



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Figuras ocultas en los libros de texto

Autor/es

MARÍA RODRÍGUEZ CASTILLO

Director/es

JUDITH MILLÁN MONEO

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2018-19



***Figuras ocultas en los libros de texto***, de MARÍA RODRÍGUEZ CASTILLO (publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

**Trabajo de Fin de Máster**

# **Figuras ocultas en los libros de texto**

Autora

*María Rodríguez Castillo*

Tutora: Judith Millán Moneo

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

**Escuela de Máster y Doctorado**



**UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA**

**AÑO ACADÉMICO: 2018/2019**





UNIVERSIDAD  
DE LA RIOJA

# FIGURAS OCULTAS EN LOS LIBROS DE TEXTO



## **Trabajo Fin de Máster**

Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,  
Formación Profesional e Idiomas: **Especialidad Física y Química**

**Alumna: María Rodríguez Castillo**

**Tutora UR: Judith Millán Moneo**

**Curso: 2018/2019**



## ÍNDICE

### Resumen

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	7
3. Marco teórico.....	11
4. Estado de la cuestión.....	19
5. Metodología.....	23
5.1 Análisis de libros de texto desde una perspectiva de género.....	23
5.2 Visibilidad de la mujer en la ciencia.....	24
6. Resultados obtenidos y previstos .....	31
6.1 Análisis de libros de texto desde una perspectiva de género.....	31
6.2 Visibilidad de la mujer en la ciencia.....	34
7. Reflexión y Conclusiones.....	45
8. Referencias.....	49
9. Anexos .....	53
9.1 Encuesta .....	53





## **RESUMEN**

Nadie duda que a lo largo de la historia han existido hombres y mujeres científicos importantes, pero a la hora de identificar a las mujeres ¿quién conoce sus nombres y sus aportaciones a la ciencia? La principal fuente de conocimiento científico, al menos los primeros contactos, son los centros escolares y si estos hacen un sesgo de género y no ofrecen una visión de la ciencia abierta para todos los miembros de la sociedad, tanto hombres como mujeres, se corre el riesgo de transmitir la idea de que las carreras científicas son solo para hombres. De hecho, esto es muy peligroso para la ciencia ya que se pierde la perspectiva de la mitad de la población, limitando así su avance. Por lo tanto, es necesaria una revisión del currículo que se imparte en las aulas y, por ende, de los contenidos de los libros de texto. La educación, basada en los principios de la coeducación, debe transmitirse desde la igualdad de derechos y oportunidades por lo que las mujeres tienen el derecho de encontrar referentes científicos en sus libros de texto, así como en el currículo educativo.

**Palabras claves:** coeducación, libros de texto, mujeres científicas, referentes femeninos, currículo.

## **ABSTRACT**

Nobody doubts that along history there have been important men and women scientists, but when it comes to recognizing women, who knows their names and their contributions to Science? The main source of scientific knowledge, at least the first contacts, are schools and if they make a gender turn and do not offer an open vision of science to all members of society, both men and women, there is a clear risk of transmitting the idea that scientific careers are only for men. In fact, this is very dangerous for Science since the perspective of half of the population is lost, thus limiting its progress. Therefore, there is a clear need of reviewing the curriculum that is taught in the classrooms, and those of the textbooks contents. Education, based on the principles of coeducation, must be transmitted from the equality of rights and opportunities so that women have the right to find scientific references in their textbooks as well as in the educational curriculum.

**Keywords:** coeducation, textbooks, scientific women, female referents, curriculum.



## 1. INTRODUCCIÓN

Según muestran las estadísticas recogidas en la página del Ministerio de Educación y Formación Profesional y el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, en el curso escolar 2017/2018 el número de mujeres matriculadas como estudiantes de nuevo ingreso en universidades públicas españolas para acceder a estudios de grado fue superior al número de hombres, siendo 152.857 frente a 128.445, respectivamente.<sup>1</sup> Quizás la diferencia entre estos porcentajes (54,3% vs. 45,7%) no resulte muy llamativa ya que ambos porcentajes están cerca del 50% que representaría una igualdad de sexos a la hora de iniciar estudios universitarios. Sin embargo, esta diferencia del 8,6% es muy significativa teniendo en cuenta que en España el acceso de la mujer a la Universidad fue como quien dice “ayer”. La obtención de este derecho no fue un camino fácil, sino que se tuvieron que superar numerosas etapas y prejuicios.

La primera de ellas fue en **1868** cuando se aprobó una normativa educativa mediante el Decreto-ley del 21 de octubre de 1868 que concedía libertad de cátedra y de estudios privados al ciudadano español sin precisar el género.<sup>2</sup> Este vacío legal con respecto al sexo del estudiante, resultado de la idea general de que las mujeres no tenían motivación alguna por los estudios, fue el primer resquicio legal que permitió su entrada al mundo universitario. La Universidad de Barcelona entendió que las mujeres que solicitasen su acceso podían iniciar una carrera universitaria y así, en 1872 María Elena Maseras (ver imagen 1) se convirtió en la primera mujer en matricularse en una universidad española eligiendo para ello estudios de medicina.

Un segundo pequeño paso hacia delante se consiguió con la Real Orden de **1888** con la que se inicia la entrada de las mujeres en la universidad, para lo que debían matricularse de forma privada y sometidas a importantes restricciones.<sup>2</sup> Teóricamente no podían asistir a las clases a no ser que pidiesen un permiso a la autoridad, a sus tutores (padre o marido) o a las autoridades académicas. Una vez permitido, la alumna debía llegar acompañada por un tutor y esperar en el recibidor de la sala de profesores la llegada del Catedrático que la acompañaría al aula. No podían sentarse junto a sus compañeros varones, sino en un asiento separado de estos y al lado del maestro. Una vez finalizada la clase el proceso se repetía, pero de forma inversa, el Catedrático la acompañaba a la sala inicial

y su tutor pasaba a recogerla. Por aquél entonces las mujeres no tenían libertad de movimiento ni en las aulas ni en el resto de las estancias del recinto universitario.

Sin embargo, el verdadero impulso hacia la igualdad educativa llegó con la Real Orden de **1910** decretada por el Gobierno del Partido Liberal<sup>2</sup> y publicada en la *Gaceta de Madrid*,<sup>3</sup> que decretaba que las mujeres podían matricularse libremente en las universidades españolas sin necesidad de permisos especiales. Fue así como el 8 de marzo de 1910 se abrían legalmente las puertas del conocimiento a las mujeres (lo que no fue sinónimo de igualdad educativa).

*Ilmo. Sr.: La Real orden de 11 de Junio de 1888 dispone que las mujeres sean admitidas á los estudios dependientes de este Ministerio como alumnas de enseñanza privadas, y que cuando alguna solicite matrícula oficial se consulte á la Superioridad para que ésta resuelva según el caso y las circunstancias de la interesada.*

*Considerando que estas consultas, si no implican limitación de derecho, por lo menos producen dificultades y retrasos de tramitación, cuando el sentido general de la legislación de Instrucción Pública es no hacer distinción por razón de sexos, autorizando por igual la matrícula de alumnos y alumnas.*<sup>3</sup>

Ante la petición, el rey establecía que:

*S. M el Rey se ha servido disponer que se considere derogada la citada Real Orden de 1888, y que por los jefes de los Establecimientos docentes se concedan, sin necesidad de consultar á la Superioridad, las inscripciones de matrícula en enseñanza oficial ó no oficial solicitadas por las mujeres, siempre que se ajusten a las condiciones y reglas establecidas para cada clase y grupo de estudios.*<sup>3</sup>

Por otro lado, la primera universidad española, la Universidad de Salamanca,<sup>4</sup> fue fundada por el rey Alfonso IX en 1218, es decir, hace 801 años mientras que el libre acceso de la mujer a la universidad se reduce a 109 años. Por lo tanto, y teniendo en cuenta la historia del acceso de la mujer a las universidades

españolas y los años de existencia de esa institución, es lo menos sorprendente el hecho de que el número de alumnas iguale e incluso supere al número de alumnos masculinos.

Pero esta diferencia temporal hombre-mujer existente en el acceso a la universidad se ha repetido en otros ámbitos como es el del acceso a las academias científicas españolas. Así, a pesar de que la Real Academia de Farmacia<sup>5</sup> fue fundada en 1737 y la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales<sup>6</sup> en 1847 no fue hasta 1987 y 1988, respectivamente que las mujeres tuvieron el “privilegio” de formar parte de sus miembros. Así, María Cascales Angosto y Margarita Salas fueron las primeras mujeres aceptadas en estas academias 250 y 141 años más tarde de su fundación respectivamente, convirtiéndose en mujeres que han hecho y siguen haciendo historia en nuestro país (ver Imagen 1).



**Imagen 1.** María Elena Maseras (izquierda) primera mujer matriculada en una universidad española, María Cascales Angosto (centro) y Margarita Salas (derecha) primeras mujeres aceptadas en academias científicas españolas: Real Academia de Farmacia y Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, respectivamente.

Pero este retraso en el reconocimiento y aceptación del talento científico femenino no es un fenómeno que únicamente haya sucedido en España. La *Royal Society*<sup>7</sup> de Londres fundada en 1660 tardó 285 años en aceptar a las dos primeras mujeres miembros: Kathleen Lonsdale (cristalógrafa, nacida como Kathleen Yardley) y Marjory Stephenson (microbióloga). Y aún más tiempo tardó L'*Académie des Science*<sup>8</sup> francesa fundada en 1666 que tardó 313 años en aceptar a una mujer como miembro de pleno derecho. Es sorprendente que esta

academia científica tomase la decisión de rechazar a Marie Curie a pesar de llevar un premio Nobel a sus espaldas. Sin embargo, de forma indirecta, se puede decir que aportó parte de su talento a la academia ya que, en 1962 Marguerite Perey, alumna de Marie Curie y descubridora del francio, fue elegida como miembro correspondiente, no numerario, de la Academia.<sup>9</sup> Sin embargo, hasta 1979, con la entrada de Yvonne Choquet-Bruhat (física y matemática), no se admitió al primer miembro de género femenino de pleno derecho.

Con todo esto, se muestra cómo el mundo de la educación, y más concretamente el científico, no ha tratado a las mujeres con el respeto que merecen y la igualdad que les corresponde. Si bien es cierto que las mujeres han tenido más difícil el acceso al mundo científico, no implica que no haya habido grandes científicas a las cuales en el pasado no se les han reconocido sus méritos, en ocasiones atribuyéndoselos a sus colegas varones, y lo que es más inverosímil, en el presente tampoco, convirtiéndolas en figuras ocultas.

Es cierto que el pasado no puede cambiarse, pero sí aprender de él ya que como dice la histórica frase (atribuida a Napoleón Bonaparte, George Santayana o Confucio) *el pueblo que no conoce su historia está condenado a repetirla*. Por ello, es muy importante conocer la historia de la ciencia teniendo en cuenta su contexto histórico, social y político y su avance como un fenómeno colectivo y no de una sola persona que a su vez presenta un carácter dinámico generador de conocimiento continuo en construcción. De este modo, tratando la historia de la ciencia y la ciencia misma desde una perspectiva histórica y contextual real pueden tener cabida todas las personas implicadas en su avance, independientemente del género.

Pero no es suficiente con aceptar que la mujer también ha coparticipado y sigue haciéndolo en el avance de la ciencia, sino que es tanto o más importante el modo en el que se le transmite esto a la sociedad. Los medios de comunicación no siempre ofrecen un enfoque de género adecuado por lo que es fundamental que desde los centros educativos se trabaje esta perspectiva y tanto los conocimientos teóricos como los sociales, conductuales y todos aquellos formadores de personas incluyan a TODOS los miembros de la sociedad transmitiendo los mismos derechos y obligaciones sin discriminación por cuestión de género.

Y con este objetivo surge el término *coeducación*. En su origen, el término coeducación hacía referencia a la educación mixta, es decir, a la presencia de ambos sexos en una misma aula y bajo el mismo sistema educativo promovida en España por la Institución Libre de Enseñanza creada en Madrid en 1876.<sup>10</sup> A pesar de que esta definición aún se mantiene en La Real Academia Española,<sup>11</sup> el concepto actual no se limita únicamente a la educación mixta, sino que como lo define el Instituto Andaluz de la Mujer y la Conserjería de igualdad, políticas sociales y conciliación, es mucho más amplio: *Coeducar consiste en desarrollar todas las capacidades, tanto de niñas como de niños, a través de la educación. Supone eliminar estereotipos o ideas preconcebidas sobre las características que deben tener las niñas y los niños, los chicos y las chicas, las mujeres y los hombres. Cada niño o cada niña tiene derecho a ser diferente, por lo que es necesario educar valorando las diferencias individuales y las cualidades personales.*<sup>12</sup>

La coeducación tiene como objetivo<sup>13</sup> corregir los estereotipos sexistas, proponer un currículum equilibrado que elimine los sesgos sexistas y desarrollar todas las capacidades individuales con independencia del género. No pretende jerarquizar un género sobre otro ni cambiar a las mujeres para adaptarlas a un sistema de valores masculinos, sino de hablar de un modelo de personas y no de géneros donde se valore y respete la diversidad e integre las diferencias.

Desde el sistema educativo es fundamental trabajar la coeducación. La escuela no suele ser el foco de las desigualdades, pero sí que puede tener un rol legitimador y reproductor de las mismas.<sup>14</sup> Por ello, es fundamental dotar al docente de los conocimientos y herramientas adecuadas para enseñar y educar desde la igualdad y romper con los estereotipos que tanto daño hacen a la sociedad en general y a los individuos en particular.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, como Trabajo Fin de Máster se propone un estudio en el que se aúnen el mundo científico y la coeducación. Se comenzará con la realización de un análisis de libros de texto empleados en la actualidad desde una perspectiva de género. Teniendo en cuenta que resulta imposible abarcar todos ellos, el estudio se ha delimitado a los libros de texto de física y química y ciencias aplicadas a la actividad profesional empleados en la ESO en el Instituto en el que llevé a cabo el *Prácticum* de este Máster: I.E.S. Escultor Daniel.<sup>15</sup>

En vista de los resultados obtenidos, en este trabajo se proponen actividades para subsanar el desconocimiento pasado y presente de las mujeres en la ciencia para todos los cursos inscritos en la ESO, que transversalmente pueden aplicarse a niveles educativos inferiores.



## 2. OBJETIVOS

Durante el desarrollo de este Máster se nos ha formado desde dos perspectivas: una teórica mediante las clases en el aula (presencial o semipresencial) y una práctica con la realización del *Practicum* durante dos meses en un instituto. Muchas de las pautas teóricas impartidas fueron útiles para la toma de contacto con los alumnos, pero lo que más me sorprendió durante mi actividad en el instituto fue descubrir que cada clase es un *microuniverso* formado por alumnos individuales que interactúan y forman su propia sociedad donde cada uno tiene adquirido un rol. La organización y actuación de estas sociedades, incluso comparando alumnos del mismo nivel educativo, no eran iguales, lo que es un claro reflejo de la sociedad actual. Sin embargo, sí que observé una temática constante en todas ellas cuando llevé a cabo una encuesta sobre coeducación: conocen el término de igualdad y feminismo, pero a la hora de ponerlo en práctica e identificar discriminaciones por cuestión de sexo no lo tienen tan claro. Y este desconocimiento no se limita al mundo que les rodea, sino también al conocimiento que desde las aulas se imparte. Cuando a los alumnos se les preguntó nombres de científicos frente a científicas hubo una gran diferencia en cuanto al número, lo que reafirmó las ideas plasmadas en la introducción de esta memoria: la mujer no lo ha tenido fácil y no se le han reconocido sus méritos y aportaciones. Por todo esto, los objetivos de esta memoria podrían dividirse en dos, unos generales y otros dirigidos expresamente a los alumnos a los cuales se les proponen actividades para subsanar la invisibilidad de las mujeres en la ciencia y ponerles cara a esas figuras ocultas de nuestra historia científica:

- **Objetivos generales:**

- Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante este Máster para la elaboración de un trabajo de investigación basado en la coeducación y el mundo científico
- Trabajar las competencias adquiridas durante el Máster poniendo especial interés en las siguientes competencias generales expuestas en la Guía para la elaboración del Trabajo Fin de Máster:<sup>16</sup>
  - **CG05:** Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la

igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible

- **CG08:** Diseñar y realizar actividades formales y no formales que contribuyan a hacer del centro un lugar de participación y cultura en el entorno donde está ubicado; desarrollar las funciones de tutoría y de orientación de los estudiantes de manera colaborativa y coordinada; participar en la evaluación, investigación y la innovación de los procesos de enseñanza aprendizaje
- **CB9:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- Trabajar las diferentes competencias específicas adquiridas durante el Máster poniendo especial interés en las siguientes expuestas en la Guía para la elaboración del Trabajo Fin de Máster:<sup>16</sup>
  - **CE17:** Transformar los currículos en programas de actividades y de trabajo
  - **CE18:** Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales educativos
  - **CE28:** Dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia
  - **CE29:** Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación a partir de la reflexión basada en la práctica
- Mostrar la discriminación sufrida por la mujer a lo largo de la historia científica
- Hacer visible la ciencia como una actividad humana, colectiva y dependiente de su contexto histórico, social, político y económico
- Mostrar que la Ciencia no tiene género
- Transmitir referentes femeninos en el campo científico para motivar a futuras investigadoras
- Trabajar de manera transversal la igualdad entre hombres y mujeres

- Fomentar un espíritu crítico en los alumnos que los lleve a reflexionar sobre la información que se les transmite tanto en el entorno académico como fuera de este: ni todo lo que aparece escrito es cierto ni todo lo omitido es inexistente
- **Objetivos específicos:**
  - Analizar libros de texto de física y química de la ESO desde una perspectiva de género
  - Plantear diferentes actividades para dar a conocer la actividad de las mujeres en la ciencia, tanto en el pasado como en la actualidad
  - Conocer la biografía de mujeres científicas
  - Aprender ciencia: investigando sobre trabajos realizados por mujeres científicas a lo largo de la historia también se adquieren conocimientos sobre la temática en la que desarrollaron sus aportaciones y descubrimientos científicos
  - Reflexionar sobre el avance de la igualdad de género a lo largo de la historia



### 3. MARCO TEORICO

Son los centros educativos los responsables de la transmisión de conocimientos. La escolarización obligatoria en España comienza a los 6 años (Educación Primaria) tal y como queda recogido en la Ley Orgánica de Educación (LOE)<sup>17</sup> y sus posteriores modificaciones descritas en la Ley Orgánica para la Mejora de la Educación (LOMCE).<sup>18</sup> Es en esta etapa, comprendida entre los 6-12 años, cuando el individuo comienza a formarse tanto en conocimientos teóricos como sociales. Hasta este momento, la única fuente de conocimientos es el entorno familiar, responsable de transmitir unos valores éticos y morales al individuo.

La segunda etapa, la **Educación Secundaria Obligatoria**, dividida a su vez en dos ciclos, comprende alumnos de una edad promedio de 12-16 años, es decir, en pleno periodo de adolescencia. Esta etapa suele resultar difícil tanto para los padres o tutores como para el propio adolescente. Además de los cambios biológicos (pubertad y desarrollo cerebral) existen también unos cambios psicológicos y sociales caracterizados por un desarrollo en su capacidad de razonamiento e indecisión, así como por la búsqueda de su propia personalidad. Empieza a adoptar una nueva perspectiva de su persona y de sus interacciones sociales, especialmente entre iguales. Todo esto pone de manifiesto el carácter influenciable de los adolescentes con respecto a la información que se les transmite y a la manera de hacerlo. Como consecuencia, el conocimiento que se les divulgue en el entorno escolar y el método y contexto elegido serán de crucial importancia a la hora de formarlos académica y personalmente.

Si retrocedemos en el tiempo y reflexionamos sobre nuestra experiencia personal en el instituto, sus clases y el temario, es imposible no pensar en los libros de texto. Normalmente, el docente seguía el libro de texto correspondiente a la materia y nivel y sobre él basaba el contenido de sus clases. En ocasiones ampliaba o modificaba temario, pero esto sucedía raramente. Y por supuesto, todo aquello que estaba escrito en el libro de texto era considerado como verdad absoluta por los alumnos. Durante el desarrollo del *Prácticum* pude observar que, aunque no exactamente igual que hace unos veinte años, el libro de texto sigue siendo la guía a seguir para la impartición de las clases y, por ende, su contenido

es la verdad absoluta para los adolescentes actuales. Y esto lleva a la siguiente pregunta, ¿quién decide las verdades absolutas que van a aprender los alumnos? ¿quién decide o controla los contenidos de los libros de texto? Parece una pregunta sencilla, pero su respuesta no lo es.

La Ley Orgánica de Educación de 2006 expone:<sup>18</sup>

*Disposición adicional cuarta. Libros de texto y demás materiales curriculares.*

1. En el ejercicio de la autonomía pedagógica, **corresponde a los órganos de coordinación didáctica de los centros públicos adoptar los libros de texto** y demás materiales que hayan de utilizarse en el desarrollo de las diversas enseñanzas.
2. La edición y adopción de **los libros de texto** y demás materiales no requerirán la previa autorización de la Administración educativa. En todo caso, éstos **deberán adaptarse al rigor científico adecuado a las edades de los alumnos y al currículo aprobado por cada Administración educativa**. Asimismo, deberán reflejar y fomentar el respeto a los principios, valores, libertades, derechos y deberes constitucionales, así como a los principios y valores recogidos en la presente Ley y en la Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género, a los que ha de ajustarse toda la actividad educativa.
3. **La supervisión de los libros de texto** y otros materiales curriculares constituirá parte del **proceso ordinario de inspección** que ejerce la **Administración educativa** sobre la totalidad de elementos que integran el proceso de enseñanza y aprendizaje, que debe velar por el respeto a los principios y valores contenidos en la Constitución y a lo dispuesto en la presente Ley.

Posteriormente, la LOE fue modificada con la LOMCE en 2013, pero el contenido relacionado con lo expuesto anteriormente no se vio alterado.

Por lo tanto, los propios centros deciden con que libros trabajar y el contenido de estos está restringido por el currículo decidido por la Administración educativa. Pero ¿esto es sinónimo de que los libros de texto son objetivos y tratan por igual a los dos géneros, masculino y femenino? Y en el caso de la

ciencia, considerada una materia neutra y objetiva, ¿se transmite su historia y conocimiento incluyendo ambos géneros y dirigido para ambos géneros?

Esta misma pregunta ha sido objeto de numerosos estudios. En 1991 Álvarez y Soneira<sup>19</sup> realizaron una memoria de investigación sobre 16 libros de texto dentro del ámbito científico: 6 de Ciencias de Educación General Básica (EGB), 4 de Formación Profesional, 1 de Física y Química, 3 de Tecnologías y 2 de Ciencias Naturales de 3º de Bachillerato Unificado Polivalente (BUP). Para llevar a cabo la selección de los libros a estudiar se basaron en dos criterios: por un lado, los más utilizados en los centros de educación objeto del estudio y por otro, los más vendidos en España. Tras el análisis detectaron que los libros mostraban una visión sesgada de la Ciencia. Así, el número de científicos frente a científicas difería en gran medida, ya que se mencionaban 395 científicos varones frente a 5 mujeres e incluso encontraron una referencia en la cual Lise Meitner era denominada como “el químico”. Además, detectaron estereotipos en la asignación de roles (médico-enfermera) e incluso en las ilustraciones había una mayor representación masculina, siendo este género el que invariablemente quedaba representado realizando las manipulaciones, a excepción de una imagen donde se fabricaba jabón y eran unas manos femeninas las que lo llevaban a cabo. Tras la lectura y análisis de los libros la conclusión a la que llegaron queda perfectamente representada en la siguiente frase: *concluimos, por tanto, que los textos reproducen una situación que está muy por detrás de la realidad social y, desde luego, de la producción y construcción de la Ciencia.*<sup>19</sup>

Este resultado podría ser reflejo de una sociedad en la que todavía la igualdad de sexos no estaba legalmente reconocida. Con la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo,<sup>20</sup> sí que se refleja la igualdad efectiva entre hombres y mujeres dentro del ámbito de la educación:

Artículo 24. *Integración del principio de igualdad en la política de educación.*

2. *Las Administraciones educativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, desarrollarán, con tal finalidad, las siguientes actuaciones:*

a) *La **atención** especial en los **currículos** y en todas las etapas educativas al **principio de igualdad** entre mujeres y hombres.*

b) La **eliminación** y el rechazo de los **comportamientos y contenidos sexistas y estereotipos** que supongan discriminación entre mujeres y hombres, con especial consideración a ello **en los libros de texto** y materiales educativos.

[...]

f) El establecimiento de medidas educativas destinadas al reconocimiento y **enseñanza del papel de las mujeres en la Historia**.

Tras esta Ley, cabría esperarse un cambio en el enfoque y la representación de la mujer en los libros de texto y por ello, López-Navajas<sup>21</sup> realizó un estudio en el año 2009, y publicado en el año 2014, en el que se analizan libros de texto correspondientes a los cuatro cursos de la ESO y de todas las asignaturas que se imparten centrandó el estudio en tres editoriales de ámbito nacional: SM, Oxford y Santillana. Para ello se analizaron 115 libros del año 2007, año en el que se aprueba la Ley Orgánica por la cual se debe regular el contenido de los libros de texto desde la perspectiva de la igualdad de género. Sin embargo, y sorprendentemente, al examinar todos los libros en conjunto se observó una presencia muy escasa de mujeres con una media de un 12,8%, que aún se reduce más cuando se examinan los libros dentro del ámbito de las Ciencias y de las Tecnologías (ver Tabla I y Tabla II), ámbitos considerados tradicionalmente masculinos. Puede observarse cómo el porcentaje medio de personajes femeninos que aparecen en los libros de texto relacionados con las Ciencias es de un 8%, obteniéndose el valor más bajo para las matemáticas de opción B (4º ESO) con un 3.6%. Por otro lado, en biología-geología y matemáticas (1º-3º ESO) se observan los porcentajes más altos de 10.9%. En lo referente a las asignaturas de física y química (especialidad de este máster) su porcentaje se encuentran muy próximo a la media obtenida para los libros de Ciencias, siendo de 8.5%. Pero el bajo porcentaje femenino en los libros de texto no es la única conclusión importante que se puede extraer. Si estudiamos detalladamente la Tabla I, podemos ver como a medida que aumenta el nivel educativo disminuye el número de personajes femeninos que aparecen representados. Así, en el caso de la asignatura de física y química se parte de



un 9% (3º ESO) que disminuye a 5.7% (4º ESO), tendencia que se mantiene en el resto de las materias.

**Tabla I.** Resultados obtenidos en el análisis de libros de texto de ciencias en el estudio de López-Navajas (tabla obtenida de la publicación)<sup>21</sup>

CIENCIAS		TOTALES			1.º ESO			2.º ESO			3.º ESO			4.º ESO		
		hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.
Biología y Geología	p.	171	21	10,9							55	11	16,7	119	10	7,8
	a.	293	22	7,0							62	11	15,1	231	11	4,5
CC. de la Naturaleza	p.	141	16	10,2	65	10	13,3	90	6	6,3						
	a.	217	16	6,9	98	10	9,3	119	6	4,8						
Física y Química	p.	194	18	8,5							111	11	9,0	132	8	5,7
	a.	559	21	3,6							251	13	4,9	308	8	2,5
Matemáticas	p.	156	19	10,9	46	11	19,3	68	5	6,8	81	3	3,6			
	a.	363	19	5,0	91	11	10,8	115	5	4,2	157	3	1,9			
Matem. Opción A	p.	104	7	6,3									104	7	6,3	
	a.	186	7	3,6									186	7	3,6	
Matem. Opción B	p.	106	4	3,6									106	4	3,6	
	a.	183	4	2,1									183	4	2,1	

*p: personajes que aparecen en el material didáctico*  
*a: apariciones-veces que aparecen citados*

Si nos fijamos en la Tabla II, la ausencia de mujeres es mucho más marcada en el área de las tecnologías. En el caso concreto de la asignatura de tecnología en 4º de la ESO no se hace referencia a ninguna mujer y en informática su porcentaje es mayor con un valor de 3.8%, pero sigue siendo extremadamente bajo.

**Tabla II.** Resultados obtenidos en el análisis de libros de texto de tecnologías en el estudio de López-Navajas (tabla obtenida de la publicación)<sup>21</sup>

TECNOLOGÍAS		TOTALES			1.º ESO			2.º ESO			3.º ESO			4.º ESO		
		hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.	hom.	muj.	% m.
Informática	p.	25	1	3,8									25	1	3,8	
	a.	28	1	3,4									28	1	3,4	
Tecnología	p.	211	2	0,9	62	1	1,6				70	2	2,8	117	0	0,0
	a.	339	3	0,9	81	1	1,2				92	2	2,1	166	0	0,0

*p: personajes que aparecen en el material didáctico*  
*a: apariciones-veces que aparecen citados*

A nivel de Bachillerato también existen estudios donde se analizan detenidamente los libros de texto. Así, Llorent-Bedmar y Cobano-Delgado Palma publicaron en el año 2014<sup>22</sup> un análisis de libros de Historia y Filosofía del curso 2010/2011 a nivel de Bachillerato en España. Las editoriales estudiadas en este caso fueron dos: Anaya y Santillana y los parámetros que revisaron fueron: la composición de los equipos de redacción e ilustración de los libros de texto (mayoritariamente masculina en ambos casos), el lenguaje utilizado y las imágenes presentes en los libros. En cuanto al lenguaje, destacan el uso mayoritario del género masculino para referirse indistintamente a hombres y mujeres, aunque ya hay ejemplos donde se comienzan a desdoblar los sustantivos femeninos y masculinos, hecho que los autores consideran relevante a pesar de que la RAE los califica de innecesarios desde un punto de vista lingüístico.<sup>23</sup> Y en lo referente al género de las personas que aparecen en los textos, bien sea en actividades, ejercicios o lecciones, la cifra de personajes varones con nombre propio frente a los femeninos es mucho mayor con porcentajes de 81.7% y 60% en las editoriales Santillana y Anaya, respectivamente. Por otro lado, dentro de los parámetros empleados para analizar las imágenes destacamos dos: el número de imágenes protagonizadas por hombres vs. mujeres y la frecuencia con la que se encuentran imágenes donde exista dependencia del otro género (Tablas III y IV). Se puede deducir fácilmente que las mujeres no salen beneficiadas en estos criterios. Aparecen muchas menos mujeres en las imágenes (3.1% vs. 68%; 20% vs. 67.2%) y, dentro de las imágenes que no representan a los protagonistas como sujetos independientes, estas llegan a mostrar una mayor dependencia hacia los hombres.

**Tabla III.** Imágenes protagonizadas por/protagonista de la imagen (tabla obtenida de la publicación)<sup>22</sup>

	ANAYA		SANTILLANA	
<b>Hombres</b>	417	68,0%	471	67,2%
<b>Mujeres</b>	19	3,1%	140	20,0%
<b>Ambos</b>	97	15,8%	90	12,8%
<b>Total</b>	613	100,0%	701	100,0%

**Tabla IV.** Imágenes donde aparece dependencia del hombre-mujer (tabla obtenida de la publicación)<sup>22</sup>

	ANAYA		SANTILLANA	
La mujer depende del hombre	12	70,6%	33	89,2%
El hombre depende de la mujer	5	29,4%	4	10,8%
Total	17	100,0%	37	100,0%

Sin embargo, a pesar de los resultados observados en el análisis de los libros de texto llevados a cabo por Llorent-Bedmar y Cobano-Delgado Palma,<sup>22</sup> los autores se sienten optimistas y consideran que existen avances significativos en el esfuerzo de las editoriales por reflejar la igualdad de género, bien por propio deseo de la editorial, o bien por sugerencia del propio Ministerio de Educación. Sea cual sea la causa, lo importante es seguir avanzando en esta dirección hasta conseguir hacer visibles las figuras ocultas en los libros de texto.

Tras los resultados obtenidos en los estudios comentados anteriormente, cabe hacerse una pregunta, ¿por qué las mujeres aparecen menos representadas en los libros de texto? Y, ¿por qué en el ámbito de las Ciencias esta ausencia es mucho más marcada? Como respuesta a la primera pregunta podría darse la reflexión expuesta por Ballarín Domingo en la “Guía de buenas prácticas para favorecer la igualdad entre hombres y mujeres en educación”:<sup>24</sup> *Así, el currículum de nuestra escuela mixta no nacía de la conjunción de lo que habían venido siendo currícula diferenciados, sino que integró a las niñas en el currículum que se diseñó para los niños, desprendiéndose de los contenidos de “cultura doméstica” que venían nutriendo el de ellas.* Es decir, no se construyó una educación mixta que englobase a ambos géneros, sino que las mujeres se vieron transportadas a unas aulas destinadas a una educación por y para los hombres. De hecho, una muestra clara de esta “intromisión” femenina en un ambiente masculino se refleja en el hecho de la eliminación del currículo de las asignaturas consideradas típicamente femeninas de cultura doméstica (Pedagogía Familiar, Economía doméstica, Cocina, Textil, Manualidades y Puericultura),<sup>25</sup> que no eran lo suficientemente importantes como para que los hombres necesitasen aprenderlas. En relación con la segunda pregunta sobre los libros de ciencias y la ausencia de referentes femeninos en estos, puede

buscarse una respuesta teniendo en cuenta que en muchas ocasiones la visión de la química que se da en los libros está basada en una historia clásica, donde los éxitos eran individuales y se asignaba un avance científico sin tener en cuenta el contexto histórico ni los factores epistemológicos en los que se desarrolló.<sup>26</sup> Si la historia de la química como ciencia en sí misma, se impusiera en los libros de texto basada en las investigaciones históricas llevadas a cabo, el contenido sería distinto. Tres casos claros de esta necesidad de contexto histórico son: i) el reconocimiento de Marie Anne Paulze, mujer de Antoine Laurent Lavoisier, cuyo papel va mucho más allá que el simple acompañamiento y apoyo a la labor de su esposo;<sup>27</sup> ii) Rosalind Franklin,<sup>28</sup> cuya aportación a la resolución de la estructura del ADN no fue reconocida y iii) Lise Meitner, la madre judía de la bomba atómica<sup>29</sup> cuyo éxito fue totalmente eclipsado por el de Otto Hahn.<sup>30</sup>

Con este nuevo enfoque, la ciencia puede conseguir mostrarse más cercana y menos fría cambiando la idea general que la sociedad tiene sobre ella. Además, se conseguiría dar una visión completa de la Ciencia donde TODA la sociedad pueda verse reflejada. Hay que tener en cuenta que la ausencia de mujeres en los libros de texto científicos, además de mostrar la invisibilidad de las mujeres en la memoria histórica, genera una ausencia de referentes femeninos con los que las mujeres puedan identificarse e incluso motivarse a seguir sus pasos. Hay que ser conscientes de la dificultad que conlleva dar un nuevo enfoque al currículo y el contenido de los libros de texto de Ciencias ya que la visión ahistórica de la ciencia está muy arraigada e interiorizada por aquellos docentes que se basan únicamente en los libros de texto para dar sus clases (que como ya se ha comentado, estos libros no siempre cuentan TODA la historia). Para intentar solventar esta situación se deben proponer proyectos de investigación e innovación educativa basados en una perspectiva de género y ciencia y que, a su vez, se le dedique una mayor atención a la información y los contenidos teóricos que se imparten en las aulas.

#### 4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Durante la realización del *Prácticum* en el I.E.S. Escultor Daniel tuve la oportunidad de conocer de primera mano la idea que tienen los adolescentes sobre feminismo y los estereotipos de género y la visión que tienen de las mujeres científicas. Para ello, al inicio del periodo de prácticas, realicé una encuesta a alumnos de distintas clases y niveles educativos de la ESO sobre igualdad y la contribución de las mujeres a la ciencia (ver Anexos). El objetivo principal consistía en identificar si los alumnos opinaban que la ciencia y los trabajos relacionados con esta son “cosas de hombres” y si conocían el nombre de alguna científica porque todos conocemos, o al menos nos suenan, nombres de científicos, pero si pensamos en el género femenino, ¿nos viene el mismo número de nombres a la cabeza?

Gracias a la implicación del centro y en especial de mi tutora de prácticas, esta encuesta se pudo llevar a cabo en dos grupos de 2º de ESO y en dos grupos de 4º de ESO, uno de ellos de ciencias aplicadas.

Dentro de todas las preguntas que se les planteaban a los estudiantes, para este Trabajo Fin de Máster analizaremos únicamente las relacionadas con los estereotipos relacionados con la profesión y estudios (pregunta 5) y con el conocimiento de personajes científicos (preguntas 8 y 9).

- Pregunta 5: Relaciona cada una de estas actividades o estudios según creas que van dirigidas a hombres y/o mujeres

En esta pregunta se dan a elegir a los alumnos distintas profesiones/estudios que, según su propia opinión, estén más relacionados con el género masculino o femenino.

La mayoría de los alumnos no diferenciaron entre los géneros a la hora de elegir las opciones (ver Tabla V). Consideraron que todas las actividades profesionales podían ser propias de todas las personas independientemente de si se trataba de un hombre o una mujer. Defendían que las limitaciones a la hora de poder llevarlas a cabo están más relacionadas con sus capacidades intelectuales, físicas y motivacionales que con cuestiones de género.

**Tabla V.** Respuestas dadas por los alumnos del I.E.S. Escultor Daniel a la pregunta 5 de la encuesta realizada

	<b>Pregunta 5</b>				
	2ºB	2ºE	4ºA	4ºE	<b>Total</b>
<b>Diferencian</b>	8	5	7	6	<b>26 (27%)</b>
<b>No diferencian</b>	15	23	20	13	<b>71 (73%)</b>
<b>Total</b>	23	28	27	19	<b>97</b>

Una pequeña parte de los alumnos (27%) sí que consideraron que las profesiones y estudios dependen del género de la persona. Una vez analizada la división por género que hicieron los alumnos los resultados mostraron que, según la opinión de estos alumnos, los hombres están más preparados para: ingeniería, informática, arquitectura y política, mientras que las mujeres para danza, enfermería, teatro, bellas artes y tareas domésticas.

Quisiera destacar un apunte que escribió uno de los alumnos en la encuesta tras hacer distinción de género a la hora de asignar profesiones: “Estos dos ejercicios (haciendo referencia a las preguntas 5 y 6: ver Anexos) los he respondido desde la visión de la sociedad, pero en mi opinión deberían ser todos para ambos sexos”. Esto pone de manifiesto que los alumnos creen en la igualdad, pero que muchas veces la sociedad o incluso el propio entorno más cercano (amigos, familia...), nos hacen cambiar de idea o incluso actuar en contra de nuestros principios o ideales. Por ello, es un papel fundamental de la educación el transmitir la idea de igualdad y no nutrir situaciones con un trasfondo discriminatorio, tanto de género como de cualquier tipo, por lo que hay que ser conscientes de cómo, de qué y de a quién se enseña.

- Preguntas 8 y 9: ¿Conoces el nombre de tres científicos? ¿Conoces el nombre de tres científicas?

Con estas preguntas se pretendía comprobar si los alumnos eran capaces de enumerar a tres científicos y tres científicas. Se pedían tres para ambos, que es un número relativamente bajo para científicos, pero tras lo observado, bastante elevado para las científicas.

Así, los nombres de los científicos enumerados por los grupos de 2º de ESO fueron:

**Hombres:** Rutherford, Dalton, Bohr, Einstein, Thomson, Newton, Stephen Hawking, Pitágoras, Galileo, Tesla, Lavoisier, Darwin, Ramón y Cajal, Kelvin, Edison, Leonardo da Vinci y sus profesores de química.

**Mujeres:** Marie Curie, Marie Anne (esposa de Lavoisier), Karen Uhlenbeck, Ada Lovelace, Hipatia de Alejandría y sus profesoras de química.

Los nombres de los científicos enumerados por los grupos de 4º de ESO fueron:

**Hombres:** Newton, Einstein, Copérnico, Darwin, Ramón y Cajal, Tesla, Gay Lussac, Edison, Alexander Fleming, Stephen Hawking, Galileo Galilei, Lamarck, Lavoisier, Thomson, Bohr, Rutherford, Dalton y sus profesores de química.

**Mujeres:** Marie Curie, Rosalind Franklin, Lise Meitner, Hedy Lamarr, Hipatia de Alejandría y sus profesoras de química.

En ambos niveles, el número de científicos nombrados fue bastante mayor que el de científicas (16 vs. 5 y 17 vs. 5). En el caso de las mujeres, la más conocida entre los alumnos es sin duda alguna Marie Curie y en segundo lugar Rosalind Franklin. A nivel personal, me resultó sorprendente los nombres de Karen Uhlenbeck, Lise Meitner y Hedy Lamarr, ya que he de reconocer que las dos primeras eran totalmente desconocidas para mí.

En este apartado del cuestionario también resultó anecdótico que como científicas muchos nombraron a docentes del instituto. Al desconocer el nombre de científicas famosas optaron por las más cercanas, las profesoras de ciencias. También se nombraron a algunos profesores del centro como científicos, pero fueron muchos menos ya que el abanico de nombres de científicos conocidos es mucho mayor, como ha quedado reflejado en el cuestionario.

En este caso, me gustaría destacar una de las respuestas que dio uno de los alumnos de 4º ESO a la pregunta del nombre de tres científicas:

- Marie Curie (apellido de su marido...)
- Rosalind Franklin (su trabajo fue robado...)

Esta respuesta, desde mi punto de vista, refleja la desconformidad por parte del estudiante con la imagen de las mujeres en la ciencia. La mujer científica no está lo suficientemente representada y además, en muchas ocasiones, sus

contribuciones han sido o bien olvidadas o bien atribuidas a sus compañeros masculinos.

Considerando las conclusiones obtenidas tras la realización de las encuestas, en este Trabajo Fin de Máster se pretende actuar en dos ámbitos relacionados con la ciencia y el género. Por un lado, buscar el origen del desconocimiento de la figura femenina en el mundo científico que existe entre los estudiantes de ESO y por otro, hacer más visible la existencia y la contribución de la mujer a la ciencia, tanto en el pasado como en el presente. Para ello, en un primer lugar, se ha llevado a cabo un análisis de los libros de Física y Química que se emplean en el I.E.S. Escultor Daniel en 2º, 3º y 4º de ESO y el de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional de 4º de ESO desde una perspectiva de género y en segundo lugar, proponer determinadas actividades que actúen como instrumentos de intervención didáctica para la divulgación de la mujer en la ciencia en cada uno de los cursos de ESO (1º, 2º, 3º y 4º).



## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Análisis de libros de texto desde una perspectiva de género

En este trabajo hemos analizado cuatro libros de texto de ESO (ver Imagen 2): física y química de 2<sup>o</sup>,<sup>31</sup> 3<sup>o</sup><sup>32</sup> y 4<sup>o</sup><sup>33</sup> de ESO y Ciencias aplicadas a la actividad profesional de 4<sup>o</sup> ESO.<sup>34</sup>



**Imagen 2.** Libros seleccionados para su análisis desde una perspectiva de género

Existen muchos libros de texto que se emplean actualmente en educación secundaria y bachillerato en el ámbito de las ciencias, pero dada la extensión de este trabajo no se pueden analizar todos ellos. Por esta razón se ha decidido acotar la selección a estos cuatro porque son los libros que se utilizan en el I.E.S. Escultor Daniel, centro y nivel educativo en el que realicé las prácticas de este Máster.

Para este trabajo se analizará el número de científicos, tanto hombres como mujeres, que aparecen en los textos de estos libros. Sólo se contabilizará el personaje una vez, independientemente del número de veces que sea citado. Tampoco se tendrán en cuenta cuando los nombres aparezcan relacionados con algunas unidades de medida (julios, kelvin...) o como el enunciado de alguna ley (primera ley de Newton) o como alguna teoría (teoría atómica de Dalton). El libro debe referirse expresamente a la persona.

También se estudiarán si aparecen otros nombres, masculinos o femeninos como ejemplos o citados en los ejercicios a realizar por los alumnos.

Con los resultados que se obtengan podremos comprobar si ha habido alguna evolución en igualdad de género con respecto a los estudios realizados anteriormente.

## **5.2 Visibilidad de la mujer en la ciencia**

Normalmente a los estudiantes no les llega información sobre mujeres científicas o su aportación a la ciencia a lo largo de la historia. Las fuentes de información para los alumnos son dos principalmente, los medios de comunicación, que no suelen dedicar mucho tiempo al ámbito científico y mucho menos a la aportación femenina, y los libros de texto. Estos últimos son el referente de lo que los estudiantes deben conocer académicamente y de lo que se considera relevante. Para ellos el resto de los conocimientos relacionados con la educación son considerados como meras curiosidades o ampliación de conocimientos voluntarios. Pero ¿qué ocurre cuando, tal y como hemos comentado previamente, los libros de texto sólo representan a la mitad de la sociedad?<sup>35</sup> ¿Cuándo hay una *mitad olvidada* que también puso su grano de arena, pero cuya aportación parece ser anónima porque nadie pronuncia sus nombres? Para intentar subsanar esta ausencia de conocimientos en este Trabajo Fin de Máster se proponen una serie de actividades con las que se muestran a los alumnos que las mujeres hicieron grandes aportaciones a la ciencia, que no es un campo sólo de hombres y que la ciencia no tiene género, sólo necesidad de querer conocer la realidad que nos rodea.

### 1º ESO

En este curso no se imparte todavía la asignatura de Física y Química, pero es un buen momento para trabajar de forma transversal la figura de la mujer en la ciencia. Para trabajar esta temática se propone la visualización de películas y/o documentales donde se narren la vida y el trabajo de diferentes mujeres científicas.

Dos posibles opciones son *Ágora* y *Figuras Ocultas* (ver Imagen 3). Ambas películas son muy conocidas y están basadas en historias reales. La primera de ellas se centra en la figura de Hypatia de Alejandría (350-370 d.C. - ¿415 d.C?),<sup>36</sup> una de las primeras mujeres de las que se tiene constancia que estudió

y enseñó matemáticas y que se ha convertido en un símbolo de la defensa de la educación frente a la ignorancia. La segunda película narra la historia de tres mujeres científicas afroamericanas que trabajaron en la NASA y que sufrieron una doble discriminación por ser mujeres y además de color.



**Imagen 3.** Carátulas de las películas (por orden de izquierda a derecha) Ágora, Figuras Ocultas, Florence Nightingale y Marie Curie

Otras posibles películas, aunque mucho menos conocidas (ver Imagen 3), serían aquellas que narran la vida de Florence Nightingale (1820-1910), enfermera que fundó las bases de la asistencia de la enfermería moderna,<sup>37</sup> y Marie Curie (1867-1934), física y química y la única persona hasta la fecha que ha recibido dos premios nobel en dos disciplinas diferentes.<sup>36,38</sup> |

Otra opción sería la visualización de documentales (Imagen 4), ya que también existen algunos relacionados con mujeres científicas como son: Hedy Lamarr (1914-2000), inventora y actriz de cine<sup>36,39</sup>, Jane Goodall (1934-...), primatóloga, etóloga y antropóloga<sup>36</sup> o Ada Lovelace (1815-1852), matemática y escritora.<sup>36,40</sup>



**Imagen 4.** Carátulas de los documentales (por orden de izquierda a derecha): Bombshell: la historia de Hedy Lamarr, Jane y Ada Lovelace: la Condesa de los ordenadores

Una vez visualizados las películas y/o documentales se llevaría a cabo un debate en clase sobre el papel de la mujer y las dificultades (contexto social, histórico, cultural...) que encuentran a la hora de intentar desarrollar su profesión.

## 2º ESO

La propuesta consiste en buscar información sobre científicas relevantes. Para ello los alumnos se agruparán por parejas y podrán elegir una científica extraída del libro *Mujeres de ciencia. 50 intrépidas pioneras que cambiaron el mundo*<sup>36</sup> o bien, cualquier científica que consideren importante. De este modo, se sentirán más motivados ya que podrán escoger aquellas que más admiren o con la que más se identifiquen, que suelen ser los motivos más recurrentes para la elección.<sup>41</sup> Se les dará libertad para buscar y seleccionar la información y tras esto deberán construir un mural donde se muestre la biografía, contexto histórico, y descubrimiento o avance científico más relevante. Durante el curso, estos murales permanecerán en las paredes del aula para ser conscientes de la existencia de mujeres científicas y el desconocimiento que se tiene sobre ellas.

El siguiente paso consistirá en la realización de una página web con la biografía y la foto de mujeres científicas junto con la foto de los alumnos que hayan investigado sobre ellas. De este modo, la información será accesible a todo aquel que lo desee y, además de perdurar en el tiempo, los alumnos se verán también representados. Para ello, los alumnos pondrán su propio rostro al trabajo. La idea consiste en hacer una fotografía simulando la pose y el vestuario de la famosa imagen publicitaria de *Westinghouse Electric* (ver Imagen 5 y 6) cuya finalidad era animar a las mujeres a remplazar a los hombres en sus trabajos durante la segunda guerra mundial y que ahora se ha convertido en símbolo del feminismo.<sup>42</sup>



**Imagen 5.** Representación del feminismo por parte de los/las alumnos/as.

Pero no se trata sólo de involucrar al género femenino, sino a todos los alumnos por igual independientemente del género. El feminismo no es sólo cosas de mujeres, y si de verdad queremos convertirlo en una realidad, todas las partes deben estar y sentirse involucradas.



**Imagen 6.** Actividad propuesta para los alumnos para la creación de una página web mostrando a las científicas y al alumnado encargado de sus biografías

J. Jiménez Jiménez<sup>43</sup> ya puso de manifiesto lo interesante de este tipo de actividades, ya que se trabajan distintos campos simultáneamente. Por un lado, se adquieren destrezas en el uso inteligente de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) mediante la búsqueda y selección de información y su posterior transformación en conocimiento. Por otro, se pone de manifiesto la dimensión humana de la ciencia recuperando el papel que han desempeñado las mujeres para favorecer su avance pese a las numerosas dificultades que tuvieron que superar simplemente por cuestión de género.

### 3º ESO

#### *Érase una vez... una científica*

Esta actividad va dirigida al alumnado de 3º de ESO, pero transversalmente también al de infantil y primaria. Consiste en redactar la vida de mujeres científicas, pero en forma de cuento. Para escribirlo debe emplearse un lenguaje

destinado al público infantil e ir acompañado de ilustraciones realizadas también por los alumnos. No se trata de buscar la biografía y hacer un resumen, sino transformarla para que sea comprensible y atractiva para niños y niñas. De este modo, los estudiantes de 3º de ESO deberán buscar las biografías, pero también anécdotas sobre la vida de mujeres que hayan hecho historia en el mundo de las ciencias. Einstein dijo: *No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela*, pues transformémosla en: No entiendes la vida de una científica hasta que no eres capaz de contárselo al alumnado de primaria.

Como modelos se pueden emplear libros ya publicados como los que se encuentran en la **Colección Miranda: Biografía de mujeres destacadas de la historia contadas para niños**.<sup>44</sup> *Marieta* (Marie Curie), *Hedy* (Hedy Lamarr), Jane (Jane Goodall). Están escritos por Itziar Miranda, y con unas ilustraciones muy cuidadas y atractivas.



**Imagen 7.** Portadas de cuentos para niños basados en la vida de mujeres científicas: Colección Miranda.

#### 4º ESO

##### *Periodismo científico en La Rioja*

Este proyecto consiste en entrevistar a científicas del entorno y recopilarlo en un formato tipo agenda. La idea surge como resultado de dos actividades. Por un lado, el trabajo desarrollado por un grupo de alumnas del Liceo Técnico Femenino de Concepción en Chile: *Un pequeño libro de grandes mujeres científicas*,<sup>45</sup> en el que llevaron a cabo entrevistas a científicas de la Universidad de Concepción y lo recopilaron en un libro junto con su propia experiencia de cómo se sintieron al jugar el papel de periodistas. Y por otro, el proyecto “Las

científicas cuentan”<sup>46</sup> en el que se tratan relatos de científicas que han obtenido un proyecto del Consejo Europeo de Investigación.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta que en la comunidad de La Rioja tenemos la suerte de contar con la Universidad de La Rioja,<sup>47</sup> así como otros centros de investigación como el CIBIR<sup>48</sup> (Centro de Investigación Biomédica de La Rioja) o el ICVV<sup>49</sup> (Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino) dónde un gran número de mujeres desarrollan su actividad investigadora, parece un entorno perfecto para desarrollar este tipo de actividades. Además, hay que tener en cuenta que los alumnos de 4º de la ESO, etapa final de ciclo, se encuentran en un momento en el que deben decidir qué bachillerato u orientación profesional elegir. Por lo tanto, acercar la ciencia y la investigación a los estudiantes de forma tan directa y personal puede favorecer la aparición de nuevas vocaciones científicas entre los adolescentes.





## 6. RESULTADOS OBTENIDOS Y PREVISTOS

### 6.1 Análisis de libros de texto desde una perspectiva de género

Tras la revisión de los libros de texto elegidos se hicieron unas tablas donde se comparan las apariciones masculinas vs. femeninas de científicos o personas relacionadas con la ciencia. En todos los libros es evidente el predominio de uno de los géneros, como se muestra a continuación:

#### Física y Química 2º de ESO<sup>31</sup>

Tal y como se observa en la Tabla VI, frente a 28 científicos hombres sólo dos mujeres aparecen relacionadas con el mundo de la ciencia, Rosa Sensat, que aparece en uno de los ejercicios relacionados con la Química en la cocina gracias a su libro *Les ciènces en la vida de la llar* (Las ciencias en la vida del hogar) y Marie Anne, mujer de Lavoisier que no aparece en el texto, sino en un pie de figura de un cuadro donde aparecen ambos: *A. Lavoisier y su mujer, Marie Anne, que no solo fue la ilustradora de sus publicaciones, sino que contribuyó en gran manera a sus investigaciones*

**Tabla VI.** Científicos vs. científicas en el libro de Física y Química de 2º de ESO

Científicos (página del libro)			
Enrico Fermi (9)	Dimitri Mendeleiev (57)	Hans Christian Oersted (128)	Claudio Ptolomeo (153)
Jacques Charles (19)	Ángel Terrón (66)	Michael Faraday (128)	Richard Trevithick (156)
Gay-Lussac (36)	Antoine Lavoisier (74)	Isaac Newton (138)	Arquímedes (158)
John Dalton (57)	Robert Boyle (81)	David Scout (141)	Leonardo da Vinci (179)
Joseph John Thomson (57)	Johannes Baptista van Helmont (85)	Emilio Herrera (143)	Julius von Mayer (186)
Ernest Rutherford (57)	Robert Hooke (118)	Nicolás Copérnico (153)	James Prescott Joule (186)
Niels Böhr (57)	Benjamin Franklin (121)	Galileo Galilei (153)	Benjamin Thompson (208)
Científicas (página del libro)			
Rosa Sensat (67)		Marie Anne (74)	

### Física y Química 3º de ESO<sup>32</sup>

En este nivel educativo las diferencias son aún mayores (Tabla VII). Hay 31 nombres de varones científicos frente a ninguno haciendo referencia a mujeres científicas.

**Tabla VII.** Científicos vs. científicas en el libro de Física y Química de 3º de ESO

Científicos (página del libro)			
W. Heisenberg (8)	Jacques Charles (41)	Ernest Rutherford (77)	Charles A. de Coulomb (169)
Ptolomeo (8)	Gay-Lussac (41)	J. Chadwick (77)	H. C. Oersted (172)
Copérnico (8)	Antoine Lavoisier (74)	Niels Bohr (82)	M. Faraday (172)
Shinya Yamanaka (27)	Joseph Proust (74)	Isaac Newton (85)	Isamu Akasaki (204)
Robert Brown (34)	John Dalton (74)	Mohorovicic (85)	Hiroshi Amano (204)
L.C. Wiener (34)	Benjamin Frannklin (76)	H. Moseley (94)	Shuji Nakamura (204)
Robert Boyle (40)	Alessandro Volta (76)	J. Priestley (114)	G. S. Ohm (209)
Edme Mariotte (40)	J.J. Thomson (76)	Leo Baekeland (156)	
Científicas (página del libro)			
-----			

### Física y Química 4º de ESO<sup>33</sup>

Al aumentar el nivel educativo, no aumenta el conocimiento de la ciencia en femenino. Únicamente se hace referencia a una mujer científica, Hipatia de Alejandría, que nuevamente no aparece en el texto sino incluida en una ilustración del libro. En esta misma figura aparecen otros científicos junto con palabras relacionadas con la metodología científica:

Galileo: Pruebas experimentales      Avogadro: Hipótesis  
Boyle: ley experimental                  Bohr: Modelo  
Einstein: Teoría científica              **Hipatia: Argumentación**

Esta es toda la referencia que se hace a las mujeres y su relación con la ciencia en este libro. Un dibujo y una palabra: argumentación.

**Tabla VIII.** Científicos vs. científicas en el libro de física y química de 4º de ESO

Científicos (página del libro)			
Avogadro (8)	Leucipo (28)	Dimitri Mendeleiev (36)	Copérnico (190)
Galileo (8)	Demócrito (28)	Henry Moseley (36)	Kepler (190)
Boyle (8)	Platón (28)	Andre Geim (48)	Tycho Brahe (194)
Bohr (8)	Aristóteles (28)	Konstantin Novoselov (46)	Edmund Halley (195)
Einstein (8)	John Dalton (28)	Gilbert N. Lewis (50)	Torricelli (214)
Lavoisier (9)	J. J. Thomson (29)	Svante Arrhenius (82)	Pascal (215)
Lord Kelvin (12)	Ernest Rutherford (30)	Soren Sorensen (82)	Descartes (215)
Ampère (12)	James Chadwick (30)	Robert Hooke (167)	J. P. Joule (254)
Eratóstenes de Alejandría (22)	Arnold Sommerfeld (33)	Isaac Newton (170)	Herón de alejandría (273)
Científicas (página del libro)			
Hipatia (8)			

Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional 4º de ESO<sup>34</sup>

En este libro, resulta sorprendente que la mayoría de los científicos varones citados no son los típicos que se han nombrado en los libros anteriores. La mayoría son científicos más actuales, pero, aun así, parece que no hay cabida a las mujeres científicas en estos textos. La única científica que encontramos entre sus líneas es Marie Curie, que es también la científica más conocida entre los alumnos de ESO según los resultados de las encuestas llevadas a cabo.

**Tabla IV.** Científicos vs. científicas en el libro Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional de 4º de ESO

Científicos (página del libro)			
Ramsés Martínez (22)	Gabriel Russo (74)	Harrison Schmitt (100)	Henri Becquerel (100)
Herman Daly (61)	Vicente Aldasoro (74)	Augustín Sánchez Arcilla (100)	Otto Han (111)
Martín Peinado (66)	Raúl Cordero (92)	Pierre Curie (110)	Friz Strassman (111)
Científicas (página del libro)			
Marie Curie (110)			

Como se ha podido observar, el papel de la mujer en la ciencia no está representado en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria. Es decir, si un estudiante finaliza su formación académica en este nivel, no habrá recibido ni recibirá ninguna información sobre mujeres científicas, asociando ese papel únicamente a los hombres. Por otro lado, aquellos que continúen sus estudios, seguirán relacionando la ciencia con las actividades y pensamientos masculinos, por lo que las adolescentes no se verán ni representadas ni reflejadas con el mundo científico. Por lo tanto, para intentar subsanar esta invisibilidad de las mujeres científicas, de la cual las editoriales son conscientes<sup>50</sup> e intentan remediarlo a su manera,<sup>51</sup> se plantean actividades para cada uno de los cursos que se incluyen en la Educación Secundaria Obligatoria.

## **6.2 Visualización de la mujer en la ciencia**

### 1º ESO

Como ya se ha comentado previamente, en este curso no se imparte la asignatura de Física y Química por lo que es más difícil tener acceso a los alumnos y hablar sobre la perspectiva de género en la ciencia. Sin embargo, tratarlo de manera transversal y mediante actividades lúdicas como el visualizado de películas puede ser una muy buena manera de comenzar.

La película elegida por los alumnos fue Figuras Ocultas (*Hidden Figures*) y su análisis se llevó a cabo en una de las horas de tutorías. El tutor, junto con el miembro del departamento de física y química involucrado en este proyecto, guían un debate que lleva a los alumnos a reflexionar sobre: la visualización histórica de la mujer en un mundo científico de hombres, el esfuerzo que han tenido que realizar en la sombra para que se les reconozca algún mérito, la relación entre la capacidad intelectual con el género y además en este caso, la dificultad añadida de tratarse de protagonistas de color, lo que aun dificultó más su reconocimiento.

Este ejercicio abre las mentes tanto de los chicos como de las chicas. Ellas reflexionan sobre la injusticia de ser marginadas e infravaloradas por cuestión de género, y ellos, además de esto, reflexionan sobre la manera de tratar y relacionarse con sus compañeras, adoptando una actitud más próxima a la igualdad. Dado los avances conseguidos así en coeducación, la actividad se

podría repetir con las películas y/o documentales que se han expuesto en el apartado 5.2.

## 2º ESO

Durante el desarrollo del *Prácticum* esta actividad se llevó a cabo con alumnos de 4º de ESO, pero en este trabajo lo planteamos para estudiantes de 2º de ESO, ya que como hemos comentado anteriormente formará parte de un ciclo de actividades sobre mujeres científicas. Por lo tanto, aquí mostramos los resultados obtenidos para los alumnos de 4º de ESO ya que es previsible que los alumnos de 2º puedan realizar un trabajo muy similar.

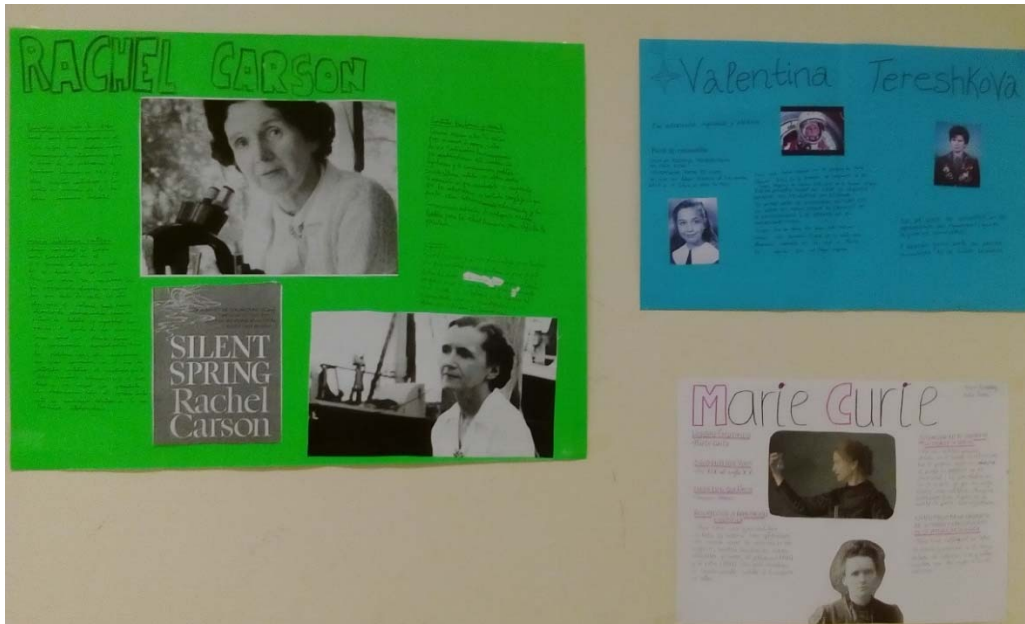
Las científicas elegidas fueron:

- **Rosalind Franklin (1920-1958)**: química y cristalógrafa de rayos X. Descubrió la doble hélice del ADN. Pionera en la investigación del virus del mosaico del tabaco y el de la polio. Recordada como la mujer que debería haber ganado un Premio Nobel.
- **Rita Levi-Montalcini (1909-2012)**: neuróloga y senadora italiana. Ganó el premio Nobel en Fisiología (o Medicina) y descubrió el *Factor de Crecimiento Nervioso* (*Nerve Growth Factor*, NGF) que regula el crecimiento del nervio y mantiene sanas nuestras neuronas.
- **Irène Joliot-Curie (1897-1956)**: química. Hija de Marie Curie y ganadora de un premio Nobel en Química. Descubrió una forma de sintetizar nuevos elementos radiactivos en el laboratorio.
- **Gerty Cori (1896-1957)**: bioquímica. Primera mujer estadounidense en ganar un premio Nobel. Su trabajo ayudó a la comprensión del metabolismo de los carbohidratos y fue una de las descubridoras del ciclo de Cori.



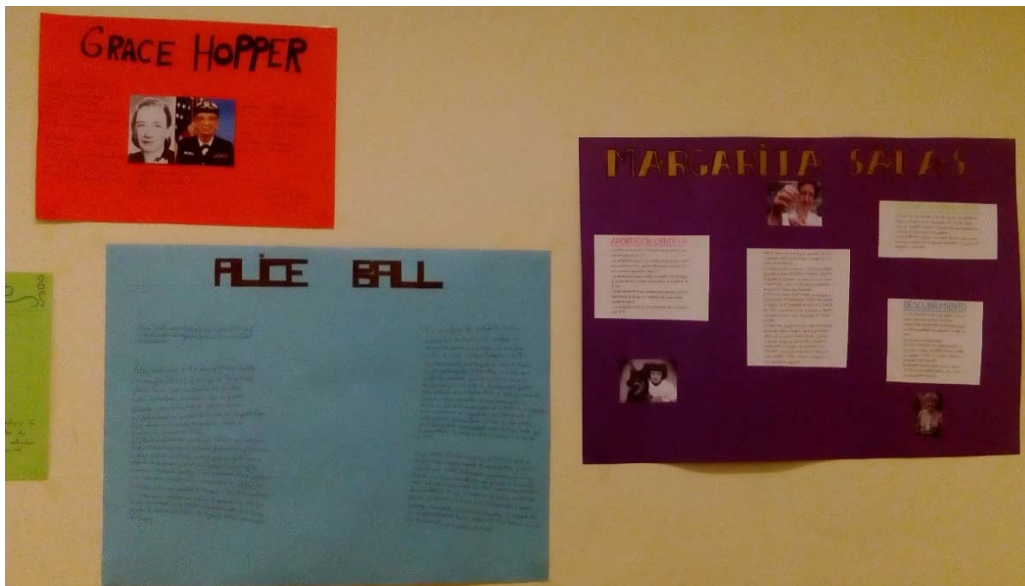
**Imagen 8.** Murales realizados por los alumnos durante las prácticas sobre Rosalind Franklin, Rita Levi Montalcini, Gerty Cori e Irène Joliot-Curie

- **Rachel Carson (1907-1964):** bióloga marina, conservacionista y escritora. Dio a conocer al mundo los ecosistemas oceánicos, autora de *Primavera silenciosa* (investigación y denuncia sobre el pesticida DDT) e inspiradora de la creación de la agencia de protección medioambiental de Estados Unidos.
- **Valentina Tereshkova (1937- ):** ingeniera y cosmonauta. Primera mujer que viajó al espacio y sigue siendo la única mujer que ha viajado al cosmos en solitario.
- **Marie Curie (1867-1934):** física y química. Pionera en la investigación sobre la radiactividad, ganadora de dos premios nobel y primera mujer que obtuvo un doctorado en Francia.



**Imagen 9.** Murales realizados por los alumnos durante las prácticas sobre Rachel Carson, Valentina Tereshkova y Marie Curie

- **Grace Hopper (1906-1992):** almirante de la armada e informática. Inventó el primer compilador que cambió para siempre el modo de usar los ordenadores. Pionera en la estandarización de pruebas de sistemas informáticos.
- **Alice Ball (1892-1916):** química. Primera afroamericana y primera mujer licenciada en la universidad de Hawái. Ayudó a curar la lepra con su tratamiento químico.
- **Margarita Salas (1938- ):** bioquímica. Determinó la direccionalidad de la lectura de la información genética y descubrió y caracterizó la ADN polimerasa del fago  $\Phi 29$ , que tiene múltiples aplicaciones biotecnológicas debido a su altísima capacidad de amplificación del ADN. Recientemente ha sido doblemente galardonada con el premio al Inventor Europeo 2019 en la categoría de “Logro de toda una vida”, otorgado por un jurado internacional, y en la de “Premio Popular”, decidido por el público a través de un sistema de votación en línea.<sup>52</sup>



**Imagen 10.** Murales realizados por los alumnos durante las prácticas sobre Grace Hopper, Margarita Salas y Alice Ball

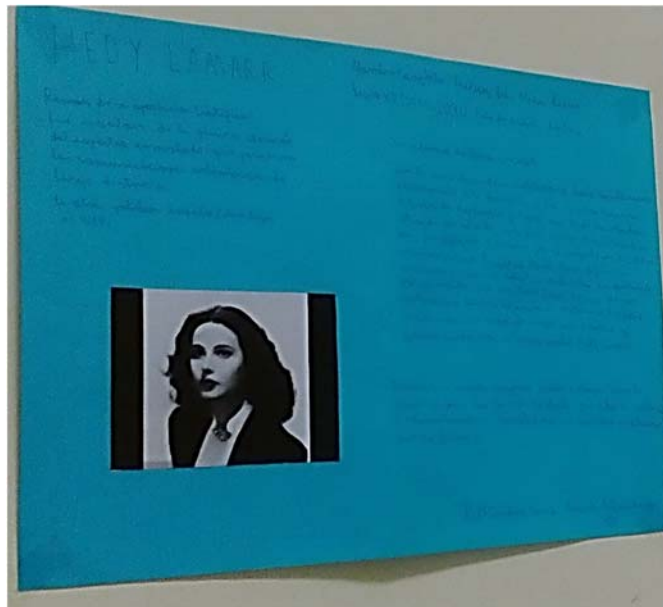
- **Ada Lovelace (1815-1852):** matemática y escritora. Fue la primera persona en crear un programa de ordenador.
- **Jane Cooke Wright (1919-2013):** oncóloga. *La madre de la Quimioterapia.* Desarrolló nuevas formas de probar fármacos para la quimio y de tratar tumores de difícil acceso. Sus nuevas técnicas en quimio salvaron millones de vidas.
- **Elisabeth Blackwell (1821-1910):** doctora. Fue la primera mujer doctorada en medicina en Estados Unidos. Fundó la Facultad de Medicina para Mujeres de la clínica de Nueva York y la Facultad de Medicina para Mujeres de Londres.
- **Jane Goodall (1934- ):** primatóloga, etóloga y antropóloga. La mayor experta del mundo en chimpancés. Descubrió que los primates fabrican herramientas y sienten compasión. Mensajera de la paz de la ONU y activista de los derechos de los animales y de la conservación de la vida salvaje.





**Imagen11.** Murales realizados por los alumnos sobre Jane Goodall, Ada Lovelace, Elisabeth Blackwell y Jane Cooke Wright

- **Hedy Lamarr (1914-2000):** inventora y actriz de cine. Coinventora de la tecnología para utilizar la comunicación a través del espectro ensanchado por salto de frecuencias (*Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS*). Su trabajo se utiliza para controlar torpedos, el wifi, el bluetooth y en comunicación militar.



**Imagen 12.** Mural realizado por los alumnos sobre Hedy Lamarr

Uno de los requisitos exigidos para la confección de los murales será la de incluir una foto o imagen de la científica, es decir, de ponerle cara a esa parte desconocida de la ciencia tal y como se muestra en las imágenes 8-12.

Durante las prácticas se empleó la herramienta en línea genially<sup>53</sup> para la creación de biografías interactivas de las científicas usando la plantilla prediseñada en ésta (ver Imagen 13) y sirviéndose de la información recopilada para los murales. Para ellos, se sustituye la foto de la plantilla por la de la científica y se van generando apartados para la biografía, sus logros, curiosidades, enlaces a videos u otras páginas webs.



**Imagen 13.** Plantilla para la biografía de científicos/as en la plataforma online genially.

### 3º ESO

#### *Érase una vez... una científica*

Finalmente, la actividad involucró al departamento de física y química, lengua y literatura y al de bellas artes. Guiados por el docente de física y química se recopiló la información sobre las científicas y sus descubrimientos, en la asignatura de Lengua Castellana y Literatura se redactaron los cuentos prestando especial atención a que el lenguaje empleado fuera a la vez educativo, divertido y destinado para niños. Como ejemplos del estilo literario buscado y a modo de referencia se muestran párrafos de los libros pertenecientes a la Colección Miranda<sup>44</sup> y que hablan sobre Hedy Lamarr y Marie Curie:

*El caso es que Hedy era una empollona de cuidado. Hablaba alemán, italiano y francés; tocaba el piano y bailaba el vals vienés a la perfección. Eso sí, con una sonrisa, pero sin mucha gracia porque le parecía un tostón.*

*Marieta, por supuesto, le dijo que sí. La única condición que puso era que el vestido de novia fuera cómodo y de un color oscuro (como dice mi abuela, “más sufrido”), para que le sirviera después de bata del laboratorio. Menuda era Marieta, ni el día de su boda se daba un respiro.*

Pero en los cuentos para niños, tan importante son las palabras como las imágenes. Nada más abrir un cuento, lo primero que capta la atención de los lectores en edades tempranas son los dibujos y los colores que posea el libro. Es lo primero que van a mirar, y si les gusta, ya tienen una motivación extra para continuar con la lectura. Por esta razón se involucró al departamento de Bellas Artes del Instituto. Nuevamente, como referencia se exponen algunas ilustraciones de los libros de la Colección Miranda (ver Imagen 14), porque me parecen realmente espectaculares.<sup>54</sup> Quizás sea un punto de partida demasiado ambicioso, pero como referencia, podrían servir.



**Imagen 14.** Imágenes dentro de los libros de la Colección Miranda: Jane (izquierda), Marieta (centro) y Hedy (derecha)

Una vez finalizados los cuentos, se llevó a cabo su encuadernación. Pero ¿qué sentido tiene escribir un cuento y guardarlo en un cajón? Como último paso el alumnado involucrado en el proyecto se desplazó hasta un colegio de infantil y primaria dónde mostraron y leyeron los cuentos. En cada uno de ellos dejaron una copia para que futuros científicos y científicas tengan referentes en quien fijarse. Obviamente, al ser la primera vez que se lleva a cabo este proyecto no se hicieron muchas copias de libros, pero para futuras ediciones podría plantearse su venta para centros escolares, así como uso personal. Nunca es pronto para transmitir que la ciencia no tiene género y que existieron y existen

grandes científicas. Como agradecimiento por los cuentos, algunos de los estudiantes de los colegios realizaron un dibujo de la imagen que tenían de las científicas. En la Imagen 15 se muestran algunos ejemplos, que quizás para ediciones posteriores de este proyecto podrían usarse como ilustraciones en los futuros cuentos.



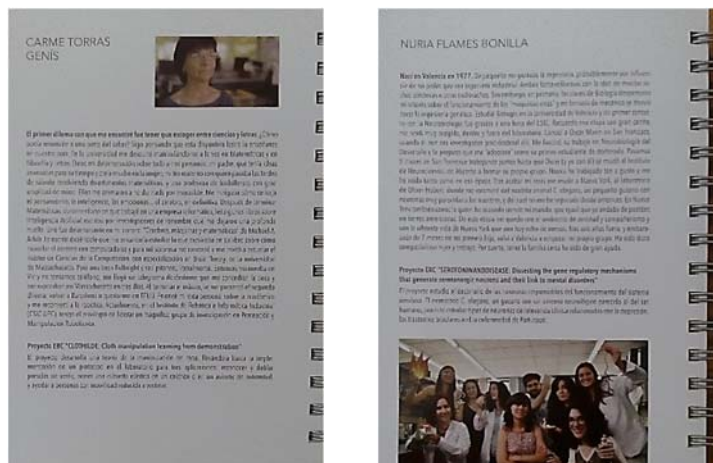
**Imagen 15.** Imagen de una científica según alumnos de primaria (izquierda y derecha) e infantil (centro)

#### 4º ESO

##### *Periodismo científico en La Rioja*

Los alumnos formaron grupos mixtos de 3 ó 4 alumnos y tras visitar las páginas web de los centros científicos citados en el apartado de metodología, eligieron a la científica a entrevistar. Una vez contactaron con ella vía correo electrónico o mediante llamada telefónica, concretaron una fecha para llevar a cabo la entrevista. En todos los casos esta tuvo lugar en el entorno laboral de la científica, por lo que además de interactuar con ella, los alumnos recibieron una ruta guiada por los centros/instituciones lo que despertó su curiosidad traducida en una lista de preguntas que también plasmaron en su memoria.

Una vez recopilada toda la información, el siguiente paso fue la maquetación. Los propios alumnos eligieron un formato común para todos, con el único requisito de que debía aparecer una foto de la científica o bien de esta con su grupo de investigación (ver Imagen 16).



**Imagen 16.** Fotografías tomadas de la agenda 2019 Las Científicas Cuentan<sup>46</sup>

Por último, una vez que todos los grupos tenían la información en el formato correcto se unificaron y a cada científica se le asignó un mes dentro de la agenda escolar, que es el proyecto final. Como el número de grupos fue 8 quedaban meses sin asignar, por lo que se les dio libertad para elegir científicas influyentes del pasado o actuales. De entre las distintas posibilidades eligieron a Margarita Salas y Marie Curie. Y una propuesta que me sorprendió mucho, pero que me resultó muy atractiva fue la de incluir mujeres que fuesen científicas en la ficción, eligiendo a dos personajes de la serie *The big bang theory*.<sup>55</sup> Bernadette Rostenkowski (Dr. en Microbiología) y Amy Farrah Fowler (Dr. en Neurociencia tanto en la serie como en la vida real). Esta idea me resultó muy llamativa por dos razones, la primera porque hubiera seguidores de la serie, que personalmente encuentro divertida y divulgativa científicamente en tono de humor, y por otro lado, porque me dio la idea de un nuevo proyecto que podría mostrar cómo se representa en la ficción a las mujeres que pertenecen al ámbito científico: series, dibujos, comics, películas... pero esto será para trabajos posteriores.



## 7. REFLEXIÓN Y CONCLUSIONES

Con este trabajo queda de manifiesto que los libros de texto de Física y Química que se manejan en la actualidad (al menos los revisados en este trabajo) no han evolucionado mucho en cuanto a la perspectiva de género. La labor de los docentes en relación a este tema no es fácil, primero porque deben seguir un currículo impuesto por el Ministerio de Educación y su comunidad autónoma con un contenido y un tiempo muy limitado, y segundo, los libros de texto que redactan las editoriales basadas en el currículo no facilitan el camino a la hora de representar a la mujer en la ciencia tal y como hemos podido comprobar. Por lo tanto, si se quiere mostrar la existencia de mujeres científicas, el docente está obligado a plantear actividades fuera del temario.

En este trabajo se han expuesto algunas de las posibles actividades para trabajar con los alumnos y que así no terminen la Educación Secundaria Obligatoria sin haber conocido la *mitad olvidada de la ciencia*. Resulta ilógico que siendo una educación con carácter obligatorio y el final de un ciclo, un estudiante pueda terminar su vida académica sin haber visto a una sola mujer científica en sus libros de texto, y en el caso de estudiantes afortunados, dos o tres como máximo. Con la puesta en práctica de las actividades aquí presentadas, los alumnos han visto que la ciencia no tiene género, a pesar de lo que pueda parecer, y que las mujeres han hecho grandes aportaciones a la ciencia teniendo que superar para ello, en la mayoría de los casos, un sinnúmero de obstáculos y dificultades.

Además, con estas actividades se trabajan todas las competencias clave del currículo recogidas en la LOMCE y en las que se basa la educación actual.<sup>56</sup>

-Comunicación lingüística: se trabaja un lenguaje no sexista y se refuerza el sentido y la definición de igualdad y coeducación.

-Competencia Matemática, Ciencia y Tecnología: se fomenta el conocimiento científico mediante la búsqueda de mujeres científicas importantes, así como de los avances científicos y tecnológicos a los que dieron lugar.

-Competencia digital: el empleo de las TIC para la búsqueda y selección de información, así como la creación de una base de datos interactiva sobre la biografía de mujeres científicas favorecen el contacto del alumno con las nuevas tecnologías.

-Conciencia y expresiones culturales: con la creación de los murales, las biografías publicadas online, la elaboración de cuentos narrando la biografía de mujeres científicas o la confección de las agendas científicas se lleva a cabo una manifestación cultural de un problema social del que en muchas ocasiones no somos conscientes.

-Competencia Social y Cívica: se trabaja el respeto y la igualdad de género.

-Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: se refuerza tanto el trabajo individual como colectivo. Además, se potencia el pensamiento de que todo objetivo es posible independientemente del género (*Yes, We can do it*).

-Aprender a aprender: a los alumnos se les ha mostrado una realidad social que a veces puede pasar desapercibida. Con estas actividades se les ha dado un punto de partida de la problemática de la invisibilidad de las mujeres en la ciencia y han sido ellos mismos los que han regulado su aprendizaje con la búsqueda de información sobre mujeres científicas y su contexto histórico llegando a sus propias conclusiones sobre el origen de las figuras ocultas en los libros de textos.

Las actividades que se proponen en este Trabajo Fin de Máster resultan viables para llevarlas a cabo durante el curso escolar, ya que no requieren de una inversión económica importante (costes menores para las encuadernaciones) ni de recursos que no estén a disposición del centro (ordenadores, conexión a internet, fotocopiadora, impresoras...) Sin embargo, si que necesitan una implicación activa del docente para su organización, coordinación con otras áreas e implementación dentro de las actividades escolares, con la consiguiente demanda de un tiempo de trabajo que en muchas ocasiones no se encuentra reconocido ni recompensado. Por lo tanto, para favorecer este tipo de iniciativas se debieran incentivar los proyectos de innovación educativa que traten los contenidos académicos desde la perspectiva de la coeducación para que así tanto mujeres como hombres tengan el espacio que se merecen.

A pesar de que este tipo de actividades son un paso hacia delante con respecto a la igualdad de género en la educación, no es la solución definitiva, sino parches temporales para intentar solucionar una problemática más profunda. Sería necesario un nuevo planteamiento a la hora de configurar el currículo de ciencias para que TODA la sociedad se encuentre representada. Cuándo se habla de isotopos radiactivos y radioactividad, ¿no se podría hablar



de Marie Curie y de su hija Irene Joliot-Curie?, cuando se muestran las centrales nucleares y la fisión/fusión nuclear ¿por qué no se habla de Lise Meitner y solo se nombra a Otto Hahn? y qué decir sobre el modelo de la doble hélice de Watson y Crick, ¿quién obtuvo la primera imagen de rayos X de esta biomolécula? Es cierto que el número de científicos en el pasado supera al número de científicas como consecuencia de las limitaciones y obstáculos que estas encontraron a lo largo de la historia, pero eso no significa que no deban estar reconocidas.

A pesar de los resultados obtenidos, y del hecho de que se pueda pensar que estamos lejos de lograr la coeducación en el mundo científico, como mujer, científica y futura docente, quiero ser optimista y confiar en que cada vez la sociedad es más consciente de la desigualdad existente y cada vez hay más mujeres y hombres en el mundo científico que reclaman la neutralidad de la ciencia y el reconocimiento femenino pasado, presente y futuro.



## 8. REFERENCIAS

\* *Imagen de la portada elaborada a partir de las imágenes de las portadas de los libros: Las chicas son de ciencia (ISBN 9788490438824 ) y Las chicas son guerreras (ISBN 9788490436547) y de la imagen obtenida de la página [https://fr.freepik.com/photos-premium/fille-asiatique-mignon-sac-ecole-tenant-livres-loupe-pret-aller-sc\\_2995390.htm#index=21](https://fr.freepik.com/photos-premium/fille-asiatique-mignon-sac-ecole-tenant-livres-loupe-pret-aller-sc_2995390.htm#index=21)*

- [1] <http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/Universitaria/Alumnado/Avance/2017-2018/1GradoCiclo/CapituloIV//l0/&file=NIE301.px&type=pcaxis> (consultado 14/06/2019)
- [2] Casals, Quintí. *El acceso de las mujeres a la Universidad en España: el caso de las primeras universitarias leridanas*. CIAN-Revista de Historia de las Universidades. 20(2), 2017, 275-301.
- [3] *Gazeta de Madrid* (09.03.1910): 497-498
- [4] <https://www.usal.es/historia> (consultado 14/06/2019)
- [5] <https://www.ranf.com/la-institucion/historia.html> (consultado 14/06/2019)
- [6] [http://www.rac.es/1/1\\_1.php](http://www.rac.es/1/1_1.php) (consultado 14/06/2019)
- [7] <https://royalsociety.org/about-us/history/> (consultado 14/06/2019)
- [8] <https://www.academie-sciences.fr/fr/Histoire-de-l-Academie-des-sciences/histoire-de-l-academie-des-sciences.html> (consultado 14/06/2019)
- [9] Salas, Margarita. *Mujer y Ciencia*. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXVII nº Extra 1. 2011, 175-179.
- [10] [https://www.upct.es/seeu/\\_as/divulgacion\\_cyt\\_09/Libro\\_Historia\\_Ciencia/web/mapa-centros/Institucion%20Libre%20de%20Ensenanza.htm](https://www.upct.es/seeu/_as/divulgacion_cyt_09/Libro_Historia_Ciencia/web/mapa-centros/Institucion%20Libre%20de%20Ensenanza.htm) (consultado 14/06/2019)
- [11] <https://dle.rae.es/?id=9e42EIP> (consultado 14/06/2019)
- [12] <http://www.juntadeandalucia.es/iamindex.php/areas-tematicas/coeducacion> (consultado 14/06/2019)
- [13] Cabeza Leiva, Ana. *Importancia de la coeducación en los centros educativos*. Pedagogía Magna, 8, 2010, 39-45.
- [14] Alvarez Lires, Mari (1992). *Pero..., ¿puede haber sexismo en las ciencias experimentales?* Rvta. Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 14, 1992, 27-36.

- [15] <http://www.iesdaniel.com/> (consultado 14/06/2019)
- [16] Guía para el Trabajo Fin de Máster. Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Universidad de La Rioja. Curso 2018/2019
- [17] BOE (4 mayo 2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Página 17195
- [18] BOE-A-2013-12886. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa
- [19] Álvarez, M M y Soneira, G. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales: la coeducación como meta*. Memoria final de investigación. 1991 Madrid: CIDE.
- [20] BOE-A-2007-6115. Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.
- [21] López-Navajas, Ana. *Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada*. Revista de Educación, 363, 2014, 282-308.
- [22] Llorent-Bedmar, Vicente y Cobano-Delgado Palma, Verónica. *La mujer en los libros de texto de bachillerato en España*. Cuadernos de pesquisa 44(151), 2014, 156-175
- [23] <http://www.rae.es/consultas/los-ciudadanos-y-las-ciudadanas-los-ninos-y-las-ninas> (consultado 18/06/2019)
- [24] Ballarín Domingo, Pilar. *Historia de la coeducación*. “Guía de buenas prácticas para favorecer la igualdad entre hombres y mujeres en educación” Colección Plan de Igualdad, n.2. (Consejería de Educación. Junta de Andalucía. 2006.)
- [25] <https://losojosdehipatia.com.es/educacion/cuarenta-anos-perdidos-la-educacion-de-la-mujer-durante-el-franquismo/> (consultado 23/06/2019)
- [26] Martínez-Haya, Rebeca. *Una perspectiva histórica y epistemológica de los estudios de ciencia y género y su uso en el aula de ciencias*. An. Quím. 115(1), 2019, 26-30
- [27] Moreno Martínez, Luis y Calvo Pascual M. Araceli. *Las narrativas históricas en los libros de texto de ESO y Bachillerato. Análisis de dos mitos funcionales de la química*. An. Quím. 114(3), 2018, 172-180

- [28] Acevedo-Díaz, José y García-Carmona, Antonio. *Rosalind Franklin y la estructura molecular del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza de la ciencia*. Revista Científica. 25, 2016, 162-175.
- [29] a) <https://mujeresconciencia.com/2015/03/04/lise-meitner-la-cientifica-que-descubrio-la-fision-nuclear/> (consultado 18/06/2019); b) Castelo Torras, Javier. *Lise Meitner...y la energía del Uranio*. ISBN: 978-84-608-1572-3
- [30] <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/h/hahn.htm> (consultado 18/06/2019)
- [31] Física y Química 2ºESO. SAVIA. SM.  
González Fernández, Ángel; Corominas, Jordi; Guitart Mas, Josefa; González López de Guereñu, José. ISBN: 978-84-675-8681-7
- [32] Física y Química 3ºESO. SAVIA. SM.  
de Prada, Fernando; Cañas, Ana; Caamaño, Aureli. ISBN: 978-84-675-7637-5
- [33] Física y Química 4ºESO. SAVIA. SM.  
Cañas, Ana; Viguera, Jesús Ángel; Caamaño, Aureli; de Prada, Fernando. ISBN: 978-84-675-8698-5
- [34] Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional 4º ESO  
Romero Arance, Ignacio y Romero Rosales, Mario. ISBN: 978-01-905-0804-3
- [35] [https://elpais.com/politica/2018/07/07/actualidad/1530952055\\_654127.html](https://elpais.com/politica/2018/07/07/actualidad/1530952055_654127.html) (consultado 23/06/2019)
- [36] Mujeres de Ciencia: 50 intrépidas pioneras que cambiaron el mundo. Capitán Swing. Ignatofsky, Rachel. ISBN: 978-84-16830-80-0
- [37] a) [https://www.nationalgeographic.com.es/historia/florence-nightingale-heroina-hospitales\\_14173/1](https://www.nationalgeographic.com.es/historia/florence-nightingale-heroina-hospitales_14173/1) (consultado 23/06/2019)  
b) <https://www.youtube.com/watch?v=516oczEbQrQ> (consultado 23/06/2019)
- [38] <http://www.rtve.es/alacarta/videos/dias-de-cine/marie-curie/4045499/> (consultado 23/06/2019)
- [39] [https://www.documaniatv.com/biografias/bombshell-la-historia-de-hedy-lamarr-video\\_c426cb8a9.html](https://www.documaniatv.com/biografias/bombshell-la-historia-de-hedy-lamarr-video_c426cb8a9.html) (consultado 23/06/2019)
- [40] <https://vimeo.com/188265119> (consultado 23/06/2019)

- [41] Solís-Espallargas, C. *Inclusión del enfoque de género en la enseñanza de las ciencias mediante el estudio de biografías de mujeres científicas*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15(3), 2018, 3602
- [42] <https://www.biobiochile.cl/noticias/2014/08/24/we-can-do-it-la-historia-detras-del-iconico-cartel-de-rosie-the-riveter.shtml> (consultado 20/06/2019)
- [43] Jiménez Jiménez, José. *Biografías de científicas. Una aproximación al papel de la mujer en ciencias desde un enfoque socioconstructivista con el uso de las TIC*. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 6(2), 2009, 264-277
- [44] <https://www.elbalcondemateo.es/coleccion-miranda-biografias-de-mujeres-destacadas-de-la-historia-contadas-para-ninos/> (consultado 23/06/2019)
- [45] <http://mujeresconciencia.com/app/uploads/2019/05/Un-pequeno-libro-de-grandes-cientificas-2.pdf> (consultado 23/06/2019)
- [46] <http://www.lascientificascuentan.es/> (consultado 23/06/2019)
- [47] <https://www.unirioja.es/> (consultado 23/06/2019)
- [48] <https://www.cibir.es/es/> (consultado 23/06/2019)
- [49] <http://www.icvv.es/> (consultado 23/06/2019)
- [50] [https://elpais.com/sociedad/2019/03/22/actualidad/1553281727\\_403197.html](https://elpais.com/sociedad/2019/03/22/actualidad/1553281727_403197.html) (consultado 23/06/2019)
- [51] <https://santillana.es/mujeres-protagonistas/> (consultado 23/06/2019)
- [52] <https://www.lavanguardia.com/ciencia/ciencia-cultura/20190620/463010493839/margarita-salas-cientifica-premios-inventor-europeo-2019.html> (consultado 23/06/2019)
- [53] [www.genial.ly/es](http://www.genial.ly/es) (consultado 23/06/2019)
- [54] <https://www.estudiothilopia.com/> (consultado 23/06/2019)
- [55] <https://the-big-bang-theory.com/> (consultado 23/06/2019)
- [56] BOE-A-2015-738. Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, secundaria obligatoria y bachillerato

## **9. ANEXOS**

### **9.1 Encuesta**

#### *Aprendiendo en igualdad, creciendo diferentemente iguales*

##### **1. ¿Qué defiende el feminismo?**

- A) Que las mujeres son superiores a los hombres
- B) La igualdad de derechos y trato de mujeres y hombres
- C) Que los hombres son superiores a las mujeres

##### **2. Cuando escucho que alguien defiende el feminismo pienso...**

- A) Feminismo es lo contrario a machismo
- B) No hay que ser ni feminista ni machista
- C) Es lo correcto ya que defiende la igualdad de derechos
- D) Que va en contra de los hombres

##### **3. En nuestra casa, ayudar y responsabilizarse...**

- A) No es lo mismo, y es necesaria más ayuda por parte de los hombres para alcanzar la igualdad.
- B) Son términos equivalentes y se usan indistintamente
- C) No es lo mismo, y lo que se necesita para una convivencia justa y en igualdad es la corresponsabilidad.
- D) Es una tarea que deben realizar mayoritariamente las mujeres

##### **4. La valentía, como cualidad considerada tradicionalmente masculina...**

- A) Debe fomentarse siempre en los chicos, puesto que mostrar miedo es cosa de "nenas"
- B) No debe ser una obligación para los hombres que deben poder expresar sus miedos si los tienen.
- C) Es una obligación para los hombres

5. Relaciona cada una de estas actividades o estudios según creas que van dirigidas a hombres y/o mujeres.

Profesorado		Informática
Enfermería		Historia
Medicina	Hombres	Hostelería
Ciencias		Bellas artes
Ingeniería	Mujeres	Arquitectura
Derecho		Literatura
Periodismo		Fotografía
Danza		Política
Tareas domésticas		Teatro

6. Relaciona estos adjetivos según creas que definen a los hombres y/o mujeres. No es necesario utilizar todos.

Fuerte		Dulce
Paciente		Dominante
Valiente	Hombres	Frágil
Deportista		Alegre
Inteligente	Mujeres	Sentimental
Independiente		Audaz
Amable		Débil



7. ¿Estás de acuerdo con estas frases? Si no es así... ¿Por qué? ¿Cómo la cambiarías?



*Calladita estás más guapa*



*Él es Feminista porque ayuda en casa*



*Ese trabajo es de hombres*



*No seas nena*



*Corres como una niña/ Tiras como una niña*



*Los chicos no lloran*



*El rosa es de chicas*



*¿Vas a dejar que ese tío hable con tu novia?*



*Así que eres amo de casa*

8. ¿Conoces el nombre de 3 científicos?

- 
- 
- 

9. ¿Conoces el nombre de 3 científicas?

- 
- 
- 

