APA, séptima edición*. Recuperado de: <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf> el día 27 de abril de 2023.
- Ibáñez Ibáñez, M.M.; Romero López, M.C. y Jiménez Tejada, M.P. (2019). *¿Qué Ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria? Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 49-71. <https://doi.org/10.5565/rev/ensCiencias.2668>.

- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, NTP 283, 2019, *Encuestas: metodología para su utilización*.
- Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (LOMLOE).
- Lires, M.A.; Nuño, T. y Solsona, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid, España.
- López-Navajas, A. (2012). Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación*, 363, 282-308. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2012-363-188>.
- Macho-Stadler, M. (2017). *Mujeres y Ciencia: discriminación, estereotipos y sesgos*. Academia. Universidad del País Vasco.
- Miquela, G. L. M. (2021). *Científicas y coeducación: hacia una enseñanza secundaria más igualitaria*. <http://hdl.handle.net/11201/157584>.
- Navarro Marco, S. (2016). *Análisis del papel de la mujer en la Ciencia y su transmisión durante la educación primaria*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid].
- Nuño, T. (1992). Género y Ciencia. La educación científica. *Revista de psicodidáctica*, 9(2000), 183-214.
- Orden EDU/39/2022, de 29 de septiembre, por la que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. (BOCYL).
- Ramalinho, H. (2015) *¿Cómo motivar a las niñas a estudiar tecnología, matemáticas o una ingeniería (STEM)?* Ameco Press. <https://amecopress.net/Como-motivar-a-las-ninas-a-estudiar-tecnologia-matematicas-o-una-ingenieria-STEM> consultado el día 16 de mayo de 2023.
- Ramos Rodríguez, A. M. (2021). *Análisis de la presencia de las mujeres científicas en los libros de texto de educación secundaria y su repercusión en las carreras STEM*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Cádiz].

- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE).
- Rodríguez, K. C. A.; Medina, D. E. M.; y Crespo, P. M. (2020). Influencia familiar en la elección de carreras STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en estudiantes de bachillerato. *Revista de Investigación Educativa*, 38(2), 515-531. <https://doi.org/10.6018/rie.366311>.
- Rossiter, M.W. (1993). The Mathew Matilda effect in Science. *Social Studies of Science*, 2(23), 325-341. DOI: 10.1177/030631293023002004.
- Rousseau, J.J. (1998). *Emilio o De la Educación*. Madrid: Alianza.
- Sáenz del Castillo Velasco, A. (2015). ¡Las enseñanzas de la historia sin mujeres! Género, Currículum escolar y Libros de Texto: una relación problemática. *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales*, 29, 43-59.
- Salas, C. (2020). *Por qué en España dejamos escapar a los científicos e investigamos cosas inútiles*. La Información. <https://www.lainformacion.com/espana/por-que-dejamos-escapar-cientificos-investigamos-cosas-inutiles/2810089/> consultado el día 16 de mayo de 2023.
- Salgado-González, L. (2020). *Científicas y coeducación: una unidad didáctica para una escuela más igualitaria*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Internacional de la Rioja].
- Sedeño, E. P. (2003). Las mujeres en la historia de la ciencia. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/9700/1/LAS%20MUJERES%20EN%20LA%20HISTORIA%20DE%20LA%20CIENCIA.pdf>.
- Stadler, M. M. (2016). *Las mujeres en la revolución científica: un injustificado olvido*. Mujeres con Ciencia. <https://mujeresconciencia.com/2015/07/06/las-mujeres-en-la-revolucion-cientifica-un-injustificado-olvido/> consultado el día 17 de mayo de 2023
- Stadler, M. M. (2023). *Igualdad en cifras MEFP 2023*. Mujeres con Ciencia. <https://mujeresconciencia.com/2023/03/17/igualdad-en-cifras-mefp-2023/>. Recuperado el día 27 de abril de 2023.

- Vaillo Rodríguez, M. (2013). *Recomendaciones para introducir la igualdad e innovar en los libros de texto*. Madrid: Instituto de la Mujer del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Recuperado de: https://www.inmujeres.gob.es/areasTematicas/educacion/publicaciones/docs/Recomendaciones_CD.pdf el día 27 de abril de 2023.
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M.A. (2008). *La vocación científica y tecnológica de las chicas en secundaria y educación diferenciada*. 13466 - Bordon 60-3 (7).
- Vázquez Romero, I.M. y Blanco-Blanco, A. (2019). Factores sociocognitivos asociados a la elección de estudios científico-matemáticos. Un análisis diferencial por sexo y curso en la Educación Secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 37(1), 269-286. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.37.1.303531>.

9. ANEXOS

ANEXO I: CUESTIONARIO A LOS ALUMNOS

CUESTIONARIO

Masculino Femenino Prefiero no decirlo

Edad:

Curso:

1. ¿Alguien de tu entorno familiar es científico (químico, físico, matemático, biólogo, médico,...)?

Sí No

¿Y cuántas son mujeres?

2. De esta lista de hombres científicos, a cuantos conoces (rodea con un círculo a los que sí conozcas).

- Albert Einstein
- Isaac Newton
- Charles Darwin
- Louis Pasteur
- Stephen Hawking
- Antoine-Laurent de Lavoisier
- Michael Faraday
- Pablo Jarillo-Herrera
- Emilio Herrera
- Antonio de Ulloa

Conocer a algún científico más (escribe su nombre):

3. Y de esta lista de mujeres científicas, a cuantas conoces (rodea con un círculo a las que sí conozcas).

- Marie Curie
- Rosalind Franklin
- Margarita Salas
- Hipatia de Alejandría
- Maria Winkelmann-Kirch
- Ida Noddack
- Henrietta Swan Leavitt
- María Josefa Yzuel
- Susana Marcos Celestino
- Anna Fantcuberta I Morral

Conoces a alguna científica más (escribe su nombre):

4. Te motiva que tu profesora de Física y Química o Biología sea mujer para seguir estudiando ciencias y en un futuro llegar a ser científico/a.

Sí No

5. ¿Crees que en los libros de texto de las asignaturas de ciencias como Biología o Física y Química, se trata de las mujeres científicas y de sus descubrimientos?

Sí No

6. ¿Te parece necesario conocer a mujeres científicas para motivarte para estudiar una carrera de ciencias?

Sí No

7. ¿Te gustaría estudiar una carrera de Ciencias? ¿Si es así cuál?

8. En la exposición que habéis tenido que hacer en la asignatura de matemáticas, habéis elegido un personaje científico:

Mujer Hombre

¿Esa ha sido vuestra primera elección?

Si No

¿Y por qué vuestra elección ha sido esa?

9. ¿Según la UNESCO, menos del 30% de los investigadores científicos en el mundo son mujeres, lo sabías?

Si No

¿A qué crees que esto es debido?

ANEXO II: EJEMPLO DEL GUION DEL PODCAST

Alumno 1 (Entrevistador): Buenos días, bienvenido y bienvenidas a “Las mujeres en la Ciencia”. Damos comienzo como cada lunes a esta sección, dedicada a las mujeres científicas.

Hoy tenemos con nosotros a una gran científica e investigadora española Margarita Salas, la cual se convirtió en la primera mujer española que forma parte de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, y muchos os preguntaréis, ¿quién es esta mujer y qué ha hecho por la ciencia? Pues bien, empecemos por presentarla.

Bienvenida, Margarita, lo primero de todo agradecerte tu tiempo por habernos concedido esta entrevista y estos minutos para poder hablar contigo y poder conocerte mejor.

Alumno 2 (Margarita Salas): Hola buenos días, es un placer para mí estar aquí con vosotros. Intentaré responder a todas las preguntas, siempre que me sepa la respuesta.

Alumno 3 (Colaborador): Buenos días, Margarita, comenzaré yo con la primera pregunta, ¿Cuándo y por qué te interesaste por la Química?

Alumno 2 (Margarita Salas): De pequeña estudié una formación muy completa, tanto en Humanidades como en Ciencias, pero cuando tuve que ir a la Universidad y elegir carrera, me decanté por las Ciencias. Además, no acababa de decidirme entre Ciencias Químicas y Medicina, por lo que opté por estudiar un curso selectivo que me valdría para ambas, pero finalmente decidí estudiar Química. Me encantaba pasar horas en el laboratorio de Química Orgánica.

Alumno 3: ¡Guau! Impresionante y, ¿cómo decidiste al final dedicarte a la Bioquímica?

Alumno 2: Conocí a Severo Ochoa que me invitó a una conferencia suya. Esa charla trataba sobre su investigación y a mí me dejó fascinada, en ese momento fue cuando se despertó en mí una atracción por la Bioquímica. Conseguí realizar mi tesis doctoral con un excelente bioquímico en Madrid, aunque él esperaba muy poco de mí en el trabajo científico ya que era una mujer.

Alumno 4 (Colaborador): Hola, perdón por unirme más tarde, había mucho tráfico al llegar pero, ¿cómo que no esperaba nada de ti por que eras mujer? ¿Podrías explicarnos un poco más?

Alumno 2: Si por supuesto. Cuando me conoció Sols, mi profesor de tesis, pensó “Bah, una chica. Le daré un tema de trabajo sin demasiado interés, pues si no lo saca adelante no importa”. Fueron unos años duros donde el machismo estaba presente, pero así era en esa época por desgracia.

Alumno 1: Que años más duros, seguro que fuiste muy fuerte. Bien, para los que no conozcan a nuestra invitada de hoy, Margarita es la descubridora del fago Phi29 junto a su marido. ¿Por qué elegisteis este tema?

Alumno 2: Cuando regresamos de EE.UU, mi marido y yo nos unimos para trabajar juntos y elegimos estudiar el fago Phi29. Estos fagos son morfológicamente complejos y son virus que infectan bacterias. Este tipo de virus había dado lugar a las primeras aportaciones a la genética molecular en la década de los cincuenta, por lo que quisimos desentrañar los mecanismos utilizados por el virus para formar sus componentes, es decir, las proteínas y su material genético.

Alumno 3: ¿Y fue fácil llevar a cabo esta investigación en España? ¿Por qué no se daba mucho dinero a las investigaciones en nuestro país, verdad?

Alumno 2: Correcto, no fue nada fácil, para poder llevarlo a cabo necesitamos de capital extranjero. Pero mi gran amigo Severo Ochoa nos consiguió financiación de la *Memorial Fund for Medical Research*.

Alumno 4: ¿Y cómo fue crear un laboratorio desde cero? ¿Tuvisteis muchos alumnos?

Alumno 2: Fue una labor compleja, unos meses más tarde recibimos a nuestro primer alumno y después de él se incorporaron otros cinco.

Alumno 4: Si que fueron unos cuantos, y por curiosidad ¿todos fueron chicos?, ¿ninguna chica quería dedicarse a la investigación como usted Margarita?

Alumna 2: Si, todos los doctorandos eran hombres, ninguna mujer solicitó realizar la tesis en nuestro laboratorio. Las dos únicas mujeres que entraron en el equipo eran dos técnicas de laboratorio. Era una época donde existía mucha distinción entre sexos y yo

sentí mucha discriminación ya que era “la mujer de”, no una científica que había descubierto un virus.

Alumno 1: Supongo que para ti eso fue muy duro, nadie quiere que su trabajo no sea reconocido. He descubierto que para que eso cambiara, tu marido te cedió la investigación del Phi29 para demostrar que eras capaz de llevar una investigación por ti misma ¿no?

Alumna 2: Eso es, me cedieron esa investigación y deje de ser “la mujer de” y me convertí en una científica con nombre.

Alumno 3: Oh que tema más interesante. Ahora realizaremos un pequeño descanso y en unos minutos volvemos con este y más temas de Margarita.

(Música)

Alumno 4: Después de este parón, seguimos con Margarita. Cuéntenos un poco más sobre tu descubrimiento; por si alguien no estaba atento, Margarita junto con su marido empezaron a investigar el fago Phi29. Pero usted no se quedó en eso ¿verdad? Por lo que tengo entendido, descubristeis una proteína esencial para que ese fago Phi29 comenzase a duplicar su ADN, ¿lo he dicho todo bien?

Alumna 2: Eso es, fue la primera vez que se encontraba este tipo de proteínas unidas al ADN.

Alumno 3: Pero este no fue tu hallazgo más relevante, por lo que tengo entendido, descubriste el mecanismo mediante el cual un fago infecta a una bacteria.

Alumno 2: Si que estáis puestos, muy bien. Eso es lo que descubrimos que el fago Phi29 cuando infecta a una bacteria introduce su ADN dentro de la bacteria y genera una serie de proteínas, una de ellas, la ADN polimerasa. La cual patentamos.

Alumno 1: Guau, cuantísima información, muchas gracias por su visita Margarita, se nos ha acabado el tiempo pero te esperamos de nuevo otro día para seguir aprendiendo de ti.

Alumno 4: Damos por finalizado el podcast de hoy, la semana que viene estará con nosotros otra científica que como sabéis será sorpresa. Hasta la semana que viene y ¡Qué la ciencia os acompañe!

ANEXO III: CUENTO DE MARIE CURIE

La historia de Marie Curie



Conoce a los personajes

Marie Curie
Nació en 1867 en Varsovia (Polonia), se licenció en física y matemáticas. Ganó varios Premios Nobel.

Pierre Curie
Marido de Marie Curie desde 1895. Nació en 1859 en París (Francia). Estudió física.

Padres de Marie
Su padre era profesor de física y matemáticas de liceo y su madre era maestra, pianista y cantante.

Henri Becquerel
Físico nacido en París (Francia) en 1852. Ganó el premio Nobel de Física en 1903 con Marie y Pierre Curie.

Índice



- 01 Capítulo I: Mi infancia y mis primeros pasos en la ciencia.
- 02 Capítulo II: Mis descubrimientos
- 03 Capítulo III: Los Premios Nobel ganados

01

Capítulo I: Mi infancia y mis primeros pasos en la ciencia.





Mi nombre es Marie Sklodowska, pero todos me conocen como Marie Curie. Nací en Varsovia, Polonia el 7 de Noviembre de 1867.

Mis padres eran maestros y yo era la más pequeña de cinco hermanos.

Desde pequeña siempre mostré interés en estudiar y conocer cosas diferentes, sobre todo las que tenían que ver con la ciencia. Soñaba con ir a la universidad, pero en esa época a las mujeres no las dejaban ir.

Mis estudios



Quando tenía diez años, empecé a asistir al internado de Sikorska.

En la Secundaria siempre fui la primera de la clase y destacué por animar a mis compañeras el entusiasmo de trabajar.

Unos años más tarde trabajando como institutriz en Varsovia, ahorré suficiente dinero para marcharme a París y comenzar la carrera de Física y Matemáticas.

Dos años más tarde acabé los estudios de Física siendo la primera de mi promoción. Además, compartí mi tiempo aprendiendo y actuando en un teatro de aficionados.

Me casé con Pierre Curie y tuvimos dos hermosas hijas ¡Éramos felices!

En 1894 conocí a Pierre Curie, ya que trabajaba con él en el campo del magnetismo. Pierre tenía 35 años y era una brillante promesa en la física francesa. En cambio, yo tenía 27 años, pero ambos compartíamos la devoción altruista por la ciencia.

Nos casamos en 1895 en una boda muy sencilla y nuestra luna de miel fue en bicicleta recorriéndonos las carreteras francesas.



Tuvimos dos hijas, Irène Joliot-Curie y Ève Denise.

Irène, la hija mayor, ganó el Premio Nobel de Química en 1935 junto a su marido Frédéric por su descubrimiento de nuevos elementos radiactivos.

Ève llegó a ser considerada una de las mujeres más bellas de París en los años 20 y 30 y fue una aclamada escritora.



02

Capítulo II: Mis descubrimientos





Me mudé a París y comencé oficialmente mi sueño de convertirme en científica en la Universidad de la Sorbona.

Quando me casé con Pierre, estaba muy interesada en los descubrimientos de los nuevos tipos de radiación. Wilhelm Roentgen había descubierto los rayos X en 1895 y Henri Becquerel en 1896 descubrió que el uranio emitía radiaciones invisibles similares.

Así que por todo esto empecé a estudiar las radiaciones del uranio, utilizando las técnicas piezoeléctricas que habían sido inventadas por mi marido Pierre.

Nuestros primeros descubrimientos: el polonio y el radio.

Medí con mucho cuidado las radiaciones en la pechblenda, que es un mineral que contiene uranio.

Yo fui la primera en utilizar el término "radiactivo" para describir a los elementos que emitan radiaciones cuando su núcleo se descomponía.

Quando vi que las radiaciones eran más intensas que las del uranio, me di cuenta de que tenía que haber más elementos desconocidos.

Mi marido acabó mi trabajo sobre el magnetismo para unirse a mi investigación y en 1898 anunciamos el descubrimiento de dos nuevos elementos: el POLONIO y el RADIO.



Solo importa el talento y el trabajo duro



03

Capítulo III: Los premios nobel ganados





Junto con Pierre Curie y Henri Becquerel ganamos en 1903 el Premio Nobel de Química

Este Premio Nobel lo ganamos por el descubrimiento de los elementos radiactivos.

Pero para nosotros fue un "desastre" ya que vimos como nuestro laboratorio fue asaltado por gente inoportuna como periodistas y fotógrafos y nos vimos fuera de la investigación,

Además, a todo esto me convertí en la primera mujer que recibe un Premio Nobel.

En 1904 Pierre fue nombrado profesor de física en la Universidad de París y miembro de la Academia Francesa en 1905, en cambio, yo no tuve el mismo reconocimiento al ser mujer.

En 1906 muere Pierre, el amor de mi vida. Encontré en mis hijas y en la ciencia la energía que necesitaba.



Pierre falleció mientras cruzaba la calle atropellado por un carro de caballos en 1906, por lo que a partir de este momento tuve que ocuparme yo de las clases y de las investigaciones.

Protagonicé un escándalo en 1911, ya que establecí una relación con el sabio Paul Langevin que estaba casado. Parte de la prensa se lanzó contra mí llamándome "ladrona de maridos" o "la extranjera".

En 1911 gané mi segundo Premio Nobel por mi investigación sobre el radio y sus compuestos

Además de haber ganado el Premio, me convertí en la primera mujer en recibir un puesto de profesora en la Sorbona de París 1914 y en tener un pabellón de ciencias llamado "Instituto Curie".



Sufrí una anemia perniciosa causada por las largas exposiciones a la radiación y morí en 1934 en París.

FIN



ANEXO IV: SOPA DE LETRAS

FICHA ALUMNOS:

SOPA DE LETRAS

PARTICIPANTES: _____

FECHA: _____

P	S	D	I	Z	F	R	N	F	F
D	E	N	E	R	G	I	A	I	A
R	I	N	O	S	E	F	L	S	L
L	A	V	I	D	A	O	L	I	R
E	F	L	O	C	I	S	T	O	E
P	E	A	V	C	I	A	A	N	N
O	D	S	O	E	G	L	D	Y	I
R	I	E	N	T	K	S	I	N	O
T	M	R	J	N	S	O	I	N	L
A	D	O	I	D	A	R	S	L	A

DESCUBRIMIENTOS:

MUJERES CIENTÍFICAS:

FICHA PROFESOR:

SOPA DE LETRAS

P	S	D	I	Z	F	R	N	F	F
D	E	N	E	R	G	I	A	I	A
R	I	N	O	S	E	F	L	S	L
L	A	V	I	D	A	O	L	I	R
E	F	L	O	C	I	S	T	O	E
P	E	A	V	C	I	A	A	N	N
O	D	S	O	E	G	L	D	Y	I
R	I	E	N	T	K	S	I	N	O
T	M	R	J	N	S	O	I	N	L
A	D	O	I	D	A	R	S	L	A

LÁSER
ENERGÍA
RADIO
KEVLAR

ADN
RENIO
PENICILINA
FISIÓN

DESCUBRIMIENTO	MUJER	DESCUBRIMIENTO	MUJER
Láser	Donna Strickland	ADN	Rosalind Franklin
Energía	Anna Fontcuberta	Renio	Ida Noddack
Radio	Marie Curie	Penicilina	Dorothy Crowfoot
Kevlar	Stephanie Kwolek	Fisión	Lise Meitner

ANEXO V: CARTAS PARA EL JUEGO “ADIVINA QUIÉN SOY”

ADIVINA QUIÉN SOY 1

Nombre: _____

- Nació en Varsovia, Polonia
- Estudió Física y Matemáticas en la Universidad de la Sorbona, Francia
- Descubrió el polonio y el radio
- Se casó y tuvo dos hijas
- Fue la primera mujer en recibir un premio Nobel
- Ganó dos premios Nobel
- Su hija mayor ganó el premio Nobel con su marido por su descubrimiento de nuevos elementos radiactivos.
- Durante la Primera Guerra Mundial, desarrollo los rayos X portátiles para su uso en el frente, ganandose la Medalla de la Cruz Roja Francesa.
- Fue la primera mujer en ocupar un puesto como profesora en la Universidad de París
- Murió en 1934 en Francia, debido a la anemia perniciosa que padecía, la cual fue causada por la exposición de la radioactividad.

ADIVINA QUIÉN SOY 2

Nombre: _____

- Nació en Canadá
- Licenciada en Ingeniería Física por la Universidad de McMaster
- Descubrió la técnica de ampliación de pulso
- A partir de 1997, se dedicó al desarrollo de los láseres ultrarrápidos de alta intensidad
- Dirige un laboratorio en la Universidad de Waterloo
- Se une a la Sociedad Óptica Estadounidense
- Fue la tercera mujer en ganar el premio Nobel de Física
- El Papa Francisco la nombró en 2021, miembro de la Pontificia Academia de las Ciencias.

ADIVINA QUIÉN SOY 3

Nombre: _____

- Nació en Salamanca, España
- Se licenció y doctoró en Ciencias Físicas en la Universidad de Salamanca
- En el año 2000 es científica titular del Instituto de Óptica
- Descubrió técnicas no invasivas para evaluar las propiedades ópticas y estructurales del ojo.
- Es autora de más de 130 artículos de investigación
- Aspira a desarrollar una lente intraocular para combatir la presbicia
- Es coautora de más de 15 patentes
- Actualmente, es profesora de Investigación del CSIC en el Instituto de Física de Madrid
- Ha ganado numerosos premios

ADIVINA QUIÉN SOY 4

Nombre: _____

- Nació en Barcelona, España
- Estudió Física en la Universidad de Barcelona
- Recibió un diploma en ciencias de los materiales por la Universidad de la Sorbona, París
- Trabaja en los límites de la física, la ingeniería y la ciencia de los materiales
- Se centra en el estudio de la producción de energía renovable y el diseño de materiales sostenibles
- Estudia materiales basados en silicio
- Se unió al Instituto de Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Escuela Politécnica Federal de Lausana
- Es la fundadora y directora del Laboratorio de Materiales Semiconductores.
- Ha recibido varios premios como el de la Sociedad Europea de Física por "mujeres físicas notables"

ADIVINA QUIÉN SOY 5

Nombre: _____

- Nació en Donostia, España
- Estudió Ciencias Físicas en la Universidad de Madrid
- Trabajó dando clases en el Departamento de Ciencias del Instituto Escuela, para conseguir el título de profesora
- Fue la primera mujer del Laboratorio de Investigaciones Físicas (LIF)
- SE especializó en el estudio de redes cristalinas con aparatos de rayos X
- Estudió las estructuras de los óxidos de níquel y cobalto y del sulfuro de plomo
- Fue la primera mujer en obtener el título de doctora en Física
- Escribió el primer artículo publicado en España sobre la materia
- Trabajó en el servicio de meteorología hasta su jubilación
- Falleció en 1979

ADIVINA QUIÉN SOY 6

Nombre: _____

- Nació en Viena
- Fue una de las cuatro mujeres que aprobó el examen para entrar en la Universidad en su país
- Comenzó sus estudios en la universidad de ciencias en 1901, donde las clases del físico Boltzmann la fascinaron
- Explicó un experimento realizado por Rayleigh que el británico no conseguía entender
- Fue la primera mujer que obtuvo la plaza de profesora de universidad
- Fue la responsable de los primeros artículo sobre la fisión nuclear, aunque no fue incluida en la publicación experimental.
- Se la consideró "la madre de la bomba atómica"
- Fue nombrada mujer del año en 1946 en EE.UU.
- Aunque no recibió el premio Nobel, tubo muchos reconocimientos a su carrera
- Falleció en 1968 en Cambridge

ADIVINA QUIÉN SOY 7

Nombre: _____

- Nació en Londres
- Estudió Química- Física en la Universidad de Cambridge
- Superó todos los exámenes finales pero la Universidad no emitió títulos para mujeres
- Realizó un trabajo importante en sus estudios sobre el carbón
- Se convirtió en una experta a nivel mundial en la técnica de difracción de Rayos X
- Estudió la estructura del ADN en el King's College de Londres
- Mejoró el aparato para obtener imágenes del ADN, cambió el método y obtuvo fotografías
- Obtuvo la foto 51, una foto del ADN que se considera clave para entender la organización tridimensional de esta molécula
- Watson y Crick subestimaron su trabajo y ganaron el premio Nobel a partir de la foto 51
- La diagnosticaron cáncer y falleció en Londres a los 37 años

ADIVINA QUIÉN SOY 8

Nombre: _____

- Nació en Asturias, España
- Estudió Química y se especializó en Bioquímica
- Trabajó en USA con el premio Nobel español Severo Ochoa
- Es una de las responsables del desarrollo de la bioquímica y la biología molecular en España
- Ha desarrollado casi toda su carrera en el CSIC
- Estudió junto a su marido Eladio, el fago Phi29, aunque años más tarde la investigación quedo en manos de ella.
- Patentaron la ADN polimerasa
- Fue profesora de Genética Molecular en la facultad de Químicas de la Universidad Complutense de Madrid
- Era miembro de la Real Academia Española y de la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., siendo la primera mujer española en ingresar en esta academia
- Falleció en 2019 a los 80 años

ADIVINA QUIÉN SOY 9

Nombre: _____

- Nació en New Kensington, Pennsylvania
- Obtuvo el Grado en Química en la Margaret Morrison Carnegie College
- Ella soñaba con ser médico y salvar vidas
- Empezó a trabajar como Química polimérica en DuPont
- Descubrió un polímero más resistente que el nylon y mucho más resistente que el acero, el Kevlar
- Hoy en día ese polímero se utiliza para fabricar chalecos antibalas, paracaídas, materiales de construcción,... cumplió su sueño de salvar vidas
- Recibió el premio Lavoisier Medal por parte de su propia empresa
- Ingresó en el National Inventors Hall of Fame, siendo la cuarta mujer en conseguir dicho reconocimiento
- Cuando se jubiló, se centró en las niñas para acercarlas a la ciencia y fue mentora de muchas estudiantes e investigadoras
- Murió a los 90 años de edad

ADIVINA QUIÉN SOY 10

Nombre: _____

- Nació en Loire, Francia
- Creció en un convento donde aprendió varios idiomas y pintura
- Era apodada como la "madre de la química moderna"
- Se casó muy joven y comenzó a trabajar con él recibiendo y ampliando su educación en áreas científicas
- Sus trabajos se centraron en la idea del flogisto que era central en los conceptos químicos de entonces
- Desarrollaron una nomenclatura sistemática para referirse a las sustancias químicas y sus compuestos
- Fue la traductora de las obras fundamentales para su marido
- Su marido y su padre fueron ejecutados y ella pasó un tiempo en prisión
- Tras la muerte de su marido, siguió trabajando y empezó a publicar sus resultados
- Murió a los 78 años

ADIVINA QUIÉN SOY 11

Nombre: _____

- Nació en Lackhausen
- Estudió Química y Física en la Universidad de Berlín
- Fue una de las primeras mujeres alemanas en realzar estudios superiores de ingeniería química
- Descubrió junto con su marido y un compañero el elemento 75 previsto en la tabla periódica, donde los bautizaron como "Rhenium"
- Identificaron otro elemento periódico, el número 43 al que denominaron "Masurium" pero no pudieron determinarlo
- Ella y su marido recibieron la Medalla Liebig de la Sociedad Química Alemana
- Planteó la idea de la fisión nuclear
- Recibió la medalla Scheel de la Sociedad Química Sueca
- Estuvo nominada tres veces al Premio Nobel de Química
- Falleció en BadNeuenahr a los 82 años

ADIVINA QUIÉN SOY 12

Nombre: _____

- Nació en El Cairo, Egipto aunque vivió toda su vida en Londres
- Estudió Ciencias Químicas en la Universidad de Oxford
- Su pasión por la química empezó a los 10 años, pero a los 16 encontró su vocación en la cristalografía de rayos X
- Se especializó en el nuevo campo de la cristalografía de rayos X
- La diagnosticaron artritis reumatoide
- Logró desvelar la estructura tridimensional de numerosas biomoléculas, como el colesterol, la penicilina, la vitamina B12 o la insulina
- Fue admitida en la Real Sociedad de Londres
- La personalidad de la científica atrajo a la química a numerosas mujeres
- Ganó el Premio Nobel de Química en 1964
- Murió en Londres en 1994

ADIVINA QUIÉN SOY

SOLUCIONES



1. Marie Curie
2. Donna Strickland
3. Susana Marcos Celestino
4. Anna Fontcuberta i Morral
5. Felisa Martín Bravo
6. Lise Meitner
7. Rosalind Franklin
8. Margarita Salas
9. Stephanie Kwolek
10. Marie-Anne Pierrette Paulze
11. Ida Noddack
12. Dorothy Crowfoot Hodgkin