

Material Didáctico sobre la Mujer en la Historia de la Ciencia

Cristina Cruces Sánchez

Universidad de Sevilla

Trabajo Fin de Grado



Notas del autor

Facultad de Ciencias de la Educación, Grado Educación Primaria

Tutora: Ana María Criado García-Legaz

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y sociales

Sevilla, 1 Junio de 2019

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Manuel Aguilar Rodríguez por el diseño de las 12 caricaturas de las científicas.

También quiero agradecer a mi tutora Ana María Criado García-Legaz la sugerencia de realizar un material didáctico sobre científicas, primero intentándolo a partir de la excusa del callejero de la ciudad de Sevilla y en segunda instancia, en vista del resultado casi nulo, proponiendo las científicas, que desde mi gusto y criterio personal, pueden ser buenos modelos para los escolares de sexto curso de Educación Primaria.

ÍNDICE

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Objetivos	10
Marco Teórico	11
1. La alfabetización científica.....	11
2. Las clases de ciencia y su efecto en el interés de los discentes.....	12
3. El aprendizaje y la motivación de la ciencia en un aula.....	13
4. Antecedentes de recursos didácticos para trabajar sobre mujeres relacionadas con la historia de la ciencia.....	16
Metodología	18
Resultados	27
1. Callejero de Sevilla.....	27
2. Fichas técnicas de las científicas.....	28
3. Cartas de las científicas.....	34
Conclusiones y limitaciones	48
Referencias Bibliográficas	51

Resumen

Este trabajo se ha realizado pensando en la necesidad de aportar referentes femeninos para el alumnado en la historia de la ciencia, para ello se pensó utilizar algo cotidiano como el callejero de Sevilla, para buscar a las científicas que se encontraran en él. Tras realizar dicha investigación, se comprobó que tan solo una científica tenía una calle a su nombre. En vista de tan notable ausencia , teniendo en cuenta las grandes mujeres científicas que existen, se ha realizado este trabajo con el propósito de que las alumnas tengan un ejemplo femenino en el que fijarse, sobre todo porque también se ha constatado la carencia existente de la mujer científica en los libros de texto. Se ha confeccionado un material didáctico para el alumnado de sexto de primaria, tratando de acercar estos referentes femeninos, no solo a través de sus méritos, sino también a través de sus problemas, equivocaciones y retos . De esta manera se presentan como modelos a seguir a las científicas de una forma más real y cercana, donde los discentes puedan verse reflejados y conseguir que las carreras que elijan en el futuro no dependan de su género, sino de su trabajo, dedicación y esfuerzo.

Palabras clave: mujeres científicas, referentes, historia de la ciencia, alfabetización científica, material didáctico.

Abstract

This work has been done thinking about the needs of providing to students feminine references in the history of science. For this, it was thought to use daily things like the streets of Seville to search the scientific women that are found in them. After conducting this investigation, it was found that only one street was named after a scientific woman. In view of such notable absence, knowing all the great scientific women that exist, this work has been made so that the girls students can have a feminine role model to look up, mainly because it has also been noticed the lack of scientific women in textbooks. A didactic material has been made for sixth grade students, trying to bring these feminine referents closer, not only through their value, but also through their problems, mistakes and challenges. In this way they are introduced as models to follow the scientists in a more real and close way, where the students can be reflected and ensure that the careers they choose in the future do not depend on their gender, but their work, dedication and effort .

Keywords: scientific women, references, history of science, scientific literacy, didactic material.

Introducción

Con el objetivo de dar a conocer al alumnado a mujeres científicas se pensó utilizar algo cercano o cotidiano como son los nombre de las calles de Sevilla. Pero se comprobó, tras realizar la investigación en el callejero, que tan solo una mujer científica figura en él, Marie Curie (Servicio de Estadísticas del Ayuntamiento de Sevilla, 2015). Esto lleva a la conclusión de que la mujer en la historia de la ciencia no tiene el reconocimiento que se merece. Si los niños y niñas son el futuro de la humanidad, tendrían que tener modelos femeninos de científicas para que los animen a seguir en el estudio de las ciencias.

Por esta razón se presentará en este trabajo una lista de mujeres que deberían tener un reconocimiento en general y una calle a su nombre en particular. Se realizarán unas fichas para el uso de los discentes de sexto de primaria sobre científicas que con su trabajo han contribuido de forma especial a las ciencias, y que piensen en ellas, no como algo inalcanzable para el alumnado, sino que las vean de una forma cercana, como modelos a seguir, sobre todo por las niñas, que cuentan con tan pocos referentes en los que fijarse.

Normalmente, las exposiciones para los discentes están centradas en científicos, científicos masculinos, pues parece que solo existe como científica Marie Curie. Esto puede hacer que las alumnas piensen que el estudio de las ciencias es solo para hombres. Y así ha sido a lo largo de la historia. La presencia de mujeres científicas en los libros de texto es casi testimonial. La imagen que se presenta en ellos es prácticamente masculina. En una investigación de Manassero y Vázquez (2003) sobre los libros de texto españoles, los científicos más citados frecuentemente son veinte, en comparación con las mujeres que solo son tres, entre ellas Marie Curie. Entre los científicos que solo aparecen una vez, el panorama es todavía más desolador, ya que de 200 nombres, solo 5 corresponden a mujeres y ninguna de estas mujeres está relacionada con el trabajo científico en sí.

En otro estudio que se realizó para determinar la presencia de la mujer en los libros de texto de la ESO (12-16 años), se cogieron 115 manuales de 3 editoriales de todos los cursos y asignaturas de la ESO, y los resultados mostraron que había un total de 4709 personajes masculinos y tan solo 690 personajes femeninos. Estos hombres aparecían citados en los libros de texto un total de 15528 veces mientras que los personajes femeninos aparecían citados 1261. En el primer caso la presencia de la mujer es del 12,8%, mientras que en el segundo caso es del 7,5%. Por ejemplo, en los libros de asignaturas de ciencias aparecen 506 personajes masculinos frente a 55 personajes femeninos; en los libros de matemáticas aparecen 156 personajes masculinos y 19 personajes femeninos; y en los libros de tecnología aparecen 211 personajes masculinos y tan solo 2 personajes femeninos. Además la presencia de los personajes femeninos va disminuyendo a medida que se avanza en los cursos, el porcentaje es inferior en cuarto que en primero. Por lo tanto se observa lo poco relevante que resulta la mujer en los libros de texto, provocando con ello un gran vacío de referentes femeninos para las nuevas alumnas

(López Navajas, 2014).

Y no porque no existan, ya que desde el antiguo Egipto tenemos referentes de mujeres que han realizado su labor en las ciencias. Aunque en la historia y en los libros de texto las hayan olvidado, la realidad es que han existido muchas mujeres que con su trabajo han realizado aportaciones a la humanidad a lo largo de toda la historia (Guil Bozal, 2008).

En un estudio realizado por Fernández Novell (2008) de la Universidad de Barcelona, en escuelas de primaria y secundaria en cinco ciudades diferentes de la provincia de Barcelona, se pidió a los discentes que dibujaran qué es la ciencia. En las escuelas de primaria 3 de cada 4 niños dibujaron hombres científicos y 3 de cada 4 niñas dibujaron mujeres científicas. Entre el alumnado de secundaria el porcentaje de alumnos que dibujaron hombres

científicos subió del 75% al 95%, mientras que las alumnas que dibujaron mujeres científicas descendió del 75% al 22%.

Según el estudio de Fernández Novell (2008) “esto se debe a que en primaria, los alumnos y alumnas se proyectan a sí mismos en sus dibujos, mientras que en la escuela secundaria reflejan estereotipos sociales” (citado en Martín Martín, 2012, p.43).

Como resultado cuando tengan que elegir carrera, es razonable pensar que las niñas se dirigirán a las ramas de humanidades y los niños en su mayoría terminarán en carreras científicas, técnicas o industriales (Martín Martín, 2012).

El que existan tan pocos referentes femeninos hace que las alumnas consideren que llegar a esos logros sea solo para mujeres con un gran ingenio, y no algo que pueda estar al alcance de toda aquella mujer que tenga ansias de saber y estudiar. De ahí la importancia de suministrar materiales didácticos que puedan corregir esta deficiencia de personajes femeninos, y aportar con ello un mayor conocimiento del papel de la mujer en las ciencias, tanto en el pasado como en el presente.

En un informe realizado y expuesto en el “Libro Blanco, situación de las mujeres en la ciencia española”, se dice:

A pesar de que hoy en día las mujeres son mayoría entre el alumnado universitario y terminan sus estudios con expedientes académicos mejores en promedio que los de sus compañeros, ciertas ramas del saber se resisten aún a la participación femenina. Es el caso de las ingenierías y algunas ciencias experimentales donde la presencia de mujeres es inferior al 30%. No es menos sangrante por conocido el hecho de que en áreas como la Pediatría o la Ginecología y Obstetricia siga sin haber una sola catedrática. (Sánchez de Madariaga, De la Rica Goiricelaya y Dolado Lobregad, 2011, p.1)

Según otro estudio realizado, en España el 54,3% de las personas que comienzan la universidad son mujeres, sin embargo llegan a catedráticas tan solo el 14,1% y esta tendencia se da prácticamente en todos los países del mundo (Guil Bozal, 2008).

Por lo tanto se puede observar como a pesar de ser la mujer mayoría al comienzo como estudiantes, van siendo relegadas conforme van avanzando en el mundo académico hasta llegar a tener una mínima representación en las cátedras, sobre todo en las llamadas STEM por sus acrónimos en inglés (science [ciencia], technology [tecnología], engineering [ingeniería] y mathematics [matemática]).

Se puede ver como la mujer no consigue romper el “techo de cristal”, término que se utiliza desde los años ochenta del siglo veinte para designar las barreras invisibles que hacen difícil que la mujer alcance grandes puestos de responsabilidad y poder en el mundo laboral (Guil Bozal, 2008).

Esta exclusión de la mujer viene derivada de la historia, en las que desde el comienzo, la mujer ha sido excluida de las universidades, no hay nada más que ver el decreto de 1377 de la Universidad de Bolonia incluido en sus estatutos:

Y puesto que la mujer es la razón primera del pecado, el arma del demonio, la causa de la expulsión del hombre del paraíso y de la destrucción de la antigua ley, y puesto que, en consecuencia, es preciso evitar cuidadosamente todo comercio con ella, nosotros defendemos y prohibimos expresamente que alguien se permita introducir alguna mujer, sea cual fuere ésta, incluso la más honrada en la dicha universidad. (citado en Guil Bozal, 2008, p.217)

El 1377 puede parecer muy lejos, pero la prohibición de que la mujer entrara en las universidades se mantuvo hasta mediados del siglo XIX y principios del XX, por ejemplo, en España, Concepción Arenal se disfrazó de hombre para poder asistir a las clases y cuando fue

descubierta le negaron su título. Como su ejemplo fue seguido por muchas, se terminó por prohibir formalmente la matriculación de las mujeres. Y esta prohibición se mantuvo hasta 1910, año en que se autorizó a la mujer para poder matricularse (Guil Bozal, 2008).

Guil Bozal (2008) termina diciendo en su artículo que “el historial de tradiciones discriminatorias tienen sus consecuencias y se mantiene solapadamente tanto en la docencia y en la gestión universitaria, como sobre todo en la investigación que proporciona mayor prestigio, poder y financiación” (p.218).

Hoy en día la mujer tiene libre acceso a la universidad, se ha conseguido romper esa barrera, pero como se ha observado en los estudios, cuanto más importante sea el puesto menos mujeres hay en él. Aún quedan muchas barreras que romper.

Por lo tanto es importante que la mujer científica tenga visibilidad, y esto ha de comenzar desde el inicio de la educación infantil y primaria, para que las niñas tengan referentes en los que mirarse.

La labor educativa tiene que estar dirigida desde el inicio a tratar con igualdad tanto a niños como a niñas, y de demostrarles que los logros que puedan alcanzarse, no dependen del género que se tenga sino del esfuerzo y el trabajo constante.

Objetivos

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Dar a conocer a mujeres científicas a través de algo cotidiano para el alumnado como son los nombres de las calles de Sevilla.
- Visibilizar a la mujer científica en el aula.
- Diseñar un material didáctico sobre mujeres relacionadas con la historia de la ciencia.
- Presentar referentes femeninos en el mundo de las ciencias a los discentes de sexto de E. Primaria (10-11 años).

Marco Teórico

1. La alfabetización científica.

La alfabetización científica es un concepto que se acuñó por primera vez en 1957, aunque el concepto de alfabetización ha ido cambiando a lo largo de los años. El informe de 2015 de PISA, lo define como la “capacidad de involucrarse en cuestiones y problemas relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano con capacidad de reflexión en estas cuestiones”(citado en Gómez Díaz et. al., 2018, p. 20).

Pero esto no define completamente el modelo de alfabetización científica que necesitamos hoy en día para las escuelas. Para entenderlo cabalmente se puede asemejar a la alfabetización literal de la lectoescritura. Este concepto en un principio era básicamente enseñar a leer y escribir y que toda persona pudiera entender cualquier escrito en su lengua materna y ser capaces de poner por escrito sus pensamientos de forma entendible (Gómez Díaz et. al.,2018).

Pero ahora llegamos a la definición de alfabetización de Bartolomé Cossío, pedagogo español: “cuando todos los ciudadanos no solo sepan leer, que no es suficiente, sino que tengan el deseo de leer, disfrutar y divertirse, sí, divertirse leyendo, habremos logrado nuestro propósito” (citado en Gómez Díaz et. al., 2018, p. 21).

El principal cambio de esta definición con lo que se pensaba anteriormente es el disfrute de la lectura y la escritura, no basta solo con leer o escribir, sino disfrutar leyendo o escribiendo. De la misma manera la alfabetización científica hoy en día pretende que los estudiantes no solo aprendan conceptos y definiciones, sino que disfruten con los experimentos y con los descubrimientos que hagan, e incluso deseando leer temas científicos. Por lo tanto el docente en la actualidad, si quiere que su alumnado se motive e interese por el método científico, no solo debe enseñar ciencias, sino conseguir que disfruten y se diviertan aprendiendo. Por ejemplo, en vez de enseñar a través de las imágenes de un libro como se produce la lava de un volcán, pues construir uno y poder ver la erupción de un volcán (Gómez Díaz et. al.,2018).

En definitiva vemos que es tan importante la alfabetización lingüística como la alfabetización científica. Todos los profesores, al igual que tienen un conocimiento básico del lenguaje, deberían tener unos conocimientos científicos básicos, aunque no sean profesores de ciencias. Normalmente para determinar el grado de alfabetización científica se evalúa al discente por la cantidad de conocimiento científico que tiene, sin embargo el progreso no debería depender solo de la cantidad de conocimiento, sino de cómo se utiliza ese conocimiento en la vida diaria (Cañal de León, 2004).

2. Las clases de ciencia y su efecto en el interés de los discentes.

En un estudio realizado entre el alumnado de sexto de primaria a cuarto de la ESO, se preguntó a los discentes qué opinaban de sus clases de ciencias, y ellos apuntaron que las clases de ciencias no aumentaban su interés o curiosidad hacia estas. En esta investigación se aprecia ya en sexto de primaria esta falta de vocación por querer ser científico/a o tener un trabajo relacionado con la tecnología (Marbá y Márquez, 2010).

Por eso, la enseñanza de las ciencias no debe basarse solo en dar las respuestas al alumnado, no es suficiente con que los discentes memoricen fórmulas, ecuaciones o leyes, pues esto solo les llena la cabeza con un conocimiento que después no les es útil. El docente de ciencias naturales no solo tiene que transmitir la información, sino que tiene que enseñar a utilizarla, tiene que aportar los medios para que el alumnado haga sus propios experimentos y lleguen a sus propias reflexiones y conclusiones.

En otro estudio que se realizó en la ciudad de Nueva York se escogieron 402 alumnos y alumnas de entre 14 y 16 años. Se dividieron en tres grupos: en uno se utilizó para enseñar ciencia el libro de texto únicamente, en otro grupo se vio la vida y experiencias personales de científicos/as, y el tercer grupo trabajo sobre los problemas a los que se enfrentaron estos científicos/as en su labor, teniendo en cuenta sus fracasos. Los resultados de esta

investigación muestran que los estudiantes de los dos últimos grupos mejoraron sus resultados y calificaciones en ciencia, y curiosamente los que más progresaron eran los que peor iban. Por el contrario los alumnos del primer grupo, que habían tenido solo el libro de texto, empeoraron en vez de progresar (Lin-Siegler, Ahn, Chen, Fang, & Luna-Lucero, 2016).

Esto fue posible porque los jóvenes se identificaron con los problemas y los retos de los científicos/as, los vieron como personas reales y no como figuras inalcanzables con un talento excepcional imposible de igualar. Conocieron no sólo su labor científica, sino su vida desde jóvenes, y de esta forma pudieron verse iguales a ellos, porque comprobaron que estos grandes científicos/as no llevaron una vida tan diferente a la de ellos/as. Así que de esta manera se les demuestra a los discentes que con el talento no se nace, ya que muchos grandes científicos/as tuvieron que superar muchos obstáculos para conseguir sus logros, y por lo tanto se les demuestra que el talento debe ser visto como una destreza que se obtiene con esfuerzo, entrega e interés (Ribera Molina, 2016).

3. El aprendizaje y la motivación de la ciencia en un aula.

Desde que nacen, los niños y niñas tienen una curiosidad innata, que al crecer se plasma en infinidad de preguntas y en el deseo de conocer los porqués de todas las cosas. Incentivar esta curiosidad, para que aprendan a buscar las respuestas por si mismos, es el fin del estudio de las ciencias. Conseguir que estos niños y niñas, lleguen a ser los investigadores del futuro (García Pedrero, 2014).

Según un estudio publicado por investigadores de la universidad de California los niños/as son pequeños científicos/as, porque formulan preguntas, llegan a conclusiones, hacen sus propios descubrimientos, y aprenden a partir de la observación. Este estudio viene a decir que la forma de pensar que se emplea en la ciencia y la forma de pensar de los niños/as es similar (Gopnik, 2012).

Tonucci (1995) dice “que los niños desde pequeños van construyendo teorías explicativas de la realidad de un modo similar al que utilizan los científicos. Entendemos que hacer ciencia no es conocer la verdad sino intentar conocerla” (p.85). Esto quiere decir que hay que aumentar en los discentes el deseo de hacer sus investigaciones y llegar a sus propias conclusiones.

La ciencia puede presentarse en un aula de diversas formas. Algunos docentes presentan la ciencia con conceptos muy simples, esto conlleva eliminar o anular el interés de los discentes sobre temas científicos. De esta manera el alumnado prefiere hacer sus descubrimientos fuera del aula sobre cosas que les llamen la atención. Otros docentes presentan la ciencia a través de conceptos complejos pero de una manera simple. Algunos profesores piensan que si no explican los conceptos complejos como la fotosíntesis clorofílica de una forma sencilla los discentes no lo entenderán, y como lo que terminan aprendiendo no se corresponde realmente con lo que es el concepto, este conocimiento se queda estancado en el ámbito de la escuela, pero no le sirve después fuera de ella. Por ejemplo en una clase de infantil, la maestra pidió que los niños/as dibujaran el sistema circulatorio en una cartulina donde habían dibujado su propia silueta; un niño rellenó la silueta toda de rojo, posteriormente, la maestra, para enseñar cuál era la realidad, sacó una lámina donde estaba todo el sistema circulatorio dibujado. Esto, didácticamente adolece del error de ignorar la experiencia personal del niño que parte de la idea que si se pincha en cualquier parte del cuerpo le saldrá sangre. Sacando la lámina se da a entender que ese modelo es la realidad, que el cuerpo humano es así como aparece en el dibujo, cuando en realidad no lo es, porque si de verdad estuvieran puestos todos los capilares y terminaciones sanguíneas entonces toda la lámina estaría roja. Por eso es muy importante no anular la iniciativa del discente, sino aprovechar su conocimiento y curiosidad para que aprendan. A veces el alumnado viene con preguntas o curiosidades, ese es el momento para aprovechar y no anticiparse a dar las

respuestas a sus preguntas, sino darles los medios para que sean ellos los que indaguen, investiguen y lleguen a encontrar la solución, esto es sobre todo importante en los temas de ciencias (Tonucci, 1995).

Según Tonucci (1995):

Si tenemos en cuenta la riqueza de los niños, con sus teorías, sus interpretaciones propias del mundo, entonces el conocimiento del niño debe ser ubicado en el punto de partida del proceso. Por lo tanto, debemos “defender” las teorías de los niños entendiendo que no son erradas, sino parciales o distintas. Debemos ayudarlos a que puedan expresarlas, ponerlas en palabras y en primera instancia demostrarles que en cada idea que un niño elabore se esconde una idea científica. (p.106)

Si el docente no actúa de esta manera, si se limita solo a dar conceptos a los que los niños y niñas no les sacarán ninguna utilidad, si no fomentan su curiosidad, si no pueden encauzar su interés, ¿cuántas posibles científicas y cuántos posibles científicos se habrán perdido?.

El docente tiene que utilizar todos los medios a su alcance para conseguir este objetivo. Muchas veces lo único que hay que utilizar para despertar el interés de los discentes son preguntas eficaces que los dirijan en la dirección correcta. Para esto se puede utilizar el aprendizaje por indagación. Este modelo consigue que el discente participe en la investigación, partiendo de su propio conocimiento cotidiano. Participan activamente en los experimentos, en los que no simplemente se les dice los ingredientes que tienen que utilizar, sino que se busca que reflexionen por sí mismos y se hagan preguntas. Desarrollando las explicaciones según los resultados derivados de su propia investigación. De esta forma el trabajo en equipo se enriquece. (Furman, 2008).

4. Antecedentes de recursos didácticos para trabajar sobre mujeres relacionadas con la historia de la ciencia.

Despertar el interés en los discentes a través de juegos o proyectos que dan a conocer el mundo de las ciencias y las científicas es muy importante. En las siguientes líneas se verán diferentes recursos que los docentes pueden utilizar en el aula.

En Sevilla se ha gestado una obra de teatro dirigida a escolares entre 8 y 14 años llamada “Científicas: pasado, presente y futuro”. Es una idea de Francisco Vega Narváez y está interpretada por cinco investigadoras y profesoras de la Universidad de Sevilla: Isabel Fernández Delgado, Clara Grima Ruiz, M^a José Jiménez Rodríguez, Adela Muñoz Páez y M^a Carmen Romero Ternero. Estas investigadoras representan a cinco científicas del pasado, son respectivamente las siguientes: Hipatia de Alejandría, Rosalind Franklin, Hedy Lamarr, Marie Curie y Ada Lovelace. Con esta propuesta se intenta visibilizar el papel de la mujer científica, incentivar al alumnado para que forme parte del maravilloso mundo de la ciencia y remarcar la importancia de esta (Vega Narváez, Fernández Delgado, Grima Ruiz, Muñoz Páez y Romero Ternero, 2019).

La profesora Muñoz (s.f.) mantiene la web “cartas a Hypatia” sobre breves pinceladas de científicas, además de ser la autora de diferentes obras escritas (Muñoz Páez, 2012, 2017).

Existe un juego de cartas llamado mujeres de ciencia. Consta de una baraja con 52 cartas dibujadas por el artista Francis Collie. Esta idea de Anouk Charles y Benoit Fries, presenta a 44 científicas de disciplinas variadas. Gracias a este juego se puede aprender las aportaciones de estas científicas, algunas de ellas poco conocidas (citado en Macho Stadler, 2015).

Un proyecto para el alumnado de primaria que también cumple este propósito es el realizado por Esther Diánez Muñoz y José Manuel Escobero (2015) en el colegio CEIP Atalaya (Granada, España). El proyecto se llama “Un espejo en que mirarte”. Consiguieron que 68 científicas de 12 países enviaran cartas motivadoras a los alumnos para abrirles el

interés por el mundo científico. Este proyecto se convirtió en un libro que incluye las 68 cartas. Recibió el primer premio en la VIII edición de los premios Rosa Regás (Sevilla) a materiales curriculares que destacan por su valor coeducativo. Estas cartas han impulsado una infinidad de temáticas y de proyectos, entre ellos la restauración ecológica de un estanque, también sobre la mejora de la biodiversidad, etc. Este proyecto ha conseguido que los discentes sientan motivación hacia los campos de la ciencia, tecnología e investigación.

Otro proyecto llamado “Mi científica favorita”, ha sido elaborado por alumnado y profesorado de 5º y 6º de primaria, con la colaboración de investigadores y divulgadores. En él se presentan la vida y obra de mujeres que han contribuido a las ciencias, con el objetivo de que sean referentes y animar por igual tanto a niños como a niñas a dedicarse a la labor científica. Este proyecto culmina con la publicación de un libro que recoge los resultados de un concurso en el que participaron centros escolares de toda España. De este libro se han publicado dos ediciones (Instituto de Ciencias Matemáticas, 2017).

Existe un proyecto de la fundación Séneca (s.f.) llamado “Descubriendo Científicas”. Es un recurso digital que al entrar en su página web se encuentra la imagen de 38 científicas e inventoras de todo el mundo cuyo trabajo ha sido esencial, algunas conocidas por el público en general, pero otras no tanto. Este recurso permite ir seleccionando, a través de los dibujos que representan a estas científicas, la imagen que se quieras y al entrar, se encuentra la reseña de su trabajo y sus obras más importantes. También permite acceder a su biografía.

También existen libros en los que se da visibilidad a las mujeres científicas para que el alumnado pueda llegar a conocerlas, es el caso del libro “Las chicas son de ciencias” de Irene Cívico y Sergio Parra (2018). En él se reflejan los logros y la vida de 25 científicas que con sus aportaciones han ayudado a tener un mundo mejor, utilizando un lenguaje que el alumnado pueda entender. Algo de suma importancia en el libro es su apartado donde dice por qué son importantes estas mujeres y por qué copiarlas.

Otro libro que puede ser un referente es “My name is not Isabella” [Mi nombre no es Isabella] de Jennifer Fosberry (2008), en él se muestran, a través de imágenes ilustradas por Mike Litwin, a grandes mujeres de la historia. Este libro está dirigido a un alumnado de infantil.

Existe también “Woman in science” escrito e ilustrado por Rachel Ignatofsky (2016), que es un álbum sobre 50 mujeres que a través de la historia hasta nuestros días han desempeñado un papel importante en las llamadas STEM.

Tras todo esto se puede comprobar cómo existen recursos didácticos para trabajar la visibilidad de la mujer científica en el aula, a pesar de que aún hoy estos recursos no están implementados en la mayoría de ellas. Por lo tanto el camino para reconocer a la mujer científica de igual manera que a el hombre científico dentro de un aula, es largo todavía.

Metodología

El presente trabajo se ha realizado en las siguientes fases:

1. Búsqueda en el callejero sevillano.
2. Selección de científicas sobre las que elaborar el material didáctico.
3. Confección de tabla caracterizando las científicas elegidas por año de nacimiento, país de origen y especialidad.
4. Selección de detalles distintivos (a criterio personal) utilizados para la selección de científicas.
5. Confección de fichas didácticas y creación de unas hipotéticas cartas de correspondencia de las científicas al alumnado.

El callejero de Sevilla cuenta con 4457 calles(avenidas, glorietas,...) de las cuales 46 están dedicadas a científicos e inventores. La mayoría de estas calles están en la Isla de la Cartuja, las restantes están repartidas por Sevilla. Centrándonos en la investigación sólo hay una calle dedicada a una científica, Marie Curie.

El trabajo de investigación se ha realizado, utilizando el callejero de Sevilla. De una manera exhaustiva se ha mirado calle por calle y comprobando la biografía de todos los nombres registrados, hasta descubrir a todos los científicos e inventores que había en las 4457 referencias.

Al encontrar en el callejero tan solo a una científica, se ha optado por ampliar el trabajo a 11 mujeres científicas más, que merecerían tener una calle en Sevilla y no la tienen. En total se han elegido 12 científicas.

Para realizar la selección, los criterios han sido los siguientes: se ha tenido en cuenta que sean de distintas nacionalidades, de distintas épocas y de diferentes ramas científicas. Para elegir las dentro de estos criterios de selección, se han tenido en cuenta las preferencias personales, valorando algún detalle distintivo que nos haya llamado la atención.

La selección ha quedado reflejada en la Tabla 1, que figura a continuación.

Tabla 1

Científicas, su especialidad y datos biográficos.

Nombre	Fecha de nacimiento	País	Especialidad
Marie Curie	1867	Polonia	Física y química
Hedy Lamarr	1913	Austria	Inventora y actriz
Caroline Herschel	1750	Alemania	Astrónoma
Virginia Apgar	1909	EE.UU.	Médica
Elena García Armada	1971	España	Ingeniera industrial
Stephanie Kwolek	1923	EE.UU.	Química
Ada Lovelace	1815	Reino Unido	Matemática
Marie Tharp	1920	EE.UU.	Geóloga
Gabriela Morreale	1930	Italia	Química

Gertrude Elion	1918	EE.UU.	Bioquímica y farmacóloga
Katherine Johnson	1918	EE.UU.	Matemática
Margarita Salas	1938	España	Bioquímica

Nota: Doce científicas que han sido elegidas según unos criterios de selección. Elaboración propia.

Se puede observar que en la selección figuran cinco estadounidense, dos españolas, y una de cada uno de los siguientes países: Polonia, Italia, Austria, Reino Unido y Alemania.

Según el año de nacimiento, una de ellas es del siglo XVIII, dos del siglo XIX y nueve nacieron en el siglo XX, de las cuales tres continúan vivas en el siglo XXI (dos de ellas aún en activo).

Por sus ramas científicas figuran tres químicas (una de ellas es física también), dos matemáticas, dos bioquímicas (una de ellas farmacóloga), una inventora y de las siguientes ramas una: astronomía, ingeniería industrial, medicina y geología.

También se ha tenido en cuenta preferencias personales que se pueden ver reflejadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Detalles distintivos de las científicas que han servido como criterio de selección personal.

Nombre	Detalle distintivo
Marie Curie	Por ser la primera mujer en recibir un Premio Nobel y la primera persona en recibir dos
Hedy Lamarr	Ser una actriz reconocida y famosa, y por compaginar este trabajo con su labor científica
Caroline Herschel	Por ser la primera mujer en recibir un salario como astrónoma
Virginia Apgar	El beneficio que causó a muchas personas con la creación del test de Apgar
Elena García Armada	Su campo (ingeniería robótica) se puede considerar el comienzo de una nueva era y las posibilidades son inmensas
Stephanie Kwolek	Su invento (el Kevlar) es algo que se encuentra en múltiples materiales de uso cotidiano
Ada Lovelace	Debido a su intensa y corta vida

Marie Tharp	Lo atractivo de su trabajo, que es cartografiar el fondo marino
Gabriela Morreale	Gracias a ella una persona muy cercana a podido llevar una vida normal y completa.
Gertrude Elion	Su labor en la búsqueda de la cura de enfermedades
Katherine Johnson	Haber trabajado en la NASA y ayudar en la trayectoria del Apolo 11
Margarita Salas	Debido a su relevancia como científica española

Nota: Motivo personal por el que han sido elegidas estas doce científicas. Elaboración propia.

Tras esta selección se configura el material didáctico que constará de 12 fichas, donde por una cara figura una ficha técnica, que consta de los siguientes datos: fecha y lugar, especialidad, logros y aportaciones, repercusión actual, cualidades, dato curioso y reconocimiento. Por el otro lado figura la imagen de las científicas en forma de caricatura, realizadas por Manuel Aguilar Rodríguez. Las fichas tienen un formato de 10,9cm de alto por 7cm de ancho. A parte irán 12 cartas de correspondencia como si estuviesen escritas por estas científicas y dirigidas a los discentes de sexto de primaria, donde se resalta la labor científica, a la vez que reflejan su vida personal y profesional, teniendo en cuenta las dificultades por las que hayan pasado, a la vez que dan consejos para el alumnado.

Con este material didáctico se ha propuesto un juego que consistirá en emparejar las cartas, que irán sin el nombre de la científica, con su ficha técnica.

Esta es una propuesta para utilizar el material didáctico, pero puede tener otras aplicaciones, como pueden ser la realización de algún proyecto o investigación, etc.

Para la búsqueda de información, tanto para la ficha como para las cartas, se han utilizado distintos buscadores para localizar revistas, libros, tesis, etc., como por ejemplo el google académico, Dialnet, ISI Web of Science (artículos científicos) y catálogo Fama. En la Tabla 3 se puede observar el resultado de la búsqueda realizada. En la segunda columna se puede observar las palabras claves que se han utilizado para la búsqueda.

Tabla 3

Resultado y referencias de la búsqueda

Nombre	Resultados de la búsqueda	Referencias bibliográficas elegidas
Marie Curie	Marie Curie (804.000 resultados). Marie Curie vida (14.400 resultados). Marie Curie biografía (2.940 resultados). Marie Curie mujer de ciencia (3.570 resultados).	Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i> . Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita . Fundación Séneca (sin fecha). <i>Descubriendo científicas</i> . Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/ . García,D. Y García, C. (2006). Marie Curie, una gran científica, una gran mujer. <i>Revista Chilena de Radiología</i> , vol 12(3), 139-145. doi: 10.4067/S0717-93082006000300008
Hedy Lamarr	Hedy Lamarr (3.700 resultados). Hedy Lamarr vida (394 resultados). Hedy Lamarr biografía (1.490 resultados). Hedy Lamarr mujer de ciencia (165 resultados).	Ignotofsky, R.(2016). <i>Woman in science</i> . Random house Usa inc. Comellas Padró, F. y Ozón Górriz, J. (2000). Hedy Lamarr, de Hollywood a la telefonía móvil. <i>Buran</i> , vol. 15, 60-62. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9949/Article011.pdf?sequence=1&isAllowed=y Morrón,L. (4 de Marzo de 2015). <i>Hedy Lamarr, la inventora</i> . Recuperado el 10 de Abril de 2019, de https://losmundosdebrana.com/2015/03/04/hedy-lamarr-la-inventora/
Caroline Herschel	Caroline Herschel (26.600 resultados). Caroline Herschel vida (3.230 resultados). Caroline Herschel biografía (2.550 resultados).	Cívico, I. y Parra, S. (2018). <i>Las chicas son de ciencias</i> . Barcelona: Montena. Deogracias Horrillo, M. (8 de Febrero de 2017). Tras la estela de Caroline Lucretia Herschel. <i>Mujeres con ciencia</i> . Recuperado el 5

	Caroline Herschel mujer de ciencia (2.310 resultados).	de Abril de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2017/02/08/tras-la-estela-caroline-lucretia-herschel/
		Olson J.M, Pasachoff J. M. (2012). The comets of Caroline Herschel (1750–1848), sleuth of the skies at slough. <i>Cult. Cosmos</i> , vol 16 (1). Recuperado de https://arxiv.org/pdf/1212.0809.pdf
Virginia Apgar	Virginia Apgar (22.900 resultados). Virginia Apgar vida (12.100 resultados). Virginia Apgar biografía (192 resultados). Virginia Apgar mujer de ciencia (5.330 resultados).	Fundación Séneca (sin fecha). <i>Descubriendo científicas</i> . Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/ . Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i> . Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita . Ferrer Valero (2012). <i>El ángel de los neonatos, Virginia Apgar (1909-1974)</i> . Recuperado el 20 de Abril de 2019, de https://www.mujeresenlahistoria.com/2015/07/el-angel-de-los-neonatos-virginia-apgar.html
Elena García Armada	Elena García Armada (15.800 resultados). Elena García Armada vida (14.600 resultados). Elena García Armada biografía (4.760 resultados). Elena García Armada mujer de ciencia (9.450 resultados).	Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i> . Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita Macho Stadler, M. (10 de Diciembre de 2016). <i>De mayor quiero ser... ingeniera robótica</i> . Mujeres con ciencia. Recuperado el 18 de Marzo de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2016/12/10/mayor-quiero-ingeniera-robotica/ <i>Elena García Armada</i> . Granados.A. (Director).(2016). [Video]. YouTube.

Stephanie Kwolek	<p>Stephanie Kwolek (982 resultados).</p> <p>Stephanie Kwolek vida (82 resultados).</p> <p>Stephanie Kwolek biografía (262 resultados).</p> <p>Stephanie Kwolek mujer de ciencia (33 resultados).</p>	<p>E. Reashad Bin Kabir and E. Nasrin Ferdous. (2013). Kevlar-The Super Tough Fiber, <i>Int. J. Text. Sci.</i>, vol. 1(6), pp. 78–83. doi: 10.5923/j.textile.20120106.04</p> <p>Fundación Séneca (sin fecha). <i>Descubriendo científicas</i> . Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/</p> <p>López, A. (7 de Marzo de 2017). <i>Stephanie Kwolek, la química que ha salvado miles de vida</i>. Mujeres con ciencia. Recuperado el 2 de Abril de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2017/03/07/stephanie-kwolek-la-quimica-ha-salvado-miles-vidas/</p>
Ada Lovelace	<p>Ada Lovelace (11.100 resultados).</p> <p>Ada Lovelace vida (1.140 resultados).</p> <p>Ada Lovelace biografía (250 resultados).</p> <p>Ada Lovelace mujer de ciencia (408 resultados).</p>	<p>Solaech Galera, M.C. (1994). Lady Ada Byron y el primer programa para computadoras. <i>Divulgaciones Matemáticas</i>, vol 2(1), 75-81. Recuperado de https://www.emis.de/journals/DM/v2/art5.pdf</p> <p>Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i>. Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita</p> <p>Andino,L. (2009). <i>Vida de Ada Byron</i>. Madrid: Eila Editores.</p>
Marie Tharp	<p>Marie Tharp (5.650 resultados).</p> <p>Marie Tharp vida (241 resultados).</p> <p>Marie Tharp biografía (22 resultados).</p> <p>Marie Tharp mujer de ciencia (25 resultados).</p>	<p>Razkin, U. (29 de Junio de 2016). <i>Marie Tharp, la geóloga que dio luz y color al fondo oceánico</i>. Mujeres con ciencia. Recuperado el 2 de Marzo de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2016/06/29/marie-tharp-la-geologa-dio-luz-color-al-fondo-oceanico/</p>

		Castillo, I. (2014). <i>Marie Tharp, la increíble obra de una mujer discriminada</i> . Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de https://ireneu.blogspot.com/2014/12/marie-tharp-la-increible-obra-de-una.html
Gabriela Morreale	Gabriela Morreale (559 resultados). Gabriela Morreale vida (172 resultados). Gabriela Morreale biografía 836 resultados). Gabriela Morreale mujer de ciencia (65 resultados).	Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i> . Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita Ares Segura, S. (2017). Su vida merece un homenaje. Gabriela Morreale De Castro. In <i>Memoriam. Rev. Esp. Endocrinología Pediátrica</i> , vol 8(3), 4-5. doi: 10.3266/RevEspEndocrinolPediatr.pre2018.Jan. 450 Pérez benavente, R. (11 de Enero de 2018). <i>Gabriela Morreale, o cómo usar lo que descubres para mejorar la vida de la gente</i> . Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2018/01/11/gabriela-morreale-o-como-usar-lo-que-descubres-para-mejorar-la-vida-de-la-gente/
Gertrude Elion	Gertrude Elion (3.120 resultados). Gertrude Elion vida (205 resultados). Gertrude Elion biografía (603 resultados). Gertrude Elion mujer de ciencia (128 resultados).	Avery, M.E. (2008). Gertrude Belle Elion. 23 January 1918-21 February 1999. <i>Biogr. Mem. Fell.R.Soc.</i> , vol 54, 161-168. doi: https://doi.org/10.1098/rsbm.2007.0051 García García, L. (15 de Septiembre de 2014). <i>Gertrude Belle Elion, Premio Nobel en Medicina</i> . Recuperado el 20 de Abril de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2014/09/15/gertrude-belle-elion-premio-nobel-en-medicina/ Fundación Séneca (sin fecha). <i>Descubriendo científicas</i> . Recuperado el 10 de Mayo de

		2019, de http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/ .
Katherine Johnson	<p>Katherine Johnson (935.000 resultados).</p> <p>Katherine Johnson vida (20.200 resultados).</p> <p>Katherine Johnson biografía (5.600 resultados).</p> <p>Katherine Johnson mujer de ciencia (6.590 resultados).</p>	<p>Ignotofsky, R.(2016). <i>Woman in science</i>. Random house Usa inc.</p> <p>Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i>. Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita</p> <p>López, A (2016). <i>Katherine Johnson: "La calculadora humana"</i>. Recuperado el 10 de Abril de 2019, de https://mujeresconciencia.com/2016/12/12/katherine-johnson-la-calculadora-humana/</p>
Margarita Salas	<p>Margarita Salas (40.000 resultados).</p> <p>Margarita Salas vida (30.400 resultados).</p> <p>Margarita Salas biografía (9.400 resultados).</p> <p>Margarita Salas mujer de ciencia (16.700 resultados).</p>	<p>Instituto de Ciencias Matemáticas.(Ed.) (2017). <i>Mi científica favorita</i>. Recuperado de https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita</p> <p>Fundación Séneca (sin fecha). <i>Descubriendo científicas</i> . Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/</p> <p>Morrón, L. (2017). Margarita Salas, pasión por la biología molecular. Recuperado el 20 de Mayo de 2019, de https://losmundosdebrana.com/2017/11/06/margarita-salas-pasion-por-la-biologia-molecular/</p>

Nota: La búsqueda ha sido en varios idiomas.

Resultados

1. Callejero de Sevilla

Se realizó una búsqueda de todos los científicos y científicas que aparecían en el callejero de Sevilla, y el resultado es el que se muestra en la Tabla 4 que figura a continuación.

Tabla 4.

Científicos y una científica en el Callejero de Sevilla

Nombre	Profesión	Espacio urbano
Albert Einstein	Físico	Calle
Alfredo Blanco	Inventor	Calle
Álvaro Alonso Barba	Metalúrgico e inventor	Avenida
Antonio Rodríguez Moreno	Ciencias biológicas	Parque
Antonio Salado	Médico	Calle
Arquímedes	Físico	Calle
Bartolomé de Medina	Minero e inventor	Calle
Blasco de Garay	Inventor	Plaza
Charles Darwin	Biólogo y geólogo	Calle
Copérnico	Astrónomo	Calle
Denis Papin	Físico e inventor	Calle
Doctor Antonio de Seras	Biólogo	Calle
Doctor Arruga	Médico y oftalmólogo	Calle
Doctor Barraquer	oftalmólogo	Plaza
Doctor Fleming	Médico	Calle
Euclides	Matemático	Calle
Fausto y Juan José Delhuyar	Químicos	Calle
Francisco Varela	Biólogo	Calle
Galileo	Astrónomo, físico, matemático y filósofo	Calle
Graham Bell	Físico e ingeniero	Calle
Gregor J. Mendel	Genética	Calle
Isaac Newton	Física	Calle
Isaac Peral	Inventor	Calle
Jacques Cousteau	Explorador e investigador	Calle
Jaime Ferrán	Médico y bacteriologo	Calle
Johann G. Gutenberg	Inventor	Calle
Johannes Kepler	Astrónomo	Calle
José Luis Comellas	Astrónomo	Calle
Julio Rey Pastor	Matemático	Calle

Leonardo da Vinci	Pintor, arquitecto, inventor, ingeniero, etc.	Calle
Louis Pasteur	Químico y bacteriólogo	Calle
Manuel Jalón	Inventor	Calle
Marconi	Inventor	Calle
Marie Curie	Física y química	Calle
Mateo Orfila	Científico(toxicología)	Calle
Max Planck	Físico y matemático	Calle
Miguel Servet	Astronomía, física, etc.	Calle
Narciso Monturiol	Ingeniero e inventor	Calle
Pitágoras	Matemático	Calle
Ramón y Cajal	Médico	Avenida
Roque Hernández	Inventor	Calle
Samuel Morse	Inventor	Calle
Severo Ochoa	Bioquímica y biología molecular	Calle
Tomas Alba Edison	Inventor	Calle
Torricelli	Físico y matemático	Calle

Nota: Se puede observar en negrita a la única científica que aparece en el Callejero. Elaboración propia

2. Fichas técnicas de las científicas.

A continuación se muestra a las 12 científicas, por un lado del papel figura la ficha técnica y por el otro lado su correspondiente caricatura.

MARIE CURIE	
Fecha y lugar: 1867(Polonia)-1934 (Francia).	Especialidad: Física y química.
Logros y aportaciones: Descubrió el radio y el polonio y sus aplicaciones para la vida. Fue la primera persona en acuñar el término radioactividad.	
Repercusión actual: Sus estudios se aplican en medicina(tratamientos para el cáncer) y en otras disciplinas como la biología nuclear y genética. También sirven para la obtención de energía nuclear y para determinar la edad de objetos.	
Cualidades: Paciente, luchadora y generosa.	
Dato curioso: Ella y su entorno estuvieron tan expuestos a la radioactividad que aún hoy en día sus cuadernos y papeles siguen siendo radioactivos y están guardados en cajas de plomo.	
Reconocimientos: Fue la primera mujer en recibir un Premio Nobel y la primera persona en recibir dos.	

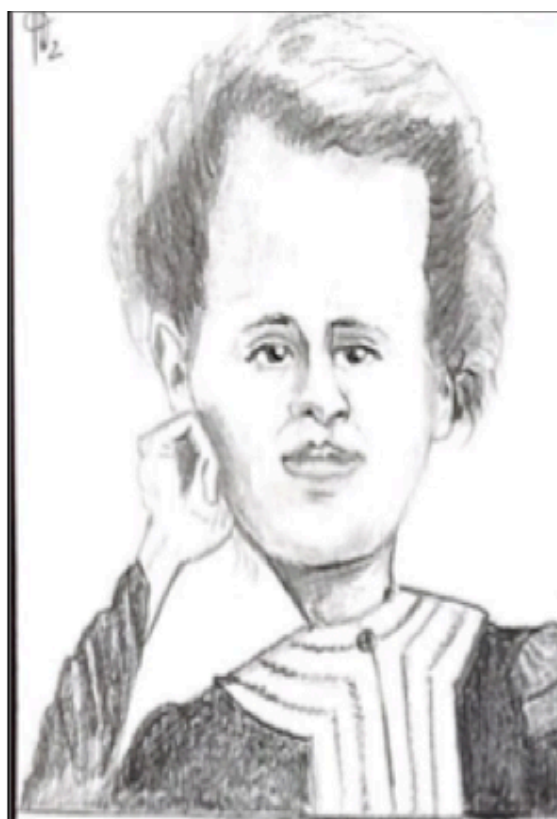


Ilustración 1. Ficha técnica y caricatura de Marie Curie. Elaboración propia.

HEDY LAMARR	
Fecha y lugar: 1913(Austria)-2000 (EE.UU.)	Especialidad: Inventora y actriz.
Logros y aportaciones: Inventó la conmutación de frecuencias.	
Repercusión actual: Su invento ha sido la base del sistema de comunicaciones inalámbricas utilizado en la actualidad en la telefonía móvil, GPS y el wifi.	
Cualidades: Inteligente, imaginativa e inquieta.	
Dato curioso: En su momento fue considerada la mujer más bella del mundo y también fue una estrella de Hollywood.	
Reconocimientos: Consiguió varios premios, entre ellos el EFF Pioneer Award.	



Ilustración 2. Ficha técnica y caricatura de Hedy Lamarr. Elaboración propia.

CAROLINE HERSCHEL	
Fecha y lugar: 1750(Alemania)-1848 (Alemania).	Especialidad: Astrónoma.
Logros y aportaciones: Descubrió 8 cometas(fue la primera mujer en descubrir un cometa), nebulosas, galaxias espirales e irregulares y cúmulos abiertos. También realizó una revisión del catálogo estelar de Flamsteed e incluyó 560 estrellas más.	
Repercusión actual: Gracias a ella se ha llegado a identificar gran cantidad de estrellas, cometas, nebulosas y constelaciones.	
Cualidades: Humilde, trabajadora y constante.	
Dato curioso: Fue una cantante de ópera (soprano) muy solicitada en la época.	
Reconocimientos: Recibió la medalla de oro de la Royal Astronomical Society y la medalla de oro a las Ciencias.	



Ilustración 3. Ficha técnica y caricatura de Caroline Herschel. Elaboración propia.

VIRGINIA APGAR	
Fecha y lugar: 1909(E.E.UU.)-1974 (E.E.UU.)	Especialidad: Médica.
Logros y aportaciones: Creó el test de Apgar con el que se detecta posibles deformaciones y enfermedades en los neonatos (recién nacidos). Descubrió que la anestesia llamada Ciclopropano tenía un efecto negativo en los bebés.	
Repercusión actual: Gracias al test de Apgar, que se sigue utilizando hoy en día, se han salvado la vida de millones de neonatos y prevenido enfermedades.	
Cualidades: Luchadora, entregada a su profesión y tenía sentido del humor.	
Dato curioso: Fabricó cuatro instrumentos de cuerda (dos violines, una viola y un violonchelo).	
Reconocimientos: A lo largo de su vida recibió muchos premios y reconocimientos. Incluso su cara está en un sello de correos de los EE.UU.	



Ilustración 4. Ficha técnica y caricatura de Virginia Apgar. Elaboración propia.

ELENA GARCÍA ARMADA	
Fecha y lugar: 1971 (España).	Especialidad: Ingeniera industrial.
Logros y aportaciones: Ha desarrollado la primera armadura biónica del mundo para niños y niñas con atrofia muscular espinal.	
Repercusión actual: Su invento consigue que puedan levantarse de su silla de ruedas y caminar niños con graves problemas de movilidad.	
Cualidades: Creativa, curiosa y decidida.	
Dato curioso: Promotora y co-fundadora de la empresa Marsi Bionics-Exoesqueletos Pediátricos, donde es responsable del área de innovación.	
Reconocimientos: Tiene varios premios, entre ellos la medalla de oro de Madrid y en tres ocasiones el reconocimiento al mérito científico. El galardón de oro de la Federación de Asociaciones de Personas con Discapacidad.	



Ilustración 5. Ficha técnica y caricatura de Elena García Armada. Elaboración propia.

STEPHANIE KWOLEK	
Fecha y lugar: 1923(EE.UU.)-2014 (EE.UU.)	Especialidad: Química.
Logros y aportaciones: Inventó el Kevlar.	
Repercusión actual: Es un material con muchas aplicaciones, entre ellas, utilizado en ropa de protección (chalecos antibalas, ropa ignífugas, cascos y cordones para escalar, guantes de protección contra cortes y de protección térmica, chaquetas impermeables y equipación motorista); para blindar los vehículos; en cables ópticos; partes de aviones y en estructuras internas de las canoas.	
Cualidades: Creativa, intuitiva y perseverante.	
Dato curioso: Nace en una familia de inmigrantes polacos.	
Reconocimientos: Es nombrada miembro del National Inventors Hall of Fame (el paseo de la fama de los inventores estadounidenses).	



Ilustración 6. Ficha técnica y caricatura de Stephanie Kwolek. Elaboración propia.

ADA LOVELACE	
Fecha y lugar: 1815 (Londres)-1852 (Londres).	Especialidad: Matemática.
Logros y aportaciones: Pionera de la programación y de la computación. Realiza el primer programa para la máquina analítica de Charles Babbage.	
Repercusión actual: Hoy en día gracias a la programación los ordenadores pueden expresar de forma digital cualquier tipo de contenido, dato o información (crear música, realizar textos, ver fotos, etc.).	
Cualidades: Inteligente, creativa y visionaria.	
Dato curioso: Es hija del poeta inglés Lord Byron.	
Reconocimientos: Hoy existe un lenguaje de programación de alto nivel llamado "Ada" en su honor. Lo usa por ejemplo el Ejército de los Estados Unidos.	



Ilustración 7. Ficha técnica y caricatura de Ada Lovelace. Elaboración propia.

MARIE THARP	
Fecha y lugar: 1920(EE.UU.)-2006 (EE.UU.)	Especialidad: Geóloga.
Logros y aportaciones: Ha sido la primera persona en corroborar la teoría de la deriva continental y tectónica de placas. Creó el primer mapa de todo el suelo oceánico y reveló la presencia de montañas submarinas, las Dorsales Centro-Oceánicas.	
Repercusión actual: Gracias a ella los submarinos saben por donde navegar y se conoce el fondo marino. Permitió dar a conocer a la humanidad una parte completamente desconocida, pero esencial para entender la geología y la geografía del planeta Tierra.	
Cualidades: Luchadora, decidida y constante.	
Dato curioso: Para su trabajo no tuvo permiso (por ser mujer) para subir en un barco hasta 1965, cuando tenía 45 años.	
Reconocimientos: Es una de las geólogas más influyentes de los últimos tiempos.	



Ilustración 8. Ficha técnica y caricatura de Marie Tharp. Elaboración propia.

GABRIELA MORREALE	
Fecha y lugar: 1930(Italia)-2017 (España).	Especialidad: Química.
Logros y aportaciones: Ha sido la responsable de la implantación en el Sistema Sanitario Español de la prueba del talón. Su investigación permitió la eliminación del bocio por déficit de yodo en España	
Repercusión actual: Es una prueba que se realiza a todos los recién nacidos en España y que ha evitado que miles de niños y niñas tengan un déficit permanente en el desarrollo físico y mental..	
Cualidades: Bondadosa, dulce y apasionada por su trabajo.	
Dato curioso: Era una persona religiosa y decía que "la ciencia y la religión son compatibles y que para ser científica no hace falta ser atea".	
Reconocimientos: Fue galardonada con múltiples premios científicos y distinciones. Una de las fundadoras de la endocrinología moderna.	



Ilustración 9. Ficha técnica y caricatura de Gabriela Morreale. Elaboración propia.

GERTRUDE ELION	
Fecha y lugar: 1918(E.E.UU.)-1999 (E.E.UU.)	Especialidad: Bioquímica y farmacóloga.
Logros y aportaciones: Desarrolló fármacos para la cura de enfermedades.	
Repercusión actual: Gracias a esos fármacos se benefician millones de personas a través del mundo, y enfermedades que antes eran mortales ahora no lo son.	
Cualidades: Constante, trabajadora y responsable.	
Dato curioso: Aunque nunca consiguió el doctorado en química, fue nombrada Doctor Honoris Causa por tres universidades de Estados Unidos.	
Reconocimientos: Recibió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina.	



Ilustración 10. Ficha técnica y caricatura de Gertrude Elion. Elaboración propia.

KATHERINE JOHNSON	
Fecha y lugar: 1918(E.E.UU.)	Especialidad: Matemática.
Logros y aportaciones: Ha sido la encargada de calcular las trayectorias de los primeros vuelos al espacio y ayudó en la trayectoria del Apolo 11, que llevó al hombre a la Luna.	
Repercusión actual: Ha contribuido a la carrera espacial y al conocimiento del espacio.	
Cualidades: Constante, decidida y generosa.	
Dato curioso: Ha conseguido vivir más de 100 años. Tiene una película dedicada a su vida junto con otras dos mujeres.	
Reconocimientos: Recibió la Medalla Presidencial de la Libertad de Estados Unidos.	



Ilustración 11. Ficha técnica y caricatura de Katherine Johnson. Elaboración propia.

MARGARITA SALAS	
Fecha y lugar: 1938(España).	Especialidad: Bioquímica.
Logros y aportaciones: Descifró el virus Phi29.	
Repercusión actual: Sus investigaciones han puesto al descubierto el funcionamiento del ADN y de esta forma se pueda conocer mejor la biología molecular del ser humano.	
Cualidades: Sencilla, trabajadora y honesta.	
Dato curioso: Vivió de pequeña con su familia en la primera planta de un sanatorio psiquiátrico, propiedad de su padre.	
Reconocimientos: Ha recibido muchos premios, entre ellos, el premio Nacional de Investigación Santiago Ramón y Cajal. También el premio a la Excelencia Química. Miembro de la Real Academia Española.	

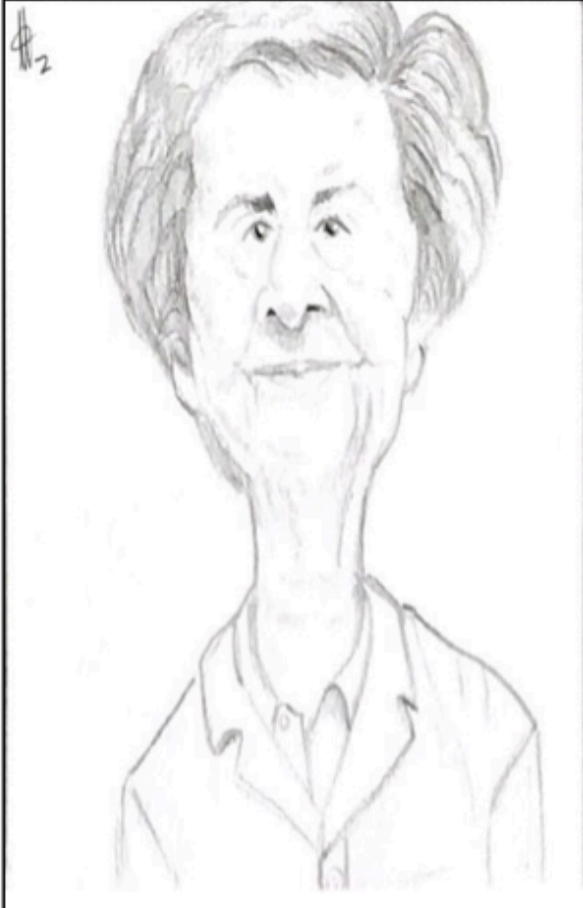


Ilustración 12. Ficha técnica y caricatura de Margarita Salas. Elaboración propia.

3. Cartas de correspondencia de las científicas a los escolares.

Por último se presentan las cartas que están incluidas en el material didáctico de este trabajo. Aunque ahora las cartas aparecen con el nombre de las científicas en el juego para los discentes no figurarán.

Carta Marie Curie

Hola, os escribo esta carta para ayudaros a conseguir vuestras metas y que mi ejemplo os ayude a superar las dificultades. Mi vida no comenzó siendo fácil, pues en casa cuando era pequeña sufrimos por la falta de dinero, debido a las ideas políticas de mi padre. Esto hizo que a pesar de que me graduara a los 15 años con honores, no pudiera continuar mis estudios. ¿Por qué? pensaréis, pues porque en Varsovia, la universidad no permitía la entrada de mujeres. ¡Qué locura! ¿Verdad?. Por eso quiero deciros a las niñas que estáis leyendo esta carta que estudiéis y no perdáis esa oportunidad que no tuvieron muchas otras niñas del pasado. Bueno... que me ponga con mis ideas y se me olvida lo que estaba contando, ¿por dónde iba?. Ah sí, como en mi ciudad no podía estudiar, tenía que irme a París para seguir mis estudios, pero no tenía dinero. Tuve que esperar ocho años para poder cumplir mi sueño e ir a la universidad. A los 26 años me gradué en física y un año después me licencié en matemáticas. A pesar de vivir centrada en mis estudios, me casé, compartiendo con mi marido el amor por la ciencia, y tuvimos dos hijas. Mi deseo por compartir mis conocimientos con el mundo hizo que ni mi marido ni yo deseáramos patentar los descubrimientos a los que habíamos llegado, ¿sabéis qué es una patente?, eso habría hecho que ganáramos mucho dinero, pero preferimos que nuestros descubrimientos estuvieran disponibles para todo el mundo. Este amor por hacer accesible el conocimiento y las nuevas tecnologías, hizo que junto con mi hija Irene durante la Primera Guerra Mundial, organizáramos equipos móviles de rayos X que montábamos para ayudar a los médicos a salvar vidas. ¿Sabéis cómo llamaron a estos camiones?, “Petit Curie”. Toda mi vida seguí estudiando e investigando, venciendo dificultades para conseguir mis objetivos y todo valió la pena.

Por eso quiero terminar esta carta recordando a mis pequeños científicos y científicas que la vida no siempre es fácil, pero que lo importante es que nunca te rindas y luches por cumplir tus sueños y sobre todo, nunca pierdas la confianza en ti mismo. Estudia mucho porque es la mejor manera de estar preparado para conseguir tus objetivos y alcanzarlos cueste lo que cueste.

Virginia Apgar.

¡Qué tal chicos y chicas!, ¿cuántas veces os han preguntado que queréis ser de mayor?. Algunos probablemente estaréis cansados de oír esa pregunta. Pues no os preocupéis si todavía no sabéis lo que queréis ser, tenéis mucho tiempo para averiguarlo. Os voy a contar mi historia. Yo estudié música, desde pequeña me encanta tocar el chelo y el violín e incluso he tocado en orquestas, y además me gradué en zoología y en artes. Y ¿sabéis que continué estudiando? MEDICINA, ¡qué cambio verdad!. Pues sí, estudie medicina, pero dentro de la medicina no creáis que lo tenía todo muy claro. Os cuento que al principio quería ser cirujana, pero a los dos años cambié de idea y decidí que quería ser anestesista. Pero me gustaba mucho la investigación y encontré una rama dentro de la anestesiología que llenaba mis ganas de investigar y entonces me centré en anestesiología obstétrica, y eso ¿qué es?, os preguntaréis. Pues somos los médicos y médicas que cuidamos a la mamá y al bebé en el momento del parto, para ayudar al recién nacido en el paso de la vida dentro de su mamá a la vida fuera de ella. El primer minuto de la vida del bebé es muy importante porque puede afectar a toda su vida. Hay cinco cosas que no se pueden pasar por alto en ese minuto, ¿sabéis cuáles son?, pues son la frecuencia cardíaca, el tono muscular, el esfuerzo respiratorio, la respuesta refleja y el color. Así que dedique mi vida a la investigación de la anestesiología obstétrica.

Pero no penséis que deje de tocar mi violín y mi chelo, pues me acompañan a todos los lugares donde voy y comparto esta afición con la pesca, que me apasiona, igual que ver partidos de béisbol y jugar al golf. Así que ya veis que en la vida hay tiempo para hacer muchas cosas.

Por eso os digo que la única manera de tener un trabajo genial es amar lo que hagáis, por lo tanto si veis en algún momento que no lo habéis encontrado, seguid buscando, no os rindáis.

Hedy Lamarr

Las mujeres hemos tenido muchos problemas para alcanzar nuestros objetivos científicos, ¿sabéis cuál fue el mío?, mi belleza. Siempre dije que para ser glamurosa o como diríais ahora, para ser fashion, solo hay que estar quieta y parecer estúpida. Esta visto que las que somos guapas no podemos ser inteligentes, por ejemplo en cierta ocasión ofrecí mis servicios a un organismo oficial de mi país, pero ellos me rechazaron muy amablemente y me dijeron que sería suficiente con poner mi cara bonita en un póster. Pero yo no me desanimé y seguía con mis investigaciones e inventos. Entre ellos una técnica de alisamiento del cutis y un sistema de control remoto de torpedos.

Tardé mucho en ver los resultados de mis investigaciones. Eso le ha pasado a muchas personas, incluso tal vez a algunos de vosotros y vosotras, quizás hayáis realizado o dibujado algo que creíais que era genial, sin embargo, el resto de las personas no lo veían igual o tal vez pensarán que era una tontería o de poca utilidad. Pero no dejéis de creer en vosotros mismos y en vuestras ideas. Ser persistentes y no renunciéis a ellas. Porque yo, finalmente, conseguí el reconocimiento a mi labor y trabajo como científica, aunque tardó bastante.

Si conocierais toda mi vida podríais pensar que es como una película de Hollywood y sería verdad. ¿Algunos de vosotros queréis ser actriz o actor, cantante o modelo?, pues no penséis que no podéis compaginar estas carreras con el estudio de la ciencia; nada en esta vida es imposible.

Quién me diría a mi que hoy en día todo el mundo puede estar conectado en parte gracias a mi descubrimiento. Es increíble la repercusión que ha tenido mi investigación en la actualidad. Como bien demuestra mi experiencia se puede ser guapa e inteligente.

Por eso vosotros y vosotras que sois el futuro, no dejéis que los prejuicios y estereotipos os limiten o controlen la vida.

Caroline Herschel

Cuando yo nací la vida era muy distinta a como es ahora. Por supuesto por ser mujer los estudios me estaban prohibidos, ¡menos mal que vuestros tiempos son diferentes!. Mi padre tuvo que enseñarme a escondidas, me daba clases de música y me enseñaba a mirar las estrellas. Pero mi padre murió y mi madre siguió educándome en lo que ella creía que tenía que ser mi educación, las tareas de la casa y cuidar de mis hermanos. Ese era el destino de la gran mayoría de las mujeres de mi época, por no decir de todas. Cuánto me alegro que ahora vosotras podáis elegir que estudiar y que podáis llegar a ser lo que os propongáis en la vida. Por eso os pido que no desaprovechéis esta oportunidad, y estudiéis. Que nadie os diga lo que tenéis que estudiar, elegid algo que os apasione y os llene, de esta manera nunca perderéis la ilusión por vuestro trabajo.

Así que comprenderéis que no me lo pensé dos veces cuando mi hermano William me pidió que lo acompañara a Inglaterra. A su lado como ayudante me convertí en astrónoma. ¿Os gustan mirar las estrellas? ¡Qué bonitas se ven!, pues vistas a través de un telescopio son increíbles. Mi hermano y yo construíamos nuestros propios telescopios. Juntos descubrimos muchísimas nebulosas y estrellas. ¿Conocéis muchas estrellas?, seguramente estaréis pensando en el sol, porque es la estrella de nuestro sistema solar. Pero hay muchas más y aunque al mirar al cielo se ven como puntitos, la realidad es que pueden llegar a ser inmensas. Por ejemplo, ¿veis la diferencia entre un grano de arroz y una sandía?, pues esa es la diferencia entre el sol y algunas estrellas. Y aún las hay mucho mayores y todo eso sin salir de nuestra galaxia.

Mi pasión por la astronomía duró toda mi vida. Nunca dejé de investigar y mirar al cielo. Tuve la suerte de conseguir ver el reconocimiento por mi labor. Pude vivir con mi salario de astrónoma, lo que me permitió ser la primera astrónoma profesional de la historia, cosa increíble para una mujer de mi tiempo, aunque es cierto que el salario era muy inferior al que tenía mi hermano. También fui nombrada miembro honorario de la sociedad de astrónomos ingleses, no fui admitida como miembro de pleno derecho porque no era un hombre.

Se que viví en un tiempo en el que ser mujer y astrónoma era algo insólito y a pesar de eso brille. Así que igual que las estrellas brillan con luz propia, no dejéis que nadie os impida brillar con vuestra propia luz.

Marie Tharp

¿Crees que un tropiezo en la vida puede llevarte a descubrir un mundo distinto que te llegue a gustar?. Se podría decir que ese fue mi caso. Mi sueño era estudiar literatura y supuso para mí una gran decepción no poder hacerlo debido a que no me aceptaron en la universidad por ser mujer. Pero yo quería seguir estudiando, así que aproveché la oportunidad cuando la universidad de Michigan, debido a la guerra, abrió las llamadas carreras masculinas a las mujeres. Luego también logré graduarme en matemáticas en otra universidad. Así que aunque tuve que renunciar a mi primer sueño, lo importante es no conformarse ni rendirse, sino seguir buscando. Aunque a veces la vida se te ponga difícil no pierdas la fe en ti mismo, porque mirando al pasado, lo mejor que me pudo pasar fue no entrar en literatura, ya que encontré otro sueño que realizar.

Después de graduarme me trasladé a Nueva York y empecé a trabajar en un laboratorio, allí conocí a un compañero y decidimos comenzar a trabajar juntos. Tuvimos la suerte que durante la guerra fría el gobierno dio mucho dinero para la investigación del océano, se trataba de facilitar el trabajo de los submarinos norteamericanos.

¿Os habéis imaginado alguna vez cómo es el fondo del mar?, pues ese ha sido mi trabajo toda mi vida, descubrir cómo es el fondo del mar. En mi época la mayoría de las personas pensaban que el fondo marino era llano y fangoso, sin embargo mis dibujos probaron que en el fondo del mar había montañas y valles igual que en la superficie.

Lo mismo ahora os estáis preguntando cómo conseguí saber que en el fondo marino había montañas y valles, pues bien, para esto sirven los barcos oceanográficos y diréis ¿qué hacen estos barcos?. Los barcos emiten señales de sonar, es decir emiten señales acústicas que van creando perfiles del fondo marino. Yo traducía esos perfiles y los convertía en mapas, pero tuve un gran problema, ¿sabéis cual?. Pues que por ser mujer no me permitieron viajar en esos barcos. Pero esto no me impidió que pudiera conseguir mi objetivo. Así que me enviaban los perfiles a la oficina y a mi casa y desde allí los traducía y hacía los mapas.

A pesar de las barreras que tuve en mi vida y no ser valorada en mi trabajo, esto no me impidió cumplir mis objetivos y seguir adelante. Solo puedo decir que no permitáis que las opiniones negativas de los demás afecten a vuestras decisiones.

Gabriela Morreale

Mis queridos niños y niñas con esta carta quiero transmitir mi pasión por mi trabajo. Cuando queremos comprender el porqué de las cosas nos surgen las mejores ideas. Es muy importante que no dejéis de haceros preguntas y de buscar las respuestas, no aceptéis las cosas tal como son. La siguiente pregunta y encontrar su respuesta fue el objetivo de mi primera investigación. ¿Por qué había tantas personas en las Alpujarras (una región montañosa de Granada, España) con un bulto en el cuello? Ese bulto se llama bocio, ¿qué es eso del bocio?, preguntaréis. Todas las personas tienen una glándula en el cuello que se llama tiroide, cuando esa glándula se hincha, eso es el bocio, y descubrí que el motivo de ese bulto o hinchazón era la falta de yodo en la zona.

Dediqué mi trabajo a averiguar cómo la importancia de tener o no tener yodo podía afectar a las hormonas tiroideas y al desarrollo del cerebro. Conté con la ayuda de mi marido, a quien conocí en la universidad y era médico. Él sería mi mayor apoyo, y juntos fundamos la unidad de estudios del tiroide. ¿Sabéis por qué el tiroide es tan importante?. El tiroide es una glándula que segrega unas hormonas que son esenciales para el desarrollo del cerebro, sobre todo en los recién nacidos. Por eso es muy importante comprobar que el tiroides funciona bien en cuanto nace un bebé, porque eso evitará que ese niño o niña desarrolle enfermedades y muestre una discapacidad intelectual.

También descubrí la importancia de que las mamás embarazadas tomen suplementos de yodo para evitar problemas en el desarrollo del feto. ¿Sabéis cual es la manera más fácil de hacer esto?, añadiéndolo a la sal de cocinar.

Me siento muy feliz de que estos estudios hayan ayudado a tantos niños y niñas desde entonces, porque siempre quise asegurarme de que mi trabajo ayudara a las personas y no se quedara en el laboratorio. Y estoy segura de que a todos vosotros os hicieron de bebés mi prueba para comprobar vuestras hormonas del tiroides.

He querido transmitir mis conocimientos a todo el alumnado que ha pasado por mi aula, así como mi pasión por el reconocimiento, el rigor científico y la necesidad de ayudar a las poblaciones de riesgo.

Por esta razón no dejéis de haceros preguntas, no perdáis vuestra curiosidad por investigar y de intentar dejar el mundo mejor de lo que lo encontramos. Los reconocimientos que he recibido a lo largo de mi carrera no son nada, comparado con la satisfacción de saber que he ayudado a tantas familias. Eso espero de mis alumnos y alumnas, que puedan cambiar para mejor la vida de muchas personas.

Ada Lovelace

Con esta carta quiero contaros un poco de mi vida, sé que ya habréis oído lo difícil que fue en una época para las mujeres dedicarnos al estudio, yo no fui distinta, aunque tengo que agradecer que me pusieran un excelente profesor de matemáticas, lo que me hizo ver un mundo increíble. ¿Os gustan las matemáticas?, sé que a veces pueden parecer difíciles y que no le veáis el sentido a los números, pero con ellos podéis conseguir cosas asombrosas como que un ordenador funcione.

Comprenderlas y escribir sobre ellas fueron mi gran pasión, sin embargo mi madre me obligó a vivir dentro del modelo que se suponía que debía mantener una mujer de mi época. Así que me casé, tuve hijos y prácticamente realicé mis estudios a escondidas. Desgraciadamente las enfermedades estuvieron presentes durante toda mi vida y mi madre hizo todo lo posible para que mis estudios matemáticos fueran destruidos. Aunque conseguí publicar un artículo pero solo con mis iniciales. Afortunadamente después de mucho tiempo fue reconocido mi trabajo.

Aunque sois muy jóvenes y no tengáis claro lo que queréis estudiar o ser en un futuro, os animo a que no desechéis vuestras ideas aunque os parezcan una locura porque no existe nada parecido aún. Yo fui capaz de ver las posibilidades que podría tener algo que aún ni tan siquiera existía.

Por eso os digo que si tenéis una idea, no os quedéis solo en decirla o pensarla, sino intentarlo, estudiar, ser constantes y conseguir llevarlo a cabo, es muy importante que no perdáis vuestra creatividad, ya que es la única forma de que vuestros sueños se hagan realidad.

En definitiva luchar por vuestros sueños y no dejéis de imaginar.

Elena García Armada

Hola chicas y chicos, ¿Os gustan los robots?, a mi me encantan. Desde pequeña me gustaba construir cosas, era muy creativa, hacia puzzles, pintaba, etc. También me gustaban mucho las matemáticas y la física. Así que uní mi faceta creativa con mi faceta científica y estudié robótica. Me dediqué a fabricar robots. En realidad un robot es muy sencillo, solo hay que decirle qué hacer, cuándo y dónde. Comencé haciendo robots para la industria, pero un día vinieron a verme los padres de una niña que por una enfermedad no podía caminar y querían encontrar una solución.

¿Sabéis lo que es un exoesqueleto?, para que lo entendáis de una forma sencilla es una pieza mecánica que se adapta al cuerpo para poder caminar. Ya existían esos exoesqueletos para adultos pero no había para niños/as. Así que comencé un proyecto de investigación para fabricarle uno a esa niña. Tuvimos éxito en construirlo y ya ha podido ayudar a otros niños y niñas con dificultad para caminar. ¡Qué gran alegría y satisfacción poder ayudar !.

Bueno os podéis preguntar cómo se mueve este exoesqueleto, pues bien, tiene una serie de sensores que detectan las señales nerviosas que el cerebro envía a los músculos, el exoesqueleto recibe estas señales, las procesa y comienza a andar en una fracción de segundo. ¿A qué es creativo además de útil?.

Es muy importante que cultivéis y nunca perdáis esa creatividad que tenéis ahora. Por eso nunca tengáis miedo a equivocaros o a pensar diferente, es muy importante que penséis por vosotros mismos y no aceptéis lo que os digan sin dudar ni poner objeción . No dejéis de haceros preguntas y de buscar las respuestas. Y para esto es esencial que nunca dejéis de imaginar, inventar y crear. Si hace un tiempo le hubierais dicho a alguien que habría máquinas que harían que una persona pudiera caminar, o incluso realizar tareas difíciles propias del ser humano, seguramente os hubieran dicho que estabais mal de la cabeza, pero la realidad es que alguien imaginó una idea y luchó hasta conseguirla. Por lo tanto lo único imposible es aquello que no intentas.

¿Habéis visto alguna película de robots?, ¿alguna vez has tenido miedo a un robot?. A veces en las películas los presentan con una imagen peligrosa, pero en realidad son simples máquinas que nos pueden ser útiles igual que un coche o una lavadora. Son máquinas que pueden hacer cosas difíciles, imposibles o incluso peligrosas para nosotros, por ejemplo como los robots que enviamos a Marte o los que la policía utiliza para detonar bombas. También hacen cosas repetitivas sin aburrirse, distraerse o cansarse, así los robots nos ayudan en el día

a día. Hay robots tan avanzados que son capaces de procesar la información como si tuviesen cerebro, pero un robot no puede pensar por ti, es justo al revés, puedes jugar a ser la profesora dándole instrucciones a través de un simple programa informático, el robot caminará, evitará los obstáculos e incluso podría bailar y cantar.

Aunque hemos tenido mucho éxito, aún queda también mucho por hacer, sobre todo porque necesitamos dinero para hacer que nuestro robot llegue a todos los niños y niñas que lo necesitan.

Para terminar, me gustaría decir que no dejéis que nadie os condicione a qué jugar o a decidir qué queréis ser de mayor, yo jugaba con muñecas, con puzzles, juegos de construcción, con un camión, etc. Así que nunca dejéis de jugar a algo que os guste porque otras personas lo consideren un “juego de niñas o de niños”.

Si tenéis algo en casa como un mando de la TV, un juguete, o otra cosa que ya no uséis o que esté estropeado, con el permiso de vuestros padres, os animo a desmontarlo, curiosear, investigar qué es lo que hay dentro y para qué sirve. Puede que encontréis vuestra vocación científica.

Stephanie Kwolek

No sabía como empezar esta carta, ni que contaros en ella; he estado pensando mucho en mi vida y cómo he llegado hasta donde estoy. Mi sueño siempre fue salvar vidas, quería ser doctora y para poder costearme la carrera decidí primero estudiar química para poder trabajar y ahorrar y así seguir después con mis estudios de medicina. Entré a trabajar como química en la empresa DuPont, y entonces mi futuro dio un cambio, porque me gustó tanto mi trabajo que me olvidé de la medicina y centré mi vida en mi trabajo de investigación en el laboratorio. ¿Quién me habría dicho a mí en ese momento, con todo lo que me gustaba la medicina, que al final no me dedicaría a eso?. Tal vez tengáis muchos sueños y os veáis en el futuro con una profesión en concreto, bueno, incluso algunos ahora mismo os veáis en varias. Si os preguntara, ¿qué queréis ser de mayor?, todos me diríais algo. Pero después de echar la vista atrás a mi vida os diría que no os cerréis puertas a otras posibilidades, ya que la vida puede sorprenderos con cosas inesperadas, como me sorprendió a mí.

En mi trabajo en el laboratorio investigaba fibras textiles, queríamos conseguir una nueva fibra capaz de resistir condiciones extremas. Después de muchos experimentos, el resultado fue impresionante, conseguimos una fibra más resistente que el acero.

Os parecerá a lo mejor que no es importante, pero gracias a esta fibra se han salvado muchas vidas. Además esta fibra ha tenido muy distintas aplicaciones, por ejemplo, desde fabricar piezas aeroespaciales a raquetas, esquís, paracaídas o materiales de construcción.

Siempre he dicho que mucha gente trabaja durante toda su vida y no consigue realizar un descubrimiento que beneficie al resto de la gente. No creo que haya nada más satisfactorio que salvarle la vida a alguien. Así que al final cumplí mi sueño de niña de salvar vidas, aunque no lo hice como médico, sino cómo química.

Para terminar, me gustaría deciros que el éxito no se consigue en un momento determinado, sino que es el resultado de pequeños esfuerzos e intentos que se realizan continuamente cada día, por eso es muy importante que creáis en vosotros mismos, que no tengáis miedo de pensar de forma diferente y que seáis perseverantes en vuestros proyectos e ilusiones.

Gertrude Elion

Hola chicos y chicas, qué gana tenía de escribiros. Mis años de estudiante fueron muy duros, pues me tocó vivir la gran depresión del 29. ¿Habéis oído hablar de ella?. Bueno no os preocupéis, pues estoy segura de que en los años que os quedan por estudiar la daréis en clase. Se puede decir o resumir en que la economía se cayó por los suelos. Así que esa inseguridad económica me impidió acceder a la universidad, pero gracias a mis buenas notas pude acceder a la universidad pública (en mi país la universidad pública no tiene el mismo prestigio que las privadas).

Quería encontrar la cura para las enfermedades, sobre todo la leucemia, pues mi abuelo había muerto por esta enfermedad cuando yo solo tenía 15 años. Aunque me licencié, yo quería seguir estudiando, así que comencé a trabajar para costearme los estudios, hasta que conseguí un máster por la universidad de Nueva York en 1941.

En esos años los hombres estaban luchando en la Segunda Guerra Mundial, esto permitió que muchas mujeres ocupáramos los puestos de trabajo que tradicionalmente habían ocupado los hombres. Así comencé a trabajar en un laboratorio como asistente del Doctor Hitchings. Comenzamos a colaborar en los campos de farmacología e inmunología, ¿sabéis que significan estos términos?. La inmunología estudia el sistema inmunológico de nuestro cuerpo que es el que nos protege de las enfermedades y la farmacología estudia la composición y propiedades de los medicamentos. Así que desarrollamos fármacos (medicinas) para muchas enfermedades, entre ellas la leucemia, el sida, la malaria, la meningitis, y algunas más, incluso desarrollamos un fármaco que consigue que el cuerpo no rechace un órgano trasplantado.

Debo decir que mi trabajo me entusiasmó desde el principio y nuestra colaboración duró toda nuestra vida laboral, aunque él se retiró ocho años antes que yo. Pero me siento orgullosa de haber podido ayudar con nuestro esfuerzo y trabajo constante a tantas personas que padecen estas enfermedades.

Por último solo os puedo decir que busquéis algo que os apasione y no lo abandonéis, sino que os arriesguéis y trabajéis duro porque si amáis vuestro trabajo no os costará dar lo mejor de vosotros mismos y ser mejor cada día, y que en vuestra mirada se note ese brillo de una persona que ama lo que hace.

Katherine Johnson

Cuando me dijeron que si podía escribiros una carta, me alegré un montón de poder dedicaros unas palabras y contaros un poco de mi vida. A muchos de los que ahora estáis leyendo esta carta, no os gusta mucho dividir, multiplicar, etc... y pensáis que los números son muy aburridos, pero eso es porque veis los números como algo abstracto que no sirven para nada, pero la realidad es que los números son útiles para muchas cosas, entre ellas trazar trayectorias o rutas espaciales. ¿Os gusta el espacio?, ¿sabéis lo que es la NASA?, yo he trabajado muchos años en ella. Es el organismo de EEUU que se encarga de enviar los satélites, naves y sondas espaciales al espacio. En la NASA conseguí desarrollar todas mis facultades con los números y contribuir con ellos en grandes misiones espaciales.

Bueno, ahora quiero contaros como era yo cuando tenía vuestra edad. Para mí los números eran muy importantes en mi vida, como si fueran mi segundo lenguaje, me encantaba contarlos todo, los pasos que necesitaba para cruzar la calle, las estrellas que veía, etc. Pero no me fue sencillo estudiar y ya no solo por ser mujer, sino también por ser una niña afroamericana. En la época en la que yo nací no ser de color blanco era algo malo, se nos consideraban inferiores solo por ser de otro color. Sé que en clase seguro que habéis oído hablar del racismo, pues en mi época había mucha gente que se creía superior solo por su color de piel, ¿qué pena verdad?, con lo maravilloso que es ser diferente. ¡Qué aburrido sería que todos fuéramos iguales!. Por lo tanto debemos amar nuestras diferencias y valorarlas.

Pero ¿sabéis qué?, ni el ser mujer, ni el ser de otro color me impidieron conseguir mis metas, por eso os digo que no dejéis de luchar por vuestros sueños aunque otras personas os digan que nunca llegaréis a conseguirlo, porque lo único que no se consigue es lo que no se intenta.

La ciencia y los números están siempre en todo lo que nos rodea, nunca desaparecerán y su estudio puede ser fascinante, así que os animo a que cuando llegue el momento os decidáis por estudiar ciencias.

Margarita Salas.

Hola, ¿cómo lleváis el curso?, ¿a que a veces cuesta estudiar?. Eso le pasa, creo, que a todo el mundo, o nos ha pasado. Llegar a desear o querer estudiar puede llevar tiempo. Pero a eso, precisamente quiero animaros con mi carta, vosotros y vosotras sois el futuro, y sí, se empieza ahí, donde estáis ahora. Yo comencé a ir al colegio a los tres años. Mis padres siempre quisieron que tanto mi hermana como yo disfrutáramos de la misma oportunidad de hacer una carrera universitaria que mi hermano, y su situación económica se lo permitió. Compaginé mis estudios con mi amor por la música, la pintura y la escultura, y también me encantaba jugar al tenis. Estoy segura de que a algunos de vosotros también os gustan estas cosas.

Pues yo seguí estudiando hasta llegar a la universidad y me decidí a estudiar ciencias, en concreto por la química, he de deciros que me encantaba la investigación en química orgánica. Cuando terminé tercero de carrera, conocí a alguien que despertó en mi el deseo de estudiar bioquímica, esa persona fue Severo Ochoa. Afortunadamente iba a comenzar a dar bioquímica en cuarto de carrera. Además fui doblemente afortunada porque en ese curso también estaba el que sería mi marido (Eladio Viñuela), juntos hicimos nuestro doctorado. Después decidimos aceptar la invitación de Severo Ochoa y nos trasladamos a Nueva York, a su laboratorio por tres años, fue una gran oportunidad. Además Nueva York es una ciudad con muchos teatros, museos, etc. ¿Os gusta viajar?, esa es una manera genial de abrir vuestra mente.

Bueno, después volvimos a España, y decidimos seguir con nuestra investigación sobre biología molecular. No puedo deciros que nunca me haya sentido discriminada por ser mujer, pero siempre conté con el apoyo de mi marido que me cedió mi espacio para investigar independientemente de él, y que mis logros fueran reconocidos. He de admitir que hoy en día mi trabajo es reconocido y valorado.

Y una de las cosas que más recompensas me ha dado ha sido el poder enseñar a las futuras generaciones de científicas y científicos.

Conclusiones y limitaciones

El primer objetivo de este trabajo era dar a conocer a mujeres científicas a través de algo cotidiano para el alumnado como son los nombres de las calles de Sevilla. Se pensó que algo cotidiano, como es el callejero de la ciudad y que está al alcance del discente, sería un buen material didáctico, pero se comprobó que la sociedad aún hoy en día no reconoce el valor de la mujer en la ciencia, puesto que tan solo una mujer científica tiene su nombre en una calle de Sevilla. No era posible dar a conocer al alumnado el potencial de la mujer dentro de la historia de la ciencia con tan solo un nombre. Por lo tanto se planteó la búsqueda de mujeres relacionadas con el mundo de la ciencia, que por méritos propios, y su aporte a la sociedad en general, merecerían tener una calle con su nombre.

El segundo objetivo era visibilizar a la mujer científica en el aula. Los libros de texto, según los estudios consultados que se han realizado sobre ellos, dan poca relevancia al papel que la mujer tiene en la ciencia, por lo tanto el alumnado llega a conocer en su etapa escolar a muy pocas científicas. Y esto no es porque no existan, pues la historia de la ciencia, demuestra que siempre han existido mujeres que han contribuido al desarrollo científico y merecen ocupar un lugar en los libros de texto. Para conseguir este objetivo se ha realizado un juego que consta de cartas de correspondencia y fichas sobre científicas relevantes, donde de forma amena, con un vocabulario adecuado al nivel de sexto de primaria, se consigue familiarizar y visibilizar a la mujer en la ciencia dentro del aula.

Esto nos lleva al tercer objetivo del trabajo que es el diseño de este material didáctico. Este material cuenta la vida y los logros de doce mujeres científicas, tanto españolas como extranjeras, y también de distintas épocas, que comprenden este siglo y los tres anteriores. Se ha intentado que estén representadas diferentes ramas científicas. El material se presenta en forma de juego para que sea una forma divertida de aprender y conocer a estas mujeres.

Como último objetivo de este trabajo está el presentar los referentes femeninos en el mundo de las ciencias a los discentes de sexto de primaria. Esto se consigue través de las cartas que forman parte del material diseñado. Son cartas personalizadas como si estuviesen escritas por las propias científicas y dirigidas al alumnado, en particular a las alumnas. En las cartas cada una de ellas cuenta su vida, los problemas que enfrentaron y cómo superaron las dificultades, incluyendo consejos para ayudar a los discentes. Se pretende que el alumnado conozca a estas mujeres como algo cercano con lo que identificarse, que sepan que los problemas que ellas superaron pueden ser los mismos que cualquier niño o niña pueden tener, aportando así referentes, sobre todo a las alumnas que tan faltas están de ellos. Las cartas muestran a estas científicas como modelos al alcance de todos y no como seres excepcionales difíciles de imitar.

Entre las conclusiones de este trabajo, tras conocer a estas científicas mediante el estudio de su vida, está el hecho de como favoreció la Segunda Guerra Mundial a la inclusión de la mujer en el mundo científico. Hasta ese momento las carreras científicas eran consideradas por muchas universidades como “carreras de hombres”. Por tanto mantenían cerradas las puertas de estas carreras a la entrada de las mujeres. Cuando comenzó la guerra y los hombres tuvieron que marchar al frente, estas universidades, en vista de la falta de hombres, se decidieron a permitir la entrada de mujeres en estas carreras. Lo mismo sucedió con ciertos puestos de trabajo que, ante la falta de personal masculino, se decidieron contratar a mujeres para cubrir esos puestos. Algunas de las científicas a las que se hace referencia en este trabajo pasaron por esa experiencia. Se puede concluir que una gran desgracia, como fue la Segunda Guerra Mundial, también fue uno de los motores del despegue de la mujer en el mundo científico.

En definitiva, aunque la mujer ha avanzado mucho en general, aún queda mucho camino por recorrer para que tenga la misma visibilidad que el hombre en el mundo científico.

En este trabajo también se han tenido ciertas limitaciones. La primera, nada más empezar, fue descubrir que el callejero de Sevilla no serviría como material didáctico, con lo que hubo que plantearse otras alternativas. Puesto que el trabajo consistía en realizar unas fichas técnicas de las científicas que tenían calles a su nombre en Sevilla, esto no sería imposible si sólo existía una mujer científica en el callejero. Por lo tanto se tuvo que buscar un nuevo rumbo al trabajo y hallar a las científicas que deberían estar y no están en el callejero.

Otra limitación ha sido realizar este trabajo en solitario y en un periodo de tiempo muy limitado, ya que no se ha podido abarcar ni todas las ramas ni a todas las mujeres que tienen un lugar en la historia de la ciencia, por lo tanto el abanico de científicas elegidas es reducido. También el hecho de tener que elegir las científicas que se puedan considerar relevantes según un criterio personal, se podría considerar una limitación, pues probablemente otras personas habrían dado más prioridad a científicas distintas.

A esto se suma el hecho de tener un conocimiento científico básico, al no cursar una carrera científica. Otra persona con un mayor conocimiento científico habría podido desarrollar más la labor técnica de este trabajo.

Como última limitación encontrada esta el hecho de tener que adoptar 12 personalidades distintas, intentando pensar cómo estas científicas para poder escribir las cartas dirigidas a los discentes como si fuesen ellas.

Referencias Bibliográficas

- Cañal de León, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *C&E: Cultura y educación*, 16(3), 245-258. Recuperado de https://rodas5.us.es/file/8390ffcc-3963-9cc2-7940-b2c354148a61/2/texto1_SCORM.zip/files/texto1_examen.pdf.
- Cívico, I. y Parra, S. (2018). *Las chicas son de ciencias*. Barcelona: Montena.
- Diáñez Muñoz, E. y Escobero Rodríguez, J.M.(2015). *Un espejo donde mirarte*. Consejería de Educación. Junta de Andalucía. Recuperado de http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/15102015/83/es-an_2015101512_9135517/resources/cariboost_files/espejo.pdf.
- Fernández Novell, J.M. (2008). La ciencia y los niños. *Revista de la SEBBM*, 158, 27-30. Recuperado de <https://www.sebbm.es/revista/repositorio/pdf/158/i158.pdf>.
- Fosberry, J.(2008). *My name is not Isabella* [mi nombre no es Isabella]. Monkey Barrel Press.
- Fundación Séneca (sin fecha). *Descubriendo científicas* . Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de <http://fseneca.es/descubriendo-cientificas/>.
- Furman, M. (2008). *Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*. IV Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Santillana.
- García Pedrero, G. (13 de septiembre de 2014). *Todos los niños son científicos*. Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Todos-los-ninos-son-cientificos>.
- Gómez Díaz, M.J., López Sancho, J.M., Cejudo Rodríguez , S., Ruiz del Árbol Moro, M., Moreno Gómez, E., Refolio Refolio, M.C. ... Krakowska, B. (2018). *Alfabetización científica en la escuela: propuesta de una nueva metodología*. Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/171151/1/alfab-cientifica-nueva-metodologia.pdf>.
- Gopnik, A. (2012). Scientific thinking in young children: theoretical advances, empirical research, and policy education [Pensamiento científico en niños pequeños: avances teóricos, investigación empírica y educación política]. *Science* 337, 1623–1627. doi: 10.1126/science.1223416.

- Guil Bozal, A. (2008). Mujeres y ciencia: techos de cristal. *EccoS Revista Científica*, 10(1), 213-232. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71510111>.
- Ignotofsky, R. (2016). *Woman in science*. Random house Usa inc.
- Instituto de Ciencias Matemáticas (Ed.) (2017). *Mi científica favorita*. Recuperado de <https://www.icmat.es/outreach/mi-cientifica-favorita>.
- Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F.-F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science [Incluso Einstein tuvo dificultades: los efectos de aprender sobre las luchas de los grandes científicos en la motivación de los estudiantes de secundaria para aprender ciencias]. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 314-328. doi: 10.1037/edu0000092.
- López Navajas, A. (2014): Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la E.S.O: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación*, 363, 282-308. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2012-363-188.
- Macho Stadler, M. (9 de Septiembre de 2015). *El juego de cartas "Mujeres de ciencia"*. Mujeres con ciencia. Recuperado el 14 de Marzo de 2019, de <https://mujeresconciencia.com/2015/09/09/el-juego-de-cartas-mujeres-de-ciencia/>.
- Manassero, M.A. y Vázquez, Á. (2003). Las mujeres científicas: un grupo invisible en los libros de texto. *Revista Investigación en la Escuela*, 50, 31-45. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/60954>.
- Marbá, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189093/353372>.
- Martín Martín, G. (2012). Mujeres científicas en la Unión Europea: ¿escasean todavía las mujeres en carreras científicas y en posiciones de liderazgo?. *Revista de Física Médica*, 13(1), 41-46. Recuperado de <https://revistadefisicamedica.sefm.es/index.php/rfm/article/view/35/34>.
- Muñoz Páez, A. (2012). *Marie Curie. La radiactividad y los elementos. El secreto mejor guardado de la materia*. Barcelona: RBA.
- Muñoz Páez, A. (2017). *Sabias. La cara oculta de la ciencia*. Barcelona: Debate.

- Muñoz Páez, A. (s.f.). *Cartas a Hypatia*. Recuperado el 20 de Mayo de 2019, de <http://mentazar.ddns.net/hypatia/>.
- Ribera Molinos, A. (2016). *Aprender ciencia conociendo a los científicos*. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de <https://culturacientifica.com/2016/03/31/aprender-ciencia-conociendo-los-cientificos/>.
- Sánchez de Madariaga, I., De la Rica Goiricelaya, S. y Dolado Lobregad, J.J. (2011). *Libro Blanco sobre la situación de las mujeres en la ciencia española*. Recuperado de <http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/UMYC/LibroBlanco-Interactivo.pdf>.
- Servicio de Estadística del ayuntamiento de Sevilla. (2015). *Callejero*. Recuperado el 25 de Marzo de 2019, de <http://sig.urbanismosevilla.org/sevilla.art/callejero/index.aspx>.
- Tonucci, F. (1995) *El niño y la ciencia*. En: *Con ojos de maestro* (p. 85-107). Buenos Aires: Troquel.
- Vega Narváez, F., Fernández Delgado, I., Grima Ruiz, C., Muñoz Páez, A., y Romero Ternero, M.C. (2019). *Científicas: pasado, presente y futuro*. Recuperado el 13 de Marzo de 2019, de <http://canalciencia.us.es/premios-investigacion-y-divulgacion-2018-en-la-universidad-de-sevilla/>.