

**GUÍA PARA LA PROMOCIÓN.
DE LAS PROFESIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

**I AM
STEM**



I AM STEM **GUÍA PARA LA PROMOCIÓN DE** **LAS PROFESIONES** **CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

Edita: Inspira, Asociación para la Convivencia

Título original: I AM STEM. Guía para la promoción de las profesiones científicas y tecnológicas

Coordinación de la guía: Pilar Gil Serna y Rosa Martínez Álvarez

Coordinación de contenidos: Eva Fañanás Banzo

Diseño y maquetación: Ana Durán Boldova

© textos: Inspira, Asociación para la Convivencia

Esta edición es propiedad:
Instituto Aragonés de la Mujer (IAM)
Inspira, Asociación para la Convivencia
www.asociacioninspira.com

Edición: diciembre 2020

ISBN: 978 84 09 26493 3

Depósito Legal: Z 1710-2020

Impreso y encuadernado: España

I AM STEM **GUÍA PARA LA PROMOCIÓN DE** **LAS PROFESIONES** **CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

Presentaciones

Maru Díaz Calvo

Consejera de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento

María Goikoetxea Bernad

Directora del Instituto Aragonés de la Mujer

Mujeres STEM

La ciencia, la tecnología y la innovación son herramientas fundamentales para afrontar los retos del futuro. La agenda 2030 nos señala como paradigmáticas cuestiones como el cambio climático, la seguridad alimentaria o la gestión de recursos escasos como el agua dulce. Sin embargo, existe una brecha de género significativa en torno a los instrumentos necesarios para solucionar todas esas cuestiones, enmarcadas en el sector STEM.

Asimismo, la demanda de empleo en ocupaciones relacionadas con el sector STEM va en aumento y es necesaria una mayor presencia de las mujeres para lograr la igualdad en el acceso a las mismas. No podemos dejar el futuro de la tecnología en manos de la mitad de la población.

Por lo tanto, no abordar la brecha de género implica dejar a las mujeres fuera del futuro en dos sentidos: al no formar parte de las soluciones a los problemas del siglo XXI y al estar infrarrepresentadas en las demandas del mercado laboral.

La Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Estados Unidos señala que «una mayor presencia de mujeres en los mundos científico y tecnológico es condición indispensable para la excelencia científica y, también, para el desarrollo económico del país». Si realmente queremos avanzar como sociedad, no podemos seguir desaprovechando el 50% del talento disponible. La igualdad efectiva de las mujeres en todos los ámbitos, también en el sistema de ciencia y tecnología; no solamente es una cuestión de justicia, también es clave para el desarrollo de Aragón y para la prosperidad de nuestra economía.

Maru Díaz Calvo

Consejera de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento

Sin límites

«Que nada nos limite, que nada nos defina, que nada nos sujete. Que la libertad sea nuestra propia esencia.» Simone de Beauvoir

Debemos romper los estereotipos de género que todavía existen en nuestra sociedad, desde que somos pequeñas nos inducen a una forma de ser y estar en el mundo. Un mundo dividido entre lo masculino y lo femenino en el que los hombres deben ser fuertes, valientes, socialmente reconocidos y las mujeres deben ser dulces, comprensivas, cuidadoras y permanecer en el ámbito de lo privado. Estos estereotipos profundizan en las desigualdades de género provocando enormes brechas sociales y coartando la libertad de las personas.

A lo largo de la historia las mujeres hemos sido invisibilizadas, borradas y con nosotras, nuestros aportes al desarrollo de las sociedades.

Decía Simone de Beauvoir que «Anónimo era una mujer» y es que muchas mujeres tuvieron que desarrollar sus proyectos bajo pseudónimos masculinos o nombres de sus maridos para ser tenidas en cuenta.

No hay carreras de chicos o de chicas, igual que no hay trabajos de hombres o mujeres. Podemos ser lo que queramos ser.

Con esta guía queremos motivar la vocación de carreras STEM entre las jóvenes, poniendo en valor a otras mujeres que ya han recorrido ese camino, pioneras en diferentes ámbitos y reconociendo su contribución a la ciencia.

María Goikoetxea Bernad

Directora del Instituto Aragonés de la Mujer

Para todas las descendientes de Eva

El secreto de Eva no era una manzana. Eva quiso compartir con Adán la tenacidad, el deseo de saber, la capacidad para trabajar juntos aunando esfuerzos, la esperanza depositada en mañana, la voluntad de entenderlo todo, la energía necesaria para volver a empezar, para saber vivir entre los interrogantes como otros se apoyan en certezas, la generosidad que hace que las conquistas siempre sean transitivas, su capacidad para conjugar los verbos en primera persona del plural cuando otros repiten permanentemente yo, yo, yo... Adán la entendió. O Quizá no la entendió totalmente, pero confió en ella y decidió acompañarla. Perdieron aquel paraíso. Es cierto, pero ganaron el derecho a pensar.

El maestro aguardaba desde hacía tiempo que le enviaran a la escuela un microscopio. «Espero que por fin este año podamos ver la lengua de las mariposas».

Manuel Rivas, «La lengua de las mariposas», ¿Qué me quieres amor?

Todas las personas necesitamos, sobre todo cuando estudiamos, que alguien nos anime a saber siempre más, a conocerlo todo y a entender el mundo. Sin límites. Una profesora, una madre, un maestro... Alguien que invite a abrir los ojos como hacía don Gregorio, el maestro de *La lengua de las mariposas*, para que los escolares disfrutaran con las arañas de agua, las hormigas que cuidaban un rebaño que les daba leche; con el tilonorrinco, el pájaro que pintaba de colores su nido; con la enigmática mantis; con el caballito del diablo; con un ciervo volante o con las mariposas.

El interés por los secretos del cosmos, por la utilidad de la nanociencia, por la biología molecular o por las leyes de la óptica comienza por algo mucho más próximo: la curiosidad, el deseo de saber, el deseo de aprender, la capacidad de hacerse preguntas infinitamente y de buscar respuestas siempre nuevas.

La familia, la escuela y la sociedad deben ofrecer oportunidades a todos para que puedan desarrollar sus capacidades. A las jóvenes, también. Cuando una niña tiene la oportunidad de estudiar, de aprender, de investigar y de experimentar es capaz de volar tan alto como las mujeres científicas incluidas en esta guía. Afortunadamente, son muchas más de las que aquí recogemos, pero nos sirven hoy de ejemplo para animar a las chicas a aventurarse por el camino de la ciencia. Sin miedo. Con ilusión. Es una aventura apasionante para cada una y una necesidad para la sociedad con la que soñamos.

El futuro está aquí y es vuestro.

MANUAL DE USO DE ESTA GUIA I AM STEM



Qué es I AM STEM

I AM STEM es, además de un juego de palabras entre IAM (Instituto Aragonés de la Mujer) y STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics), la confirmación de que tanto las chicas como los chicos están capacitados para cursar estos estudios y centrar su vida profesional en ellos.

Esta *Guía para la promoción de las profesiones científicas y tecnológicas* pretende ser una herramienta que contribuya a sacar a la luz el talento de las mujeres y lograr un equilibrio entre quienes trabajan en estos sectores. La UNESCO, en su informe de 2019, *Descifrar el código: La educación de las niñas en STEM*, afirma que «las niñas y mujeres son personas clave para crear soluciones para mejorar la vida y generar un crecimiento ecológico inclusivo que beneficie a todo el mundo».

En la actualidad, el acceso de la mujer a los estudios STEM se sitúa en cifras inferiores a un 30%, por lo que el reto es claro. ¿Nos ayudas?

Desarrolladoras

Pilar Gil y Rosa Martínez, profesionales ligadas al sector social y educativo, promueven desde *Inspira, Asociación para la Convivencia*, actividades e iniciativas de diferentes ámbitos. En esta guía de carácter eminentemente práctico, comparten autoría con Ana Durán, diseñadora y mujer de mil talentos que ha proyectado generosamente este proyecto, y Eva Fañanás, profesora de secundaria, psicóloga y orientadora educativa que ha dialogado con las científicas que nos han precedido y con las que trabajan en el presente.

Especificaciones técnicas

Se ruega la utilización de esta guía de manera indiscriminada, a cualquier hora del día y en todos los grupos, asignaturas o entornos posibles.

Aplicar a todas las edades sin distinción por sexos.

Para un buen uso, se recomienda una lectura previa por parte de la persona adulta.

Es importante revisar las actitudes del profesorado. Sus creencias y conductas pueden tener un impacto en la elección de las chicas en su futuro profesional.

Podemos encontrar distintos ejemplares en el centro, ubicados en función del interés en trabajar una u otra sección.

Consérvese preferentemente en el aula. En la biblioteca o los departamentos didácticos, colóquese en lugar bien visible.

Manténgase, sobre todo, al alcance de las niñas y de los niños.

Componentes

$F=mc^2$

La fórmula de protección ante estereotipos de género más avanzada.

En su composición aparece la historia de algunas mujeres aragonesas junto a científicas del s. XXI. Esta igualdad matemática debe quedar accesible en el aula para su uso indiscriminado.

Un recorrido por la cara oculta de la Luna

Refuerza el poder de construcción de un futuro mejor ($F=mc^2$) añadiendo un nuevo componente, la historia. Se recomienda su activación ante la excesiva presencia de científicos masculinos en libros, televisión o web.

15 Experimentos

El antídoto al pensamiento clásico de la auto-exclusión. No, la ciencia no es demasiado difícil, es interesante y también puede ser divertida. ¡Ofrece 15 oportunidades para practicarla!

Cine y televisión

Sistema de protección social contra el desaliento para estudiar carreras STEM. Incluye elementos para el desarrollo de posiciones críticas respecto a los sesgos de género. Busca promover el interés, el compromiso y el rendimiento académico.

Lecturas ConCiencia

Tratamiento recomendado para la biblioteca de centro o aula que persigue reforzar el interés por la ciencia y la tecnología, además de desarrollar un sentimiento de eficacia y confianza en las posibilidades propias.

Actividades ConCiencia

Guía de consulta rápida sobre proyectos, actividades y recursos que ofrecen entidades públicas y privadas para acercar los estudios STEM al alumnado y también a sus familias.

www.ConCiencia

Abre ventanas a un mundo casi infinito de propuestas, información y divulgación científica, juegos, lecturas y material audiovisual variado e interactivo.

Cómo leer I AM STEM

La guía es una invitación para navegar libremente, sin hoja de ruta, sin rumbo y sin prisa por sus páginas, a través de sus distintas secciones.

Cada capítulo y cada página está concebida de manera casi independiente para que su lectura ofrezca información sobre la mujer en las disciplinas STEM, invite a practicar ciencia y tecnología en los centros educativos y contribuya a erradicar los estereotipos y sesgos de género.

¿Qué se puede hacer?

Este planteamiento permite su lectura a modo de manual de consulta y divulgación científica por parte de todas las personas interesadas: profesorado, jóvenes y familias.

Es recomendable como herramienta para seleccionar y concretar los documentos de centro (Plan de orientación y acción tutorial o Plan de igualdad, Programaciones didácticas, Plan de actividades complementarias y extraescolares...). Contiene información variada para inundar de cultura STEM el aula.

La variación de actividades o propuestas para clase contemplarán los siguientes objetivos:

- Tener en cuenta las dinámicas de género en el aula y el entorno escolar.
- Ofrecer oportunidades para practicar ciencia y formular preguntas. Promover el interés en la misma.
- Promover la eficacia personal, el *yo puedo*.
- Conocer los estereotipos de género y confrontarlos.
- Ofrecer modelos de mujeres científicas y favorecer el sentimiento de apoyo de pares.

¿Qué hacer en caso de precisar más información?

Cada sección recoge recomendaciones muy interesantes para saber más y abrir nuevas ventanas a este universo STEM.

¿Cómo localizar tu servicio técnico más próximo?

En caso de avería, se puede acudir a la web del IAM.

ADVERTENCIA



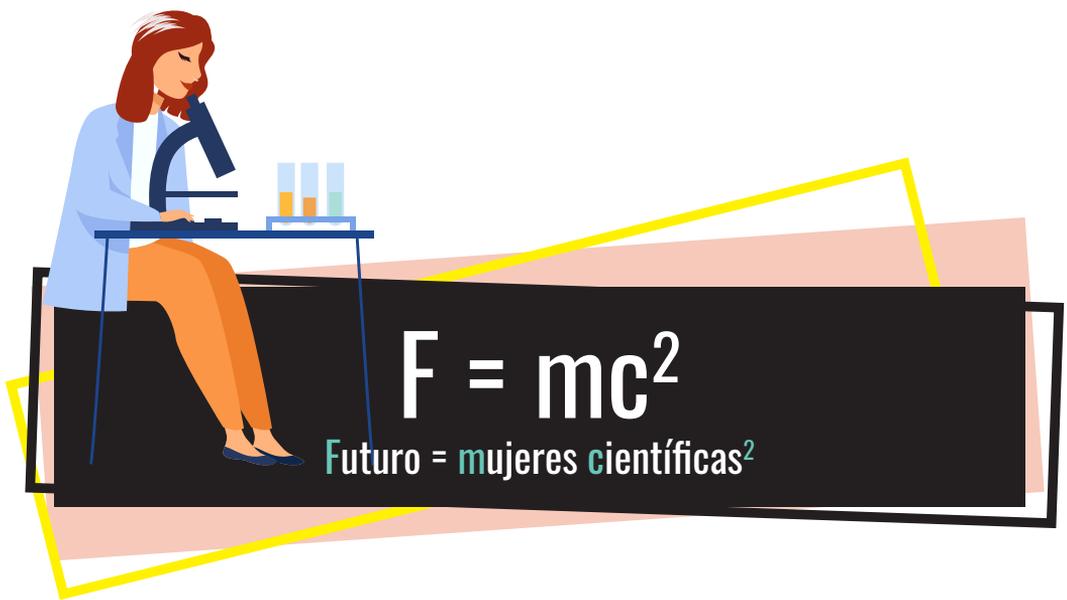
Esta Guía puede contener trazas de admiración y respeto hacia todas las mujeres científicas, las que están presentes en sus páginas y las que, por razones de espacio, no lo están.

También se han encontrado dosis de ilusión y de esperanza en que las mujeres científicas mejorarán las condiciones de vida de todos los habitantes de nuestro planeta.

AVERÍAS FRECUENTES

AVERÍA	POSIBLE CAUSA	REMEDIO
Miedo	Habladorías	Coraje
Expectativas	Falsas creencias	Confianza
Techos de cristal	Machismo	Ejemplos de mujeres
Factores biológicos	Creencias, mitos	Información científica
Dotación genética	Paparruchas	Información científica
Tener poca facilidad	Entorno social	Correcta socialización Autoestima, confianza
Incompatibilidad de los Estudios STEM con su sexo	Estereotipos	Cuidar el proceso de socialización
Desaliento, desánimo	Presencia masculina dominante	Mirar la cara oculta de la luna*
Falta de interés	Escuelas, familias, socialización	Confianza, disfrute de aprender
Falta de motivación	Falta de apoyo del grupo	Referentes de iguales Liderazgo docente, profesorado que anima y acompaña Planes de estudio Materiales con mujeres científicas Igualdad de género en la sociedad Estereotipos de género RRSS Estereotipos de género en los medios de comunicación

*Véase página 31 de esta Guía



$$F = mc^2$$

Futuro = mujeres científicas²

HACER REALIDAD
NUESTROS 
SUEÑOS 

INGENIERAS Y 
PRINCESAS 

EL EQUILIBRIO
ENTRE  
TIERRA Y MAR

CRECER ENTRE
PROBEIAS 

EN B  SCA DE
CERTEZAS 

RASTREANDO
LA MATERIA
SCURA 

UNA  DETECTIVE
EN EL MERCAD 

CIENCIA FICCIÓN
HECHA 
REALIDAD

DESMONTANDO 
MITOS 

LA VIDA EN
EL CENTRO 


PERSIGUIENDO
ESTRELLAS

LA ESENCIA
DE LA 
INVESTIGACIÓN


PIONERA DE
LA CIENCIA 

LA HISTORIA DE ESTAS HISTORIAS EL CUENTO DE ESTOS CUENTOS

Esta es una historia de mujeres deportistas, madres, ciudadanas, luchadoras, solidarias, perseverantes, pioneras, compañeras, hijas... Son mujeres científicas del siglo XXI.

Historias de mujeres que miraban las estrellas, que buscaban el mar, que descubrieron la belleza de los vectores y su pasión por los animales en el corral de sus abuelos, que quisieron mejorar la vida de la gente, que quisieron entender los secretos del universo, que han puesto su tiempo y su inteligencia al servicio de los demás, que quieren cuidar el mundo, que son capaces de compartir conocimientos y de colaborar, que rompieron los techos de cristal, que arrojaron luz al otro lado de la Luna, que decidieron darse una oportunidad y que han entendido que los avances científicos no pertenecen a quien los impulsa, sino que son patrimonio de la humanidad.

Esta es una historia de mujeres que dan clase, miran por un microscopio, buscan la materia oscura, participan en la invención de nuevas tecnologías, velan por la pureza del agua y de los alimentos, descubren remedios para acabar con las enfermedades, entienden el comportamiento de la luz o escudriñan el firmamento. Mujeres que hacen ciencia, matemática, ingeniería y tecnología, continuando con la estela de esas mujeres científicas que encontraremos en nuestro recorrido por la cara oculta de la luna.

La historia de estas historias es una historia de superación, de compromiso, de rigor, de voluntad, de ilusión, de sueños, de deseos, de valentía, de tenacidad, de colaboración, de sensibilidad, de coraje y de proyectos comunes. Nuestra historia.

HACER REALIDAD NUESTROS SUEÑOS



Esther Borao Moros
(Gallur, 1988)

Fui a la escuela en Gallur. En el Instituto Juan de Lanuza de Borja hice el Bachillerato y, después, estudié Ingeniería Industrial en la Universidad de Zaragoza. Completé mi formación en Varsovia y en Sevilla. Sigo aprendiendo de grupos de personas que ponen su talento a disposición de los demás. También aprendí por mi cuenta gracias a la comunidad *maker* y *open source*. Tuve la fortuna de conocer el trabajo de dos mujeres, Ayah Bdeir y Limor Fried, ingenieras que se dedicaron a la creación. Fueron para mí el ejemplo de cómo la tecnología y el arte, la técnica y la imaginación podían combinarse perfectamente.

A mediados de marzo me dijeron que se estaban quedando sin respiradores en Italia, y que eso mismo podía pasar en España. Se me ocurrió crear un grupo de Telegram para poner en contacto a distintos makers y ver qué podíamos hacer. Dos semanas después éramos 16.000 personas. Había nacido «Coronavirus Makers». En un mes, habíamos entregado más de 420.000 viseras, 100.000 mascarillas FFP2 y 20.000 batas quirúrgicas.



Esther es la prueba de que se puede unir el universo de la ciencia y la técnica con la creación, los inventos, los sueños y la imaginación. Esta ingeniera industrial especializada en robótica y automática ha descubierto el camino para hacer realidad sus ideas. El conocimiento técnico da alas a su creatividad. Así ideó las gafas de Horus, que permiten controlar los objetos con la mirada o participó en proyectos donde desarrolló juguetes para enseñar a programar a niños desde los tres años. También puso en marcha una academia de inventores para acercar a los niños a la tecnología. Actualmente es la directora del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA), con 230 personas a su cargo que trabajan para impulsar los proyectos de otros. A todo eso ya está acostumbrada. Procede del universo de la cultura abierta y colaborativa. En ese terreno nadie hace nada en beneficio propio. Siempre se pone la tecnología al servicio de las personas y se trabaja por el bien común. A veces, entre todos, se puede hacer magia. Eso sucedió con el grupo Coronavirus Makers.

INGENIERAS Y PRINCESAS

Hay muchas oportunidades para poder hacer lo que a cada uno le gusta. Mis padres supieron ver que me fascinaba la información que encontraba en internet para aprender a programar y buscaron la academia MiniVinci, donde he hecho muchos proyectos con Patricia Heredia. Desde los seis años quiero ser ingeniera. Alguna vez escuché «eso es cosa de chicos», pero lo importante es probar lo que despierta tu curiosidad. A mis amigas les gusta lo que hago, aunque ellas tengan otros intereses, se han acostumbrado a mis cosas. Tenemos muy claro que las chicas podemos ser lo que queramos. Si queremos ser princesas, podemos ser princesas y si queremos ser ingenieras, también podemos.

«Lo más importante es buscar las formas de aprender lo que te gusta»

Es importante ver que hay niñas, chicas y mujeres haciendo tecnología, moviéndose en el medio digital. Con esa idea creamos con cuatro amigas de la academia una app que acercaba el mundo STEM a las niñas y también el canal de YouTube VALPAT. Todo el mundo no tiene recursos cerca para aprender tecnología y nosotras montamos vídeos donde explicamos cómo experimentar y disfrutar haciéndolo. Me gustaría que todas las chicas podamos pensar que estamos de sobra capacitadas para el mundo tecnológico.



Valeria Corrales Chavarría
(Huesca, 2008)

Su pasión por la tecnología se inició en internet, a través de tutoriales, empezó montando construcciones reales para la muñeca Goldie Blox que su padre le trajo de USA y cuyo eslogan es «la curiosidad mató los estereotipos». Descubrió que la ciencia puede ser muy divertida y permite hacer todo lo que imagines, no tiene límites.

Cada día, después de estudiar en el instituto Pearson a distancia, organiza su tiempo para repartirlo entre sus pasiones: la tecnología y el deporte. Ha descubierto que, usando su imaginación y los medios tecnológicos a su alcance, es capaz de inventar soluciones ingeniosas a problemas cotidianos reales. Su sueño es poder encontrar la cura a graves enfermedades.

EL EQUILIBRIO ENTRE TIERRA Y MAR



El día a día en la depuradora de aguas residuales de Teruel es muy dinámico y constantemente estamos resolviendo problemas. Una depuradora es una gran fábrica donde tenemos muchas

máquinas y la parte más importante, el alma, es el proceso biológico formado por millones de bacterias que se encargan de limpiar el agua. Trabajo detrás del microscopio, vigilando y cuidando las bacterias para que todas cumplan con su misión. Investigar sobre la contaminación siempre me apasionó y, aunque la estudié en agua salada, me he adaptado al cambio.

«Nunca he pensado que ser mujer me puede condicionar»

En ciencia el trabajo en equipo es fundamental. Es necesario escuchar, respetar y tener objetivos comunes. Las catorce personas que trabajamos en la depuradora tenemos diferente formación, somos muy heterogéneos y colaboramos para que todo funcione. Nunca he pensado que ser mujer me puede condicionar. Siempre he hecho todo lo que me he propuesto. Ser mujer no me ha limitado en nada. Cuando era adolescente no sabía muy bien qué carrera elegir, solo tenía claro que la ciencia era la llave. Hoy, preocupada por el futuro de nuestro planeta, considero que es el momento de realizar estudios STEM que permitan un progreso respetuoso con el medioambiente.



Nuria Gómez Masiá
(Teruel, 1975)

Del corral de sus abuelos se llevó algo más que las pulgas en el dobladillo de sus vestidos, descubrió el gusto por la naturaleza y el contacto con los animales. Esta licenciada en Ciencias del Mar que aprendió todos los secretos del agua, ha encontrado en Teruel el mar al que cantaba Joaquín Carbonell. Con la misma firmeza con la que afrontó su lucha contra el cáncer, también a Nuria le gustaría darnos el mar «todo ese mar cansado y bello, que cobijó grandeza y trueno» para convencernos de la necesidad de querer y de proteger nuestra tierra. Aragón, que «no es de azúcar ni tiene mariposas en invierno», es el paisaje en el que ella decidió quedarse anclada para trabajar por el futuro de las personas que viven aquí.

CRECER ENTRE PROBEIAS

Fue una niña curiosa. Desde muy pronto, trató de entender el mundo que la rodeaba. Pasó casi tantas horas recorriendo las montañas del Valle de Tena como en el laboratorio del CEIP Montecorona de Sabiñánigo donde su padre era profesor. Tras su etapa en el IES San Alberto Magno, estudió el Grado de Bioquímica y Biología en la Universidad de Navarra y se doctoró en Biología Molecular en la Universidad Autónoma de Madrid.

En la actualidad está considerada como una de las quince investigadoras más prometedoras del mundo, habiendo obtenido el Premio L'Oréal-UNESCO International Rising Talents y L'Oréal-UNESCO For Women in Science Research y es Jefa de un grupo de investigación multidisciplinar en la Fundación Josep Carreras.

La ciencia es necesaria para el desarrollo de la sociedad y para lograr un mundo más justo. El hecho de que la gran mayoría de las investigaciones se financie con fondos públicos, permite que los resultados reviertan en toda la población. La fundación en la que trabajo, el Instituto de Investigación contra la Leucemia Josep Carreras (IJC), es uno de los pocos centros en el mundo monográficamente dedicado a la leucemia y a otras enfermedades oncológicas de la sangre. Hacemos ciencia básica dirigida a entender la enfermedad para desarrollar mejores tratamientos.

Concretamente estudiamos las mutaciones, errores en el ADN, que afectan a las secuencias que regulan los genes. Nuestro equipo es multidisciplinar, cada uno aporta su conocimiento específico según su formación y experiencia. La diversidad cultural y de género aporta diferentes puntos de vista y permite un ambiente sano donde la creatividad fluye sin límite alguno. Sin embargo, esta igualdad de género no es lo más común. La UNESCO estima que los puestos directivos en un grupo de investigación tan sólo son ocupados por mujeres en un 25% y los puestos de mayor responsabilidad los suelen ocupar hombres, situación que va cambiando poco a poco. La esperanza son las siguientes generaciones.

Mis padres siempre creyeron en mí, fomentaron mi pasión por la vida, el entorno y me trasladaron la importancia del estudio, al igual que los profesores y mentores que he tenido a lo largo de mi vida. Crecí convencida de que el género no influye en las decisiones que yo pudiera tomar.



Biola M. Javierre Martínez
(Huesca, 1983)

«Crecí convencida de que el género no influye en las decisiones que yo pudiera tomar»

EN B√SCA DE CERTEZAS π

Las matemáticas tienen un gran valor, nos ayudan a pensar. En ocasiones se valoran los avances científicos en el sentido material (vida más cómoda, más larga, más entretenida, etc.), pero lo más importante es que nos enseñan a distinguir lo que solo es una opinión, de lo que está más próximo a una certeza. La buena ciencia se presenta de forma sincera, los datos indican que probablemente pasa esto o lo otro. La forma de razonar en matemáticas es un modelo que bien podría dirigir algunos aspectos de la sociedad: sin saltos, deduciendo una cosa de la otra y sin hacer trampas.

Nuestra forma de trabajar en la universidad es colaborativa. Casi siempre se trabaja en equipo para intercambiar ideas, aunque sigue siendo un trabajo solitario. Ese intercambio «mueve» la cabeza y entonces empiezas a ver cosas que antes no habías visto. Investigar es lo que más me gusta y me ha ofrecido la oportunidad de trabajar en Magdeburg, Zurich, Suiza y Nueva York. Supe que sería feliz con las matemáticas cuando escuché a mi profe de COU, ahora 2º de Bachillerato, hablar de espacios vectoriales. Aquello me pareció tan espectacular como un atardecer otoñal en los bosques de Zuriza. Ahora me preocupa el descenso de chicas que optan por estudiar Matemáticas; en los años noventa el porcentaje de chicas era incluso algo superior al 50% y ahora ronda el 30. Estoy convencida de que a las mujeres nos influyen las expectativas que personas cercanas tengan sobre nosotras, pero también los estereotipos. Se suelen destacar poco nuestros logros. Mi familia siempre confió en mí, a veces es más difícil mantener la confianza en una misma, aunque ese es el camino.



«Las matemáticas tienen un gran valor, nos ayudan a pensar»

Concha Martínez Pérez (Huesca, 1972)

Se recuerda casi siempre aceptando retos. Esta doctora en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza pasó de resolver los acertijos de las publicaciones que su padre llevaba a casa, como la revista *Cacumen*, a coordinar la Red Española en Teoría de Grupos y asumir diferentes puestos de responsabilidad en la gestión de la Universidad de Zaragoza, en la que es profesora.



RASTREANDO LA MATERIA OSCURA

Arreglar por sí misma las cosas que se rompían era su gran afición, aunque eso supusiera dejar sin luz a todo el edificio en el que vivía por haber empalmado mal unos cables. Tremendamente inquieta, fue una aplicada deportista y estudiante que leía revistas de divulgación científica y soñaba con entender cómo funciona el universo. Tras doctorarse en Físicas por la Universidad de Zaragoza, continúa como investigadora en esa universidad. Junto a la catedrática Marisa Sarsa, directora del proyecto, coordina un equipo de diez investigadores en un experimento de Astrofísica en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC).

En el laboratorio realizamos ciencia de base, que es el motor que hace avanzar la tecnología más allá de sus limitaciones actuales y la impulsa hacia el futuro. En el LSC, a partir de detectores de partículas muy masivos y ultra-puros, queremos encontrar materia oscura y comprender las propiedades de los neutrinos. La materia oscura debe llenar todo nuestro universo, pero no podemos verla. Según nuestras teorías debería ser unas cinco veces más abundante que la materia normal, pero es muy difícil de detectar... Para hacernos una idea, cada segundo, un millón de esas partículas cruzan cada centímetro de nuestra piel y, en un año, solo una de ellas chocará con alguno de los átomos que forman nuestro cuerpo. Perfeccionar esos detectores, directamente permite que pueda aplicarse, por ejemplo, en medicina.



**María Martínez Pérez
(Huesca, 1974)**

«Una sociedad que no invierte en ciencia es una sociedad que es estanca, que no apuesta por el progreso»

Desde una perspectiva histórica, la relación entre avances científicos y mejora de la calidad de vida es evidente. Desgraciadamente la física ha estado vetada para la mujer hasta hace bien poco, por lo que su historia se escribe en masculino y solo tres mujeres han conseguido un Nobel en esta disciplina. La elección de esta carrera sigue siendo mayoritariamente masculina, aunque muy lentamente va cambiando. Es necesario mandar un mensaje claro de que la ciencia también es cosa de mujeres y nosotras queremos ser parte del progreso.

UNA DETECTIVE EN EL MERCADO

Admira a madame Curie, de quien destaca su valentía, su entusiasmo y perseverancia en el trabajo, su humildad y sencillez. También la Dra. Pérez Cabrejas trabaja con estos referentes. Solo así se explican los miles de horas de trabajo riguroso y paciente en el laboratorio estudiando la composición de los alimentos y su efecto en nuestro organismo, velando por la salud de todos. Cuando nos asomamos a la trayectoria profesional de Dolores Pérez Cabrejas, enseguida descubrimos dos pasiones: la investigación y la docencia. El deseo de entender, de analizar y la necesidad de compartir ese conocimiento entre los estudiantes. A lo largo de treinta años, esta profesora ha desarrollado dos líneas de investigación. La primera de ellas sobre las proteínas de la leche y la segunda sobre el control de la calidad de los alimentos. Ha patentado varios tests que permiten conocer las características de los alimentos. Sus trabajos han sido reconocidos con diversos premios y distinciones nacionales e internacionales.



Dolores Pérez Cabrejas
(Mallén, 1963)

*«Animo a arriesgarse
y adentrarse por
los caminos de la
investigación»*

Cuando terminé la Educación General Básica en Mallén, hice el Bachillerato en Borja. Enseguida me interesaron las ciencias, la Biología, la Química, la Física y decidí estudiar Veterinaria. Al llegar la hora de elegir una especialidad, me atrajo la Bromatología, que tiene un nombre un poco raro, pero que es la ciencia que se ocupa de los alimentos. Me doctoré en la Universidad de Zaragoza con una tesis sobre las proteínas de la leche y, como también me gustaba la docencia, dirigí mis esfuerzos a lograr una plaza de profesora en la Universidad de Zaragoza. En 2017 gané la cátedra de Tecnología de los alimentos. Una de las cosas que me permite mi trabajo es invitar a las jóvenes a que se arriesguen a adentrarse por los caminos de la investigación y de la ciencia. Las horas que dedicamos a nuestras investigaciones en el laboratorio mejoran la calidad de vida de las personas. Merece la pena soñar. Los sueños de aquella niña que creció en la fértil huerta de Mallén y en los viñedos del Campo de Borja se han hecho realidad.



CIENCIA FICCIÓN HECHA REALIDAD



**Ana Elvira Planas Lara
(Alcañiz, 1971)**

*«Nunca he sentido
diferente trato por
ser mujer»*

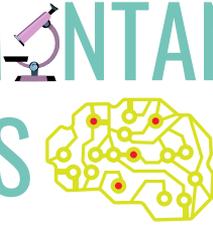
Soñaba con ser inventora, científica, intérprete o escritora. Su familia la animaba a estudiar y la apoyó a salir y conocer mundo. En el pueblo donde vivía, esas ganas de aprenderlo todo era visto como una rareza, les parecía que estaba «malgastando los mejores años de su vida estudiando». Afortunadamente, en el instituto y la universidad encontró personas con las que compartir intereses e inquietudes. No recuerda haber vuelto a sentir un trato diferente. Actualmente, esta ingeniera industrial, especialista en la ergonomía de los exoesqueletos o equipos robóticos, compagina su trabajo como consultora y responsable de laboratorio en Mutua Universal con la docencia en la Universidad de Zaragoza.

Mi labor se centra en ayudar a las empresas para que las condiciones de trabajo sean saludables, para que las personas no se lesionen. La Ergonomía concibe al ser humano como medida de todas las cosas, y de esta manera, se diseñan las instalaciones, se desarrollan ayudas mecánicas y nuevas herramientas. La ciencia y la tecnología nos aportan soluciones novedosas a problemas que no sabemos cómo resolver y para ello, además de los conocimientos técnicos, es necesario algo de creatividad, arte y conocer el factor humano. Mis últimos proyectos se han centrado en el campo de la «robótica wearable», en el diseño de exoesqueletos, unos dispositivos que se colocan sobre la persona y que ayudan a realizar su actividad con menos esfuerzo y fatiga. Sí, algo parecido a los trajes de Iron Man.

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es muy importante para el progreso de la sociedad y la contribución de las mujeres ha sido decisivo. Hedy Lamarr, por ejemplo, tuvo la idea de transmitir un mensaje cifrado sin cables. Si ella no se hubiera atrevido a llevar su idea adelante, nos habríamos perdido las conexiones por wifi, bluetooth o gps. Las mujeres de mi familia no estudiaron en la universidad, pero me enseñaron que otra vida más allá de lo que te rodea es posible si trabajas, mantienes la esperanza y perseveras lo suficiente.



DESMONTANDO MITOS



**Montse Rodríguez Lapuente
(Zaragoza, 1998)**

En el instituto, Olga y Carmelo, mis profesores, hicieron que me enamorara de la asignatura de Biología, por lo que decidí estudiar Biotecnología al ser el grado más parecido que había en Zaragoza. Mis amigas no sabían qué elegir, casi nunca se tiene claro. ¿Cómo saber si tienes vocación en algo que no has hecho antes? En la Secundaria estudias algo de ciencia, pero no tiene mucho que ver con lo que hay más allá. Hay que desmitificar eso de la vocación y no hay que tener miedo a equivocarse. Mi consejo es que tenemos que perder ese miedo que hace que sintamos que tal vez no estamos a la altura o que no valemos. Si no lo probamos, nunca lo sabremos.

«Si la ciencia te parece interesante, has de darte la oportunidad»

El mito del científico genio, como Einstein, tampoco anima a cursar estudios científicos o tecnológicos. La ciencia la hace la gente normal y que tiene la paciencia necesaria para hacerse

miles de preguntas al plantearse diversas maneras de ver las cosas. En ciencia todas las visiones cuentan y, especialmente, la visión que se pueda aportar como mujer. Muchos siglos de invisibilidad han dejado fuera a la mitad de la población. Un ejemplo es que, para estudiar los efectos secundarios de los fármacos solo se elige a hombres. Es necesario que se equilibre la balanza.

Nuestra sociedad es diversa y plural, pero se fundamenta en una ciencia que aún conserva algo de la hegemonía masculina del pasado y es necesario que eso cambie.

Es estudiante del Máster en Neurociencia y graduada en Biotecnología, aunque todavía conserva la parte de niña *paleontóloga* y adolescente *bióloga* que fue. Es frecuente que las personas curiosas, observadoras y constantes quieran dedicar su vida a descubrir cómo funciona el mundo y, en el caso de Montse, ha elegido profundizar sus estudios de Neurociencia, atraída por el reto de investigar en un campo donde lo que se desconoce supera a lo conocido.

PERSIGUIENDO ESTRELLAS

De niña le gustaba la música, los idiomas y llegar a casa sin haber perdido nada. Cuando se iba a algún viaje con el colegio, su madre le hacía una lista con lo que llevaba en la maleta para que la comprobara el día de vuelta. A quienes son muy despistadas, les decimos que están en la luna, aunque lo que nos gustaría es que nos contaran a dónde les ha llevado esta vez su imaginación. Esta ingeniera en Electrónica y Automática Industrial trabaja en el Observatorio Astrofísico de Javalambre, en la programación de la segunda cámara astronómica más grande del mundo. Vive, literalmente, persiguiendo estrellas.

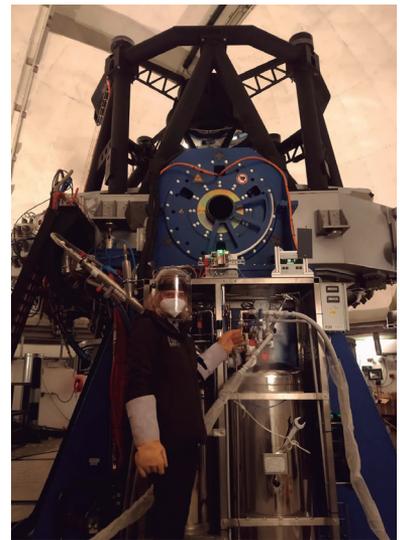
«Dedicándote a lo que te gusta, das lo mejor de ti»

Mi tarea principal como ingeniera de software de control de IPCam en el observatorio se podría comparar con una «traducción entre el idioma que habla la cámara que toma imágenes del cielo y el que habla el resto del observatorio». A través del lenguaje informático, indico todo lo que cámara debe hacer: orientarse, enfocar, guardar o compartir las fotografías captadas. Si imagináis el observatorio como un móvil, mi trabajo sería hacer que la pantalla y la cámara pudieran interactuar y que pudierais compartir vuestras fotos en red.

Mi medio para escuchar música, hacer trabajos o chatear era el ordenador. Me gustaba la tecnología en general, todo lo que tuviera botones, pero a mi alrededor nadie se dedicaba a la ingeniería y no me imaginaba trabajando en ello. Hasta los 18 años no empecé mi afición a «cacharrear» para descubrir las tripas de los aparatos, pero siempre se está a tiempo de descubrir qué te apasiona y dedicarte a ello. En este campo no he observado distinción alguna por ser mujer. Lo más importante es lo que nosotras nos creamos y que confiemos en nuestras capacidades sin sentirnos nunca menos que nadie. Además, cuando te dedicas a lo que te gusta, das lo mejor de ti y eso lo proyectamos a los demás.



Miriam Royo Navarro
(Teruel, 1987)



LA VIDA EN EL CENTRO

La Directora Gerente del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) prioriza tanto el cuidado del medioambiente, generando conocimiento científico riguroso para la protección y la conservación de los agroecosistemas, como el de las más de 250 personas que allí trabajan. Esta Doctora Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos, especializada en Urbanismo, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, ha centrado sus estudios y desarrollo profesional en la gestión del agua en el ámbito de la ayuda humanitaria, de los movimientos sociales y la docencia universitaria.



Lucía Soriano Martínez
(Madrid, 1977)



En mi familia las mujeres se dedicaban a los cuidados y los hombres al trabajo fuera del hogar. Ambos me transmitieron confianza en mis capacidades y elegí libremente mis estudios. Las personas con carreras universitarias a mi alrededor eran hombres ingenieros, a mí se me daban bien las asignaturas científico técnicas y pensé que una ingeniería era útil para mejorar un poco el mundo. Esa era mi vocación y motivación. Otro reto encubierto era demostrar que, como mujer, era capaz de cursar esos estudios con igual éxito que los hombres.

Ser madre hizo que eligiera buscar trabajos que no implicaran tanta responsabilidad y tiempo como en mi puesto actual. Para aceptar la dirección del CITA me hice una reflexión crucial: «Hay veces que los techos de cristal no los pone la sociedad, nos los ponemos nosotras mismas». Y vivencí en primera persona algo que siempre había estado en mi discurso: la necesidad de empoderamiento de las mujeres.

Debemos creernos capaces de entrar en espacios de toma de decisiones. Es imprescindible feminizar las formas de gestión, visibilizar los cuidados, la empatía y poner la vida en el centro de la toma de decisiones. Ser mujer en el mundo actual, en el que todavía existen elementos marcadamente machistas, supone un privilegio y un compromiso para el cambio hacia una sociedad en la que todas las personas, hombres y mujeres, se sientan parte.

*«La ingeniería es
útil para mejorar el
mundo»*

LA ESENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Siempre estuvo rodeada de mujeres de ciencia que le invitaban a aprender cosas nuevas cada día. Esta astrofísica, amante de la naturaleza, fue una niña curiosa que creció en la costa gallega, en Foz. Allí exploraba, manipulaba y ponía a prueba sus habilidades, tratando de descubrir cómo funcionaba todo. Tras realizar el Doctorado en Física del Cosmos en la Universidad de La Laguna cursó el Máster en Periodismo Científico y Comunicación de la Ciencia.

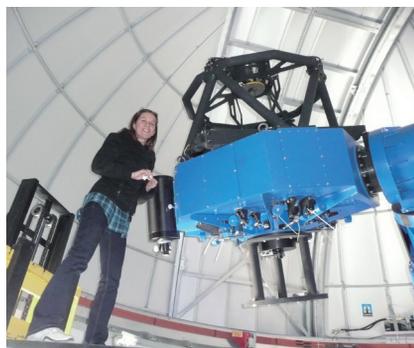
Es la responsable del Departamento de Comunicación y Divulgación Científica del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA), donde se ubica, desde hace más de una década, el Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ). Ella hace realidad la idea que sostiene que, en un mundo basado en la ciencia, tan importante es quien investiga como quien hace accesible sus descubrimientos.

El CEFCA tiene un fuerte compromiso en transmitir a la sociedad el conocimiento científico. Sólo así se puede valorar los beneficios que tiene la inversión en ciencia básica, cuyas aplicaciones permiten mejorar las condiciones de vida. El OAJ es un ejemplo de esto, pues el desafío tecnológico de construirlo ha supuesto avances que ya se aplican en medicina.

En el mundo de la investigación es importante compartir nuestro trabajo y conocer el de otros. Cuando varias personas, con distintas habilidades y conocimientos, colaboran, surgen ideas y proyectos que permiten aprender y seguir avanzando. El OAJ lo diseñó y construyó un equipo multidisciplinar de científicos e ingenieros con el fin de poder hacer cartografiados del cielo y estudiar de qué está hecho el 95% del Universo y del cual no se sabe casi nada: la materia y la energía oscuras. Sus telescopios y cámaras son únicos en el mundo y su logro ha sacudido la astrofísica internacional. Todos los datos son públicos y están al alcance de cualquiera. Es un proyecto de legado para la humanidad. Trabajar en un grupo con un objetivo así es increíblemente motivador.



Luisa Valdivielso Casas
(Zaragoza, 1981)



«Aprender cosas nuevas no es sino la esencia de investigar»

PIONERA DE LA CIENCIA

La investigación es plantear ideas nuevas, que tengan interés y que atraigan al investigador. Anima la emoción que se produce al descubrir algo nuevo. En el campo de la Óptica, donde he centrado mi carrera, la investigación y el desarrollo de tecnologías ópticas que se realizan, se aplica en medicina, comunicaciones o nuevos materiales para la impresión 3D. Me gusta decir que las ideas no vienen de la nada, se basan en los conocimientos, en el contraste del trabajo propio con otros publicados y en la discusión dentro del grupo de investigación. Allí los jóvenes aportan nuevas ideas y dinamismo, es algo que siempre he valorado de mi trabajo en la Universidad.

«Es necesario creer que puedes hacer lo que te propongas, aunque tengas dificultades»

Los jóvenes han de estudiar aquello que les gusta, hay que quitar el miedo a las carreras de ciencias. Aragón ha dado científicos de mucho prestigio, quizá por el interés de sus familias en que estudiaran y porque los profesores han identificado el talento y han orientado al estudio. No hay profesiones para hombres y otras diferentes para mujeres, aunque alguna vez sí que me sentí arrinconada.

Las mujeres solemos hacernos invisibles. Por eso agradezco tanto los gestos valientes de poner mi nombre a un edificio del Parque tecnológico Walqa y al premio internacional de educación de la sociedad científica SPIE (The International Society for Optics and Photonics).



**María Josefa Yzuel Giménez
(Jaca, 1940)**

Las estrellas han marcado el camino de esta investigadora situada entre los llamados *pioneros* de la ciencia española. De niña recorría las calles de Jaca con su padre y su hermano, hasta el final del Rompeolas, para descubrir las constelaciones en las noches de verano. Al terminar la escuela, la memoria de la luz y de los colores de la montaña la acompañaron primero a Zaragoza, donde se doctoró en Física, y a todas las ciudades en las que ha trabajado como profesora e investigadora desde su cátedra de Óptica. Los premios y distinciones siempre sientan bien, pero le gusta más subir a la peña Oroel, tomar café con sus amigas o preparar actividades como presidenta de *El año de la luz*.



La cara oculta de la Luna





LAS MUJERES EN LA CIENCIA

La ciencia arroja luz sobre todo aquello que tiene que ver con el mundo natural o la tecnología. En su historia se recogen los avances en el conocimiento del mundo de la mano de sus protagonistas.

Los documentos que se estudian muestran la ciencia y la tecnología como un terreno casi exclusivo de hombres. Para entender ese hecho, nos basta saber que las mujeres tardaron mucho tiempo en conquistar su derecho a cursar estudios después de concluir la escuela primaria. Una minoría de ellas pudieron investigar o estudiar lejos de la luz del conocimiento que guardaban las universidades y academias. Estas instituciones eran el reflejo de una sociedad que relegaba a las mujeres al cuidado del hogar. Únicamente las mujeres educadas en familias con un interés cultural alto y que contaron con su apoyo para salirse del rol impuesto, las que perseveraron en su pasión por el estudio de la ciencia y las que confiaron siempre en sus capacidades pese a todos los obstáculos, lograron dejar constancia escrita de la relevancia de sus investigaciones y logros.

Podríamos decir que en la historia de la ciencia nos sucede como en la exploración de la luna. Como sabéis, a nuestra luna siempre le vemos la misma cara, porque tarda el mismo tiempo en girar sobre sí misma que en rodear la tierra. Hasta el 7 de octubre de 1957, fecha de la primera



Margaret Hamilton junto con el software de navegación que desarrolló junto a su equipo en el MIT para el proyecto Apolo. Foto: MIT.

fotografía de la cara oculta de la luna, creíamos que la geografía de la luna la componían grandes mares y cráteres, pero esa foto cambió nuestras creencias sobre la cara no visible de la luna, la cara oculta u oscura. Sin la barrera protectora que ejerce la tierra, la cara oculta de la luna queda expuesta a la actividad del universo, de la misma forma que sin la confianza de la sociedad en el valor que aporta la mujer a la ciencia, esta seguirá permaneciendo oculta.

Con esa metáfora, podemos imaginar cómo los hombres que han dedicado su vida a la ciencia han estado desde la antigüedad en la cara visible de la luna, mientras las mujeres eran socialmente



Doodle creado por Google que rinde homenaje a la primera programadora, Ada Lovelace.

colocadas en la cara oculta. Hoy solo conocemos la historia de unas pocas de ellas que, venciendo mil dificultades y salvando todos los obstáculos que encontraron en su camino, se adentraron en los secretos de las leyes que explican el cosmos, la naturaleza o la composición de la materia.

En este particular recorrido histórico que te proponemos por la cara oculta de la luna recordaremos el nombre de algunas mujeres que han contribuido al avance de la ciencia. Te invitamos a que descubras más protagonistas en las páginas que aparecen a continuación y que completes la información que te ofrecemos acudiendo a sitios web, artículos de revistas o libros como los que recomienda esta guía. Distinguiremos tres periodos: antigüedad, ciencia clásica y ciencia moderna.

CIENCIA EN LA ANTIGÜEDAD

En algunas civilizaciones antiguas muchas mujeres eran consideradas verdaderas eminencias. La primera mujer científica de la que hay registros fue la médica egipcia *Merit Ptah* (2.700 a.c.) y la primera alquimista, *Taputti* (1.200 a.c.) en la Mesopotamia babilónica.

En la Grecia y Roma clásica, se creía en el poder supremo de la razón para resolver todos los

problemas sin necesidad de experimentos y su influencia duró dos milenios.

Durante este tiempo, como también sucedería después, el saber estaba en manos de las clases privilegiadas. Una de las maestras de más prestigio de la Escuela de Alejandría fue *Hipatia* (s. IV), matemática, astrónoma y filósofa.

«Defiende tu derecho a pensar,
porque incluso pensar de manera
errónea, es mejor que no pensar»

Hipatia

Hoy seguimos utilizando algunos de sus inventos y sus ideas influyeron en la nueva concepción del mundo a partir del Renacimiento. Su muerte violenta a manos de enardecidos fanáticos es considerada como el hecho que marca un cambio de pensamiento: la visión del mundo occidental en el siguiente milenio pasó a regirse por la religión.

Durante la Edad Media era tan extraño que las mujeres se dedicaran a asuntos científicos que frecuentemente eran acusadas de brujería cuando ejercían la medicina o la alquimia. Aquellas que querían hacer estudios superiores debían acudir a monasterios y conventos, como la abadesa *Hildegarda de Bingen* (s. XII), que

fue médica, compositora y filósofa. Encontramos una excepción en la italiana *Trótula de Ruggiero* (s. XII), médica y profesora en la Escuela de Medicina de Salerno, el único centro laico que admitía mujeres.

CIENCIA CLÁSICA

La ciencia clásica se inicia con lo que se conoce como la *Revolución Científica*, por el gran avance de la biología, la física o la astronomía. La investigación adopta el método científico y eso lleva a una nueva forma de entender la realidad. Las universidades o expediciones científicas continuaban cerradas para las mujeres, por lo que, para encontrar científicas, debemos seguir asomándonos a la cara oculta de la luna. Algunas mujeres pudieron dedicarse a la ciencia a la sombra de sus padres, maridos o hermanos, como las astrónomas alemanas *María Winkelmann* y *Carolina Herschel* (s. XVII) o las británicas *Anna Atkins* y *Ada Lovelace* (pioneras de la fotografía y la programación, respectivamente, s. XVIII). *Marie-Anne Lavoisier* (s. XVIII) colaboró junto a su esposo, *Antoine Lavoisier*, en el nacimiento de la química



Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) y *Marie Anne Lavoisier* (*Marie Anne Pierrette Paulze*, 1758–1836).

moderna. Además del trabajo conjunto en el laboratorio, ella traducía textos de alquimia que les llevaron a identificar errores de base que pudieron corregir. Actualmente es considerada *madre de la química*.

Otras se vieron obligadas a ocultar su condición de mujer, como la botánica francesa *Jeanne Baret*, que se disfrazó de hombre para embarcarse como asistente en la primera circunnavegación francesa, siendo la primera en dar la vuelta al mundo.

CIENCIA MODERNA

El nacimiento de la ciencia moderna trajo un cambio en la forma de entender la vida y desveló un mundo enteramente nuevo, del que no teníamos sospechas, porque nuestros sentidos no están hechos para verlo o sentirlo.

También aportó una idea de unidad fundamental en la naturaleza. Estos descubrimientos están muy unidos a los avances tecnológicos que aportan nuevas herramientas para estudiar y entender la realidad.

En las últimas décadas del s. XIX, las mujeres acceden a la universidad para estudiar carreras científicas. *María Elena Maseras* fue la primera española en matricularse en una carrera científica en el año 1872. Su labor se centró en la enseñanza por las enormes trabas para dedicarse a la investigación.

Con el s. XX se inició el reconocimiento al trabajo de las mujeres científicas y se marcó el camino para la igualdad real en el acceso y la promoción en los estudios y carreras científicas y tecnológicas. Este proceso está siendo muy largo porque cuesta mucho cambiar la mentalidad de la sociedad respecto a cualquier tema. Sucede que, por muy equivocadas que sean, las ideas que se transmiten durante veinticinco siglos, no pueden modificarse de la noche a la mañana. Y si esto os sorprende, recordad que hay personas que creen que la tierra es plana.



Rosalind Franklin
Foto: MRC Laboratory of Molecular Biology.

En este periodo en el que ahora vivimos podemos encontrar tanto hombres como mujeres en la cara visible de la luna. La Academia Sueca ha distinguido con el premio Nobel a más de una veintena de mujeres, la primera de ellas, *Marie Curie*. La participación de científicas, tecnólogas, ingenieras, arquitectas y matemáticas en proyectos de amplio interés internacional, como la era aeroespacial, también ha contribuido a interiorizar que los trabajos en ciencia y tecnología no tienen sexo.

Las normas actuales en igualdad podrían hacer pensar que se han superado las barreras que hacían de la ciencia y la tecnología *territorios inalcanzables*, pero la historia nos enseña que no es así. Una de las barreras que siguen presentes son los estereotipos de género, de los que es difícil librarse y de los que hay que ser conscientes. Los mismos Nobel, protagonizaron dos robos muy sonados, ignorando la aportación de: *Rosalind Franklin*, química y cristalógrafa británica, en el descubrimiento del ADN y *Jocelyn Bell*, astrofísica norirlandesa, la primera en observar un pulsar. El premio se lo dieron exclusivamente a sus compañeros.



Dame Jocelyn Bell Burnell
Foto: DIPCeHu.

El reto del s. XXI debe ser lograr la igualdad de oportunidades real, donde hombres y mujeres aporten sus capacidades, su visión del mundo y sus méritos se valoren de la misma forma. Estamos en un mundo de tecnología, inteligencia artificial, nanociencia y *big data* donde se prevé que un porcentaje altísimo de los futuros puestos de trabajo aparezcan en las disciplinas Sciece, Technology, Engineering y Mathematics (STEM) y no se puede perder el talento ni el talante de las mujeres en ninguna actividad humana.

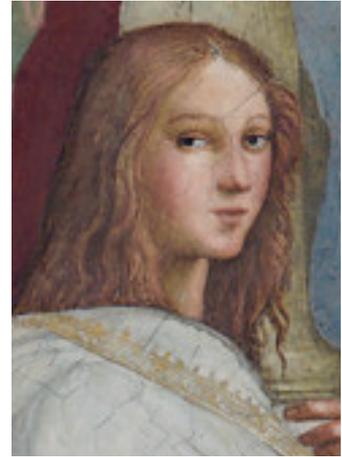
«La gente a menudo me describe como la primera mujer británica en el espacio, pero en realidad fui la primera persona británica. De lo contrario nuestros sesgos nos llevarían a pensar que un hombre estuvo allí antes»

Helen Sharman

Necesitamos luz en la cara oculta de la luna. Una luz que encenderéis vosotras porque como afirma la filósofa *Eulalia Pérez Sedeño* «Las mujeres siempre han estado ahí, pero no se les ha puesto el foco».

LA LUZ DE LA CIENCIA

Hipatia
(Alejandría, 355 – 415)



La ciudad de Alejandría era una espléndida metrópoli fundada por Alejandro Magno, famosa por su Museo, Biblioteca y sus grandes templos. Situada a orillas del Mediterráneo, era la capital de Egipto, que estaba gobernado por el imperio romano. En ese contexto Hipatia, hija de un ilustre matemático del Museo y astrónomo, sobresalió como estudiosa de las ciencias y la filosofía. Continuó con la tradición científica del Museo y se convirtió en una renombrada profesora que daba lecciones públicas. La conocemos a través de escritos posteriores a su muerte violenta a manos de fanáticos cristianos.

En matemáticas trabajó en la base de la geometría de la antigüedad, escribió sobre aritmética y se interesó por la geometría de la figuras cónicas para el estudio de los astros. También sabemos que, en ciencias aplicadas, confeccionó un planisferio terrestre y un hidroscoPIO. Concebía la naturaleza como un universo ordenado por leyes accesibles al conocimiento. La naturaleza era numérica.

«Llegó a tal grado de cultura que superó a todos los filósofos contemporáneos, heredó la escuela platónica y explicaba todas las ciencias filosóficas a quienes lo deseaban». Sócrates El Escolástico.

«Aprendió de su padre las ciencias matemáticas, pero resultó mucho mejor un el maestro, sobre todo el el arte de la observación de los astros»

Filostorgio



La escuela de Atenas, pintura al fresco obra de Rafael Sanzio, ubicada en el Palacio Apostólico de la Ciudad del Vaticano. De izquierda a derecha: Epicuro (en azul), Anaximandro o Boecio (below), Averroes (con turbante), Pitágoras (escribiendo), Hypatia (en blanco), Parménides (en amarillo).

UNA MATEMÁTICA AUTODIDACTA

Sophie Germain
(París, 1776 – 1831)



Nació en el seno de una familia liberal y burguesa muy ligada a la política. Germain tenía trece años cuando estalló la Revolución francesa y, para alejarse de los horrores de la guerra, se refugió en la biblioteca familiar. Enseguida le interesaron las matemáticas. Sus padres trataron de impedir que se volcara en el estudio de esta disciplina por considerarla muy poco femenina, pero persistió y terminaron por darle libertad en sus estudios. Bajo el pseudónimo «Monsieur Le Blanche» presentó distintos trabajos, principalmente centrados en la teoría de números, cuya valoración personal de algunos académicos le animó a continuar; pero, a pesar de sus logros, como el desarrollo del teorema que hoy lleva su nombre: «teorema de Germain», no tuvo ningún reconocimiento. Tuvo que preocuparse de realizar sus propias publicaciones para evitar que otros se apropiaran de sus avances en la ciencia.

Excluida de la comunidad científica por su condición de mujer, centró sus posteriores estudios en física matemática, obteniendo el Premio Extraordinario de la Academia de Ciencias de París por su trabajo sobre el comportamiento de las superficies elásticas. Durante sus últimos

años centró su interés en la filosofía, la química, la historia y la geografía. Nunca se le concedió título alguno.

Actualmente se reconoce su enorme valor como filósofa y matemática. El Instituto de Francia, a propuesta de la Academia de Ciencias, concede anualmente «Le prix Sophie Germain» al trabajo más destacado en investigación matemática.

Todo esa distinción es póstuma, ya que incluso en su certificado de defunción figura como profesión rentista, no matemática. ¡Qué manera de vivir de rentas!

Parafraseando las palabras que Neruda dirigió a Miguel Hernández: «Recordar a quien desapareció en la oscuridad y recordar a plena luz es un deber, un deber de amor».



CIENCIA Y FICCIÓN

Ada Lovelace (Londres, 1815 - 1852)

Es considerada la primera programadora de ordenadores. Esta matemática, informática y escritora nació en una familia acomodada y fue instruida por su madre, Ana Isabella Byron, quien promovió su interés por la lógica y las matemáticas. En el momento que le tocó vivir, las mujeres no podían trabajar en la universidad ni publicar sus trabajos, pero su posición social aristocrática le permitió colaborar en varios proyectos relacionados con la matemática y sus aplicaciones. Su obra más conocida, *Notas sobre la máquina analítica*, fue una traducción comentada, y contiene el primer programa de computación que conocemos. La firmó con sus iniciales para que su trabajo fuera tomado en serio, pero pronto se supo quién era la autora.

«Nadie sabe el potencial que encierra este poderoso sistema, algún día podrá llegar a ejecutar música, componer sinfonías y complejos diseños gráficos».

Hasta 1959, año en el que se publicaron sus *Notas*, no se visibilizó su logro en la descripción del primer ordenador y el primer software del mundo. El lenguaje de programación ADA del Departamento de Defensa de USA lleva su nombre.



Con su padre, Lord Byron, apenas convivió, pero tuvo mucha influencia en el pensamiento de Ada, consideraba que la intuición y la imaginación son cruciales para hacer ciencia. Quizá la lectura de *Frankenstein*, de la amiga de su padre, Mary Shelley, le animó también a trascender los límites de la realidad. Shelley fue otra pionera. Inició, con esa novela, el género de la ciencia ficción.



Emmy Noether
Foto: Konrad Jacobs, Erlangen.

EL TALENTO Y LA PASIÓN POR EL CONOCIMIENTO EN BENEFICIO DE LA SOCIEDAD



Creció en una familia en la que sus padres eran profesores y supieron educar y motivar excepcionalmente a su hija. En Polonia las mujeres no tenían acceso a la educación superior, por lo que se trasladó a la Universidad de la Sorbona en París, donde obtuvo sus títulos en física y matemáticas. Fue la primera catedrática de Francia, la primera mujer en recibir un premio Nobel por los servicios para *el desarrollo de la química mediante el descubrimiento de los elementos radio y polonio* (extracto del acta del comité científico, Premio Nobel de química, 1911) y la única persona en recibir dos premios de diferentes disciplinas científicas. En 1903 había compartido el Nobel de física con su marido, Pierre Curie, y Henri Becquerel por su trabajo sobre la radiación, acuñando el nombre de radiactividad para describir la impresión dejada por un compuesto de uranio colocado sobre una placa fotográfica. Por generosidad, no patentó su descubrimiento para aislar el radio con el fin de dejarlo abierto a la investigación de toda la comunidad científica.

Irène Joliot-Curie, su hija mayor, realizó también grandes contribuciones a la ciencia. Descubridora

Maria Salomea Sklodowska «Marie Curie»
(Varsovia, Polonia, 1867 -
Passy, Francia, 1934)

del neutrón, compartió con su marido, Frédéric Joliot-Curie, el premio Nobel de química en 1935. Esta saga familiar continúa con Hélène Langevin, física y divulgadora, cuyo sueño es normalizar el trabajo científico: «es un mito que las Curie sacrificaran su vida por la ciencia».



Irène Curie y Marie Curie, 1925.

LA MADRE DEL ÁLGEBRA ABSTRACTA

Emmy Noether
(Erlange, Alemania, 1882-
Pensilvania, USA, 1935)



Compartió desde muy niña las tertulias que mantenían en casa su padre, Max Noether, con sus amigos matemáticos. Aunque se formó en historia y lenguas modernas, poco después terminó imponiéndose su interés por las matemáticas. Era consciente de que, para conseguir un logro matemático es necesario un gran trabajo, pero ella estaba dispuesta a hacerlo por el placer que supone entender la realidad.

Noether es considerada la madre del álgebra abstracta. Creó escuela. Supo proyectar una mirada personal sobre los problemas que la ciencia tenía planteados y utilizó estrategias nuevas para resolverlos por el camino más fácil. Sus trabajos permitieron abrir nuevos senderos para la matemática, pensando en términos de conceptos algebraicos sencillos y generales.



Emmy Noether
Foto: Konrad Jacobs, Erlangen.

Influyó también en otros campos, como la física, donde permitió entender y resolver el problema de la conservación de la energía en la teoría general de la relatividad de Einstein. Sin embargo, a Emmy Noether se le negó durante toda su vida un puesto de trabajo digno en la universidad por la única razón, abiertamente reconocida, de ser mujer.

«¿Cómo podemos permitir que una mujer sea *Privatdozent*? Podría llegar a ser profesora y miembro del Consejo de la Universidad; ¿es lícito que una mujer sea miembro del Consejo?» Esta objeción motivó la famosa respuesta de Hilbert: «Caballeros, el Consejo no es una casa de baños, así es que no veo por qué una mujer no puede formar parte de él». (Corrales Rodríguez, C. 2014).

En USA, donde emigró en 1933, huyendo de la Alemania nazi, fue profesora en un *College* para mujeres hasta que falleció tras una complicación quirúrgica. Actualmente la Association for Women in Mathematics celebra cada año sus Conferencias Noether para honrar a las mujeres matemáticas y también se le ha dado su nombre a un campus de una universidad alemana, al colegio donde estudió, a una calle de su ciudad natal, al asteroide 7001 y a uno de los cráteres de la cara oculta de la luna.

AL SERVICIO DEL MUNDO

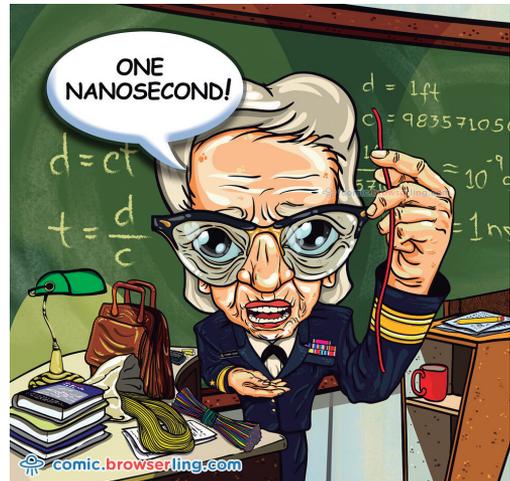
**Grace Murray
(Nueva York 1906-1992)**



De pequeña le fascinaban las máquinas. Fue una persona muy curiosa y eso le ayudó en su camino. Se graduó en Física y Matemáticas, materia sobre la que realizó un máster en la Universidad de Yale. Hasta la Segunda Guerra Mundial fue profesora en la Universidad de Vassar. Ingresó en el ejército para trabajar en el laboratorio *Cruft*, donde se convirtió en la primera persona en utilizar el primer ordenador digital secuenciado a gran escala del mundo. Acuñó para todos el término *bug* para referirnos a un error en el software que hace que no funcione bien el programa.

A los cuarenta años le notificaron que ya era demasiado mayor para el ejército, pero continuó su labor investigadora en Ciencias de la Ingeniería y Física Aplicada. Sentó las bases para los lenguajes de programación y allanó el camino para los primeros ordenadores comerciales.

Con 80 años, habiendo sido también una de las primeras mujeres en conseguir el cargo de Contraalmirante en la Armada, se retiró, quedándose como consultora para una empresa pionera en mini computadoras.



*Grace Hopper
Webcomic sobre desarrolladores web,
programadores y navegadores.*

«Si es una buena idea,
continúala y llevadla a cabo.
Es mucho más fácil pedir
disculpas que conseguir el
permiso necesario»

MIRAR CON OTROS OJOS LO CONOCIDO

Lynn Margulis
(Chicago, 1938 –
Massachusetts, 2011)



Lynn Margulis dedicó su vida profesional a investigar el microcosmos de los organismos más pequeños de la Tierra. Su tarea se centró en desmenuzar cómo evolucionan y cómo se relacionan unos con otros, pero, dada la falta de familiaridad de la comunidad científica con los microorganismos que existen en nuestro planeta, se vio obligada a batallar contra lo establecido a veces muy duramente.

Su principal contribución fue enriquecer la célebre teoría de la evolución. Demostró que todos somos comunidades de microbios. Cada planta y cada animal en la Tierra es hoy producto de la simbiosis. Además, echó por tierra la arraigada creencia de que sobrevive el más fuerte, poniendo el acento en la cooperación: «El pacto es la simbiosis, al final nadie gana ni pierde, hay una recombinación. Se construye algo nuevo».

Fue catedrática del Departamento de Geociencias de la Universidad de Massachusetts (Amherst) y la División de Ciencias de la Vida de la NASA financió durante décadas su investigación. Llegó a ser uno de los más renombrados miembros de la comunidad científica internacional y una prolífica escritora.



Recibiendo el Premio Nacional de Ciencia de manos del presidente Bill Clinton, 1999.

Foto: Lou Gold.

«El sueño de todo científico es hacer que se reescriban los libros de texto básicos, Lynn Margulis lo ha conseguido»

Niles Eldredge

EXPLORADORA DE LA VIDA

Margarita Salas
(Canero, 1938 -
Madrid, 2019)



*Ciclo Conversaciones en la Aljafería.
Foto: Cortes de Aragón.*

«Se puede salir adelante; hay que mejorar las condiciones sociales, compartir más las cargas familiares. Si se hace, en un futuro no muy lejano la mujer ocupará el lugar que le corresponde»

Reconocía, sin apenas amargura, que en el desierto científico que era España a finales de los cincuenta nadie creía en ella por ser mujer. Ni siquiera Alberto Sols, director de su tesis, creía que merecía la pena dedicarle tiempo a una mujer. De no haber contado con una carta de recomendación de Severo Ochoa, posiblemente hubiera continuado siendo invisible. Sols la aceptó en su laboratorio sin ninguna convicción. No podía negarse a nada que le pidiera un premio Nobel. Después de defender su tesis, viajó a Nueva York junto a su marido, el científico Eladio Viñuela, para trabajar en el laboratorio de Severo Ochoa, quien les adjudicó grupos de investigación distintos. Dejó de ser «la mujer de»

para ser Margarita Salas, para hablar con su propia voz.

Tras años de investigación, llegaron los premios y reconocimientos. Trabajó en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa de Madrid, fue profesora en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, académica de la RAE y la primera mujer en recibir la Medalla Echegaray, otorgada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Por encima de sus honoris causa y de las calles y los centros docentes a su nombre, entre ellos una escuela de Zaragoza, Margarita Salas solo deseaba volver a ser joven para empezar de nuevo y seguir investigando.

UNA ATLETA DE LA LUZ

Donna Strickland
(Vuelo, Canadá, 1959)



Es una ingeniera Física, pionera en la investigación en el campo de los láser, que trabaja en la Universidad de Waterloo. Ha sido la primera mujer en recibir el premio Nobel de Física del s. XXI por la creación de la tecnología CPA que permite estirar el haz de luz en el tiempo y no en el espacio. Esa aportación fue revolucionaria en el campo de la física del láser, en el uso de pinzas ópticas y su aplicación en sistemas biológicos. ¿Conoces a alguien que se haya operado de la vista? Pues es gracias a las aplicaciones de los láseres de alta intensidad.

Su pasión por la investigación, le lleva a hablar de su desarrollo tecnológico como «algo divertido, por eso pasé muchas horas trabajando en ello». Por contra, reconoce el valor de pioneras como Marie Curie y Maria Goeppert-Mayer al investigar en una época en las que las mujeres científicas no podían acceder a puestos pagados. Donna Strickland, la plusmarquista de la luz, continúa haciendo magia con ella, liderando un equipo de investigación en láser ultrarápido.



Intervención en el Foro Fortune Global, Canadá 2018.

«Y lo más importante, nunca digas nunca. Aprovecha al máximo cada oportunidad que se te presente. Nunca sabes a dónde te lleva la vida, así que simplemente tienes que probar y disfrutar del viaje»

TIJERAS PARA PODAR MOLÉCULAS

E. Charpentier y J. Doudna

Emmanuelle Charpentier (Juvisy-sur-Orge, Francia, 1968) y Jennifer Doudna (Washington, USA, 1964) han obtenido el máximo reconocimiento de la comunidad científica internacional por desarrollar un método de edición genética y «reescribir el código de la vida» (extracto del acta del comité científico, Premio Nobel de Química 2020). Las dos bioquímicas y genetistas revolucionarias, han creado con sus equipos de investigación la tecnología CRISPR. El resultado de este trabajo colaborativo han sido unas «tijeras moleculares» que alteran el ADN y contribuyen al tratamiento de enfermedades genéticas.

Emmanuelle Charpentier estudió Bioquímica, Microbiología y Genética en la Universidad Pierre y Marie Curie en París. Doctorada por el Instituto Pasteur y especializada en virus, desde 2018 funda y dirige un grupo de investigación independiente, apoyado por la Sociedad Max Planck.

Jennifer Doudna, doctorada en Química Biológica y Farmacología Molecular en Harvard, es profesora en la Universidad de California en Berkeley, donde también dirige la División de Bioquímica, Biofísica y Biología Estructural.



Entrega del premio Kavli en nanociencia 2018.
De izquierda a derecha: Jennifer A. Doudna,
Virginijus Šikšnys, Emmanuelle Charpentier.

INVENTORAS QUE REVOLUCIONARON LA VIDA MODERNA

La mujer, desde la cara oculta de la luna, inventó artilugios, máquinas y componentes que han revolucionado la vida moderna, haciéndola más fácil.

A finales del s. XIX, las patentes registradas por mujeres en USA únicamente suponían un 1% del total. Actualmente, la brecha entre inventoras e inventores sigue existiendo. La cifra de las patentes registradas exclusivamente por mujeres ronda el 5% y un 30% las presentadas por equipos de investigación mixtos.

Margaret A. Wilcox (Chicago, 1838 - ¿?)

Fue una de las pocas mujeres ingenieras mecánicas de su época. Inventó la primera calefacción de automóvil y, aunque no pudo solucionar la regulación de la temperatura del aire del motor que entraba al coche, sirvió de base del calentador que integra los coches actualmente. También ideó una máquina capaz de lavar ropa y vajilla. ¿Podéis imaginarla?

Maria Beasely (Filadelfia, 1847 - 1904)

Fue una empresaria e inventora de éxito. Entre sus quince patentes registradas destaca el bote salvavidas. El Titanic llevaba veinte de sus botes «a prueba de fuego, compactos, seguros y fáciles de lanzar», lo que permitió que setecientos seis hombres, mujeres, niñas y niños sobrevivieran y se mantuvieran a salvo hasta que llegó la ayuda.

Letitia Geer (1852- 1936)

Creó en 1899 la primera jeringuilla que podía ser utilizada con una mano... Sí, sí, ¡con lo que habéis tomado el jarabe desde que nacisteis!

Mary Anderson (1866 -1953)

Observó que los conductores de tranvías sacaban la cabeza por la ventana para poder ver en medio de la lluvia y se le ocurrió la idea de un limpiaparabrisas. Su patente de 1903 está considerada como el primer dispositivo eficaz.

Anna Connelly (1883 - 1924)

El 23 de agosto de 1887 patentó la escalera de incendios. Ideó una estructura metálica que se adosaba a los edificios y suponía una forma alternativa de escape rápido en caso de incendio y otra emergencia. A día de hoy se mantiene ese mismo diseño en ciudades como Nueva York o Boston.

Florence Parpart (Nueva York)

Inventora y exitosa emprendedora, además de una máquina limpiacalles, diseñó, fabricó y comercializó el primer refrigerador eléctrico moderno. ¡La abuela de nuestra nevera!

Ángela Ruiz Robles (Villamanín, 1898 - 1975)

Fue maestra, escritora e inventora. A esta leonesa se le reconoce como la precursora del ebook, el libro electrónico. En 1949 registró su primera patente: «Procedimiento mecánico, eléctrico y a presión de aire para lectura de libros». Internacionalmente se considera que Michael Hurt fue el inventor de esa idea, al fundar en 1971 el Proyecto Gutenberg para volcar libros físicos en una biblioteca virtual.

Katharine Burr Blodgett (Nueva York, 1898 - 1979)

Fue una física estadounidense que inventó el vidrio no reflexivo. Este material lo encontramos en los parabrisas de los coches o las pantallas de los ordenadores.

Dra. Maria Telkes (Budapest, 1900 - 1995)

Esta fisicoquímica húngara es conocida como «Solar Queen» por su trabajo como ingeniera en USA. Junto a la arquitecta Eleanor Raymond (1887 - 1989) diseñaron y construyeron en 1947 la primera casa solar que funciona únicamente con energía solar.

Stephanie Kwolek (1923 - 2014)

Química estadounidense de origen polaco que, en 1965, descubrió una rama increíble de polímeros cristalinos líquidos y creó fibras sintéticas. Registró diecisiete patentes. El Kevlar, su descubrimiento más famoso, es un tejido de alta resistencia usado en todo el mundo para fabricar cientos de productos como chalecos antibalas, cables de fibra óptica, partes de aviones, cascos o canoas.

Celia Sánchez- Ramos (Zaragoza, 1959)

Licenciada en farmacia y diplomada en óptica y optometría, con trece patentes. Destaca su *Método Alta Eficacia*, para cuidar los ojos de la agresión de la luz ambiental, y un sistema para autenticar la identidad a través del reconocimiento por córnea... ¡de película!



15 Experimentos

La Bolsa Mágica, LA CAMA DE FAQUIR El Clip Prodigioso,
EL EQUILIBRISTA IMPOSIBLE, Agua
Dulce, Agua Salada, Tinta Invisible, *La*
Gota Ingrávida, VINO, AGUA Y VICEVERSA, **Circuitos**
de Plastilina, Papel Marmolado,
ILUSIÓN ÓPTICA, ¡Arde Acero!, Atrapa un Arcoiris,
Microscopio Láser, ABRACADABRA, La
Bolsa Mágica, LA CAMA DE FAQUIR El Clip Prodigioso,
EL EQUILIBRISTA IMPOSIBLE, Agua
Dulce, Agua Salada, Tinta Invisible, *La*
Gota Ingrávida, VINO, AGUA Y VICEVERSA, **Circuitos**
de Plastilina, Papel Marmolado,
ILUSIÓN ÓPTICA, ¡Arde Acero!, Atrapa un Arcoiris,
Microscopio Láser, ABRACADABRA...

Experimento nº 1

La Bolsa Mágica

¿Qué vamos a hacer?

Llenaremos una bolsa hermética de agua, la atravesaremos, primero con una pintura de madera, y más tarde, con más pinturas. Sorprendentemente, **el agua no se derrama.**



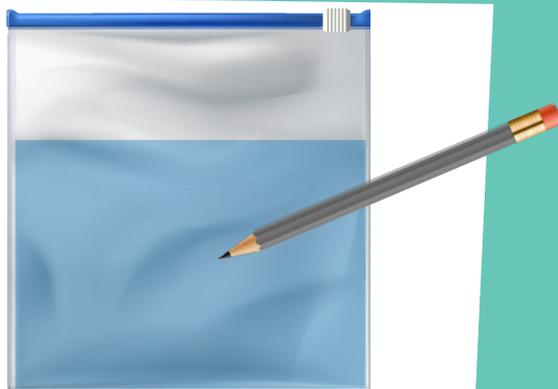
¿Cómo es posible? Te lo explicamos a continuación.

Materiales

- Bolsa hermética tipo Zip Up
- Pinturas de madera, afiladas
- Agua
- Una bandeja (para colocar debajo por si el experimento no sale)

Procedimiento

1. Llenamos la bolsa de agua y la cerramos.
2. Colocamos una bandeja debajo de la bolsa, por si hubiera posible fuga de agua.
3. Con manos firmes atravesamos con la pintura la bolsa. La pintura entrará por una pared de la bolsa y saldrá por la otra pared, taponando la entrada y la salida.
4. Hacemos lo mismo con otras pinturas, y comprobamos que... ¡el agua no se sale!



Lo que vas a leer ahora **es** súper **interesante**

La presión que ejerce la pintura de madera afilada en la superficie de la bolsa **se adapta** perfectamente **al volumen de la pintura**, por lo que, al introducirla, no deja salir más agua, ya que sella la salida y mantiene la presión interna de la bolsa.

EL RELEVA

El plástico de la bolsa está compuesto de polímeros, los cuales son súper moléculas que, en vez de romperse, se separan, y, al tratar de regresar a su posición original, crean un sello natural alrededor de la pintura. Analizando el fenómeno en mayor detalle, **todo esto es debido a la estructura y a las propiedades del polímero que compone la bolsa de plástico.**

¿Qué sabes acerca de los polímeros? La materia está formada por moléculas. Estas, a su vez, están formadas por al menos dos átomos. Los polímeros son moléculas gigantes, que se producen por la unión de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros.

Una de las diferencias más destacadas entre los polímeros y las moléculas normales es que estos tienen una excelente resistencia mecánica, debido a las grandes cadenas que los conforman. Esta particularidad permite que los polímeros se usen para crear materiales resistentes a nivel industrial y comercial, entre ellos el plástico.

¿Y tú qué piensas?

¿Crees que saldría bien el experimento con una bolsa normal del supermercado?

Pruébalo si quieres. Seguramente... ¡te mojarás los pies!

Las bolsas Zip Up que usamos en el experimento son especiales, están fabricadas con polímeros de varias cadenas con la finalidad de resistir altas y bajas temperaturas.



EXPERIMENTO nº 2

La Cama de Faquir

¿Qué vamos a hacer?

Colocaremos **un globo encima de muchas chinchetas** o clavos y **no explotará**. La presión es la fuerza ejercida por unidad de superficie ($P=F/S$). La presión aumenta cuando aumentamos la fuerza, o cuando disminuimos la superficie, y viceversa.

Materiales

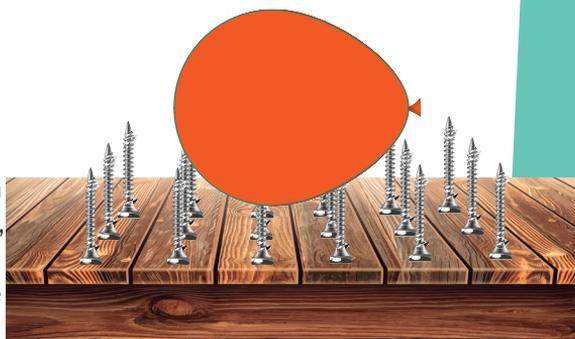
- Clavos o chinchetas
- Una madera de 20x30 cm
- Un martillo
- Globos



Procedimiento

1. Una vez construida la cama de Faquir, con la madera y los clavos, colocamos un globo lleno de aire sobre la misma, y luego ponemos algo de peso sobre el globo. Observaremos que no explota.

2. A continuación, empujamos el globo contra un único clavo y veremos que explota. En este caso, toda la fuerza se concentra en un punto muy pequeño y la presión hace que el clavo atraviese el globo y explote.



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

¿Por qué un globo hinchado resiste mucha más fuerza antes de explotar cuando está sobre un gran número de clavos que cuando está sobre un único clavo?

Para analizar qué es lo que provoca la diferencia, hagamos unos cuantos cálculos sencillos.

Imagina que la punta de cada clavo tiene una superficie de 1 milímetro cuadrado, que en unidades del Sistema Internacional es 0,000001 m². La cama tiene 100 clavos, así que la superficie total de los clavos es 0,0001 m².

Ponemos el globo sobre la cama de clavos, y encima le colocamos un libro de 500 gr, es decir, 0,5 kg de masa. El peso del libro ejerce una fuerza sobre el globo, que podemos calcular fácilmente utilizando la expresión $\text{Peso} = \text{Masa} \times \text{Gravedad}$, lo cual nos da un valor aproximado de 5 Newtons.

Los 5 Newtons del libro aplastan el globo contra los cien clavos. Vamos a repartir estos 5 N entre las puntas de todos los clavos, que tenían una superficie total de 0,0001 m². Entonces resulta:

$$\mathbf{5 \text{ N para } 100 \text{ clavos} \Rightarrow 5 \text{ N} / 0,0001 \text{ m}^2 = 50.000 \text{ N/m}^2}$$

Ahora colocamos el globo sobre únicamente un clavo. Los 5 N se concentran en un único punto, cuya superficie es 0,000001 m², y por tanto:

$$\mathbf{5 \text{ N para } 1 \text{ clavo} \Rightarrow 5 \text{ N} / 0,000001 \text{ m}^2 = 5.000.000 \text{ N/m}^2}$$

EU R LKA

Parece claro entonces que la clave del distinto efecto que tienen uno o cien clavos en el globo está en el cociente fuerza/superficie, es decir en la presión, que no depende sólo de la intensidad de la fuerza, sino también de la superficie sobre la que se ejerce.

¿Y tú qué piensas?

¿Por qué no se hacen daño los faquires de la India?

¿Cómo pueden acostarse sobre una cama de clavos? En este caso, la fuerza se mantiene constante, y es igual al peso del faquir (mxg). Pero, ¿y la superficie? Cuando nos pinchamos en un solo clavo, la superficie es muy pequeña (0,03 cm²), pero cuando lo hacemos con 200, ésta aumenta proporcionalmente (6 cm²) por lo que la presión disminuirá 200 veces. Entonces, en contra de lo que pudiera parecer, cuanto mayor sea el número de clavos, menor presión habrá y, por lo tanto menor dolor. He ahí el truco.

Experimento nº 3

El Clip Prodigioso



¿Qué vamos a hacer?

Demostraremos que las **moléculas de agua ejercen una poderosa atracción entre sí**.

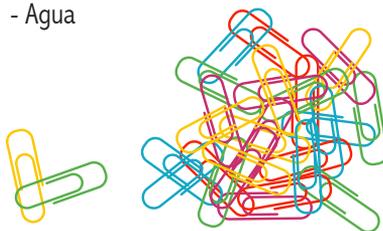
¿Cuántos clips caben en un vaso de agua?

Apuesta y gana, porque... ¡cabén más de los que te imaginas!



Materiales

- Muchos clips
- Un vaso
- Agua



Procedimiento

1. Llenamos el vaso de agua hasta el borde, que no quepa ni una gota más, justo hasta el borde, pero sin que llegue a derramarse.
2. Con cuidado, empezamos a verter los clips en el vaso, uno a uno.
3. Seguimos echando, 2, 3, 4, 5,... 10... 20... 30... 40 clips... 50...



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

EL REKA

La explicación de este fenómeno tiene que ver con la **tensión superficial**, es decir, la cantidad de energía necesaria para aumentar la superficie de un líquido. Debe su origen a las fuerzas de **atracción entre las moléculas de agua**.

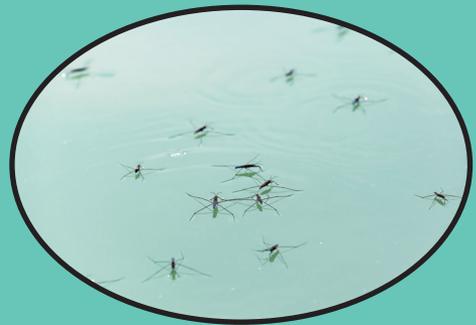
Cuando has llenado el vaso has podido observar que el agua ha formado en su borde una especie de cúpula. Está cúpula existe gracias a la tendencia que tienen las moléculas del agua de permanecer unidas. Para conseguir una cohesión más eficaz, las moléculas se pegan con mayor

intensidad en los bordes de la superficie del agua, que actúa como una membrana que impide que se desborde el agua que sobresale del vaso. Todo cuerpo sumergido en un líquido desaloja una cantidad de dicho líquido igual a su volumen. Un clip tiene muy poco volumen (de hecho, si lo dejas con suavidad en posición horizontal sobre el agua, flotará), así que desaloja muy poca agua. Cuando metemos los clips uno a uno, el agua no se desborda, porque ocupan poco espacio y al echarlos con cuidado no rompemos la tensión superficial del agua.

¿Y tú qué piensas?

¿Porqué hay insectos que «caminan» sobre el agua?

Gracias a la tensión superficial que tienen los líquidos y a las adaptaciones únicas de sus patas, que repelen el agua y les permiten flotar libremente, los mosquitos y otros insectos pueden apoyarse y hasta desplazarse sobre la superficie de estos líquidos. Así pues, podemos verlos paseándose con toda tranquilidad sobre la superficie de una charca.



Experimento nº 4

El Equilibrista Imposible

¿Qué vamos a hacer?

Conseguir mantener en equilibrio un palillo apoyándolo sobre la punta en una superficie rígida.

Cuando vemos a un equilibrista sobre una cuerda floja, no se cae, parece que flota.

¡El centro de gravedad ayuda!

El aspecto científico de este juego se basa en los conceptos de **centro de gravedad** y de **estabilidad**.

Materiales

- 3 Palillos de 10 cm cada uno
- Plastilina
- Silicona
- Barrita de madera



Procedimiento

1. Intentamos mantener en equilibrio un palillo en horizontal sobre la barrita de madera ¿Complicado?
2. Unimos los tres palillos. Uno de ellos será el palillo central, los otros dos palillos los pegaremos en diagonal y con silicona, a 3 cm del final del palillo.
3. Intentamos de nuevo mantener en equilibrio sobre la barrita de madera, el palillo central junto con los palillos que has pegado. ¿Complicado?
4. Añadimos una bolita de plastilina a los extremos de cada uno de los palillos que están en diagonal sobre el palillo central. Intenta ahora mantener el equilibrio sobre la barrita. ¿Qué sucede?



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

Todos los cuerpos tienen un centro de gravedad donde se aplica la resultante de las fuerzas gravitatorias, que los atrae hacia el centro de la tierra, y que conocemos como “**peso de los cuerpos**».

La línea de gravedad del sistema compuesto por los palillos con las bolitas de plastilina y el palillo central pasa por el punto de contacto entre los tres. Justamente donde el palillo central se apoya en la barrita de madera encontramos el **centro de gravedad** (gracias al peso de la plastilina en los extremos de los palillos distales).



EUREKA

Al apoyar el peso sobre el centro de gravedad en una estructura rígida e inmóvil se ejerce una fuerza en la misma dirección, de igual magnitud y en sentido contrario al peso del sistema por el Principio de acción y reacción o **tercera ley de Newton**, de forma que estas fuerzas se anulan, el cuerpo estará en equilibrio y no se caerá para ninguno de sus lados.

¿Y tú qué piensas?

¿Por qué los equilibristas usan barras que se doblan hacia abajo cuando se suben a la cuerda floja?

Si te fijas, los equilibristas usan barras que siempre se doblan hacia abajo. Esto no es porque no tengan materiales más firmes, sino para bajar el centro de gravedad, y que esté más cercano a sus pies, y por tanto sea más estable caminar. Aún se potencia más si ponen peso en los extremos de la barra.



Experimento nº 5

Agua dulce, Agua salada



¿Qué vamos a hacer?

Comprobar que el **agua salada conduce la electricidad**, mientras que el agua dulce, no.

La sal que contiene el agua salada se descompone en iones que conducen la electricidad. ¿Será distinta la capacidad de conductividad de diferentes disoluciones? Utilizaremos disoluciones del agua del grifo y agua destilada mezclada con distintos tipos de compuestos (solutos) como el azúcar o la sal.

Materiales

- Bombilla pequeña y portalámparas
- Pila 9 V
- 3 Cables eléctricos
- Papel aluminio
- Agua del grifo
- Agua destilada
- Sal
- Azúcar
- 4 boles o recipientes de plástico



Procedimiento

1. Llenamos dos de los recipientes con agua del grifo. Otros dos con agua destilada.
2. Enrosamos el extremo de uno de los cables en papel de aluminio y el otro extremo lo conectamos a la pila. Otro cable irá de la pila al portalámparas con la bombilla que queremos encender, y el otro partirá del portalámparas y acabará en un extremo que enrollaremos en papel de aluminio. Ya tenemos nuestro circuito.
3. Situamos los dos extremos envueltos en papel de aluminio en contacto con el agua, en el interior de uno de los recipientes con agua de grifo. Observamos lo que sucede. Repetimos la misma operación en uno de los boles que contenga agua destilada.
4. Incorporamos sal en estos dos recipientes e introducimos los extremos de aluminio, primero en un bol y luego en el otro. Observamos qué sucede.
5. Añadimos azúcar en los dos boles que todavía no hemos usado (uno lleno de agua de grifo y otro de agua destilada) y repetimos la misma operación.



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

La **conducción de la electricidad** en el agua se produce como consecuencia de los iones que tiene en disolución.

El **agua destilada** no tiene iones en disolución y no conduce la electricidad.



El agua del grifo conduce más o menos la electricidad, dependiendo de su dureza (que es la proporción de ciertos iones, los de calcio y magnesio, disueltos en el agua). La conduce en valores tan pequeños que no se suelen apreciar o medir.

El agua con jabón conduce muy bien la electricidad, por lo que no es recomendable usar aparatos eléctricos durante una ducha.

Sustancias como el azúcar tienen naturaleza covalente y son malos conductores de la electricidad. Por eso no se ilumina la bombilla en nuestro experimento al incorporar azúcar al agua.

EUREKA

Sustancias como la sal tienen **naturaleza iónica** y son buenos conductores de la electricidad.

Por eso aumenta la conductividad del agua al añadir sal y se ilumina la bombilla en nuestro experimento, porque al disolverse los cristales que componen la sal en el agua, permiten el paso de la electricidad de la pila hasta la bombilla a través de esta.

¿Y tú qué piensas?

¿Crees que el agua congelada será buena conductora?

El agua congelada no conduce la electricidad porque los iones se tienen que mover para conducir la electricidad y en estado sólido no se mueven.

¿Crees qué se puede medir la conductividad del agua? ¿Para qué podría servir?

En los laboratorios la conductividad se mide con unos aparatos llamados conductímetros. La conductividad del agua se usa como medida de su pureza: cuanto mayor es su conductividad, hay más sustancias disueltas en el agua, y es menos pura.



Experimento nº 6

Tinta Invisible

¿Qué vamos a hacer?

Crearemos **tinta invisible** para escribir **mensajes secretos**, y también el revelador de esta **tinta especial**.

Además, veremos como lo que hemos escrito vuelve a desaparecer, una vez que ha cumplido su misión. Podemos darle muchas aplicaciones en nuestra vida diaria: ¡la intriga está asegurada!. Escribiremos en varios tipos de papel para poder elegir el que nos dé mejor resultado.

Materiales

- Folio, cartulina, papel de seda o papel filtro o secante (filtros de café)
- Spray
- Pincel
- Bote
- Fenoltaleína
- Alcohol 96°
- Agua
- Amoniaco



Procedimiento

1. Preparamos la tinta y guardamos en un bote cerrado con los siguientes materiales:

- Fenoltaleína (media cucharadita de café)
- Alcohol 96° (10 ml)
- Agua (30 ml)

Guardamos en un bote cerrado.

2. Elaboramos la mezcla para el revelado y la disponemos en un bote spray:

- Amoniaco (20 ml)
- Agua (50 ml)

3. Escribimos con el pincel y la tinta el mensaje secreto. Dejamos secar durante unos minutos.

4. Una vez seco, revelamos el mensaje con el pulverizador de amoniaco y agua. La distancia que separemos el papel del pulverizador debe de ser ½ metro.

(Cuidado con el amoniaco, es peligroso).

Cuando se pulveriza el amoniaco, se revela lo que se ha escrito con el pincel, ya que las letras se vuelven rosas. Pasados unos minutos el amoniaco se evapora y las letras desaparecen.

Lo que vas a leer ahora es súper interesante

EU REKA

La **fenolftaleína** es un indicador de pH, de color rosáceo en rangos de pH básicos e incoloro en el resto. El **amoniaco** es una molécula gaseosa de **carácter básico**, por lo que en su presencia la fenolftaleína se vuelve rosa. Pasado un pequeño espacio de tiempo, el amoniaco se evapora y hace que la fenolftaleína vuelva a ser incolora.

Hay muchas maneras de hacer tintas invisibles. Algunas se hacen visibles cuando se exponen a la acción del aire o de la luz, por ejemplo, la tinta

ultravioleta. Otras aparecen sólo cuando están cerca de una fuente de calor, por ejemplo, la tinta invisible hecha con limón, llamada tinta térmica. También las hay que sólo se ven cuando se las somete al vapor de algún líquido, como la tinta hecha con fenolftaleína, que se revela fácilmente con los vapores del amoniaco, como hemos podido comprobar.

I AM STEM

¿Y tú qué piensas?

¿Conoces alguna otra tinta invisible?

Aquí tienes varios ejemplos, por si quieres seguir experimentando:

- Líquido de cocer patata o harina de trigo disuelta en agua. El almidón que contiene se vuelve azul con yodo.
- Cloruro de hierro, revelado con ferrocianuro potásico. Se forma un precipitado de azul de Prusia.
- Nitrato de plomo, revelado con yoduro sódico. Se forma un precipitado amarillo de yoduro de plomo.

Experimento nº 7

La Gota Ingrávida

¿Qué vamos a hacer?

Conseguiremos que un **líquido adopte forma esférica**, en este caso, el aceite. Esto es debido a que el aceite no quiere estar con el agua, al no ser miscibles, por lo que adoptará forma esférica, ya que es el cuerpo geométrico que menor proporción de superficie frente a volumen presenta. Además, el aceite estará flotando en la mezcla que preparemos. Ya conoceremos la explicación a este efecto tan sorprendente.

Materiales

- Agua
- Alcohol 96°
- Aceite
- Vasito pequeño (pegar en la base del vaso una moneda o similar, para que pese y no flote cuando añadamos agua al vaso grande)
- Vaso más grande
- Jeringuilla



Procedimiento

1. Llenamos el vasito pequeño con aceite de oliva y lo colocamos en el fondo del vaso grande.
2. En este último echamos, con precaución, el alcohol necesario para que el vasito pequeño quede totalmente sumergido en él.
3. El aceite se mantendrá en el fondo por ser más denso que el alcohol.
4. Añadimos, usando una cuchara o jeringuilla y poco a poco, agua por la pared del vaso. La superficie del aceite irá haciéndose cada vez más convexa, hasta que se desprende y forma una esfera de aceite que quedará suspendida dentro de la mezcla de alcohol y agua.



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

EU REKA

Al mezclar tres líquidos de diferentes densidades, cada uno de ellos tiende a situarse según su densidad. El aceite de oliva flota en el agua pero se hunde en alcohol, por consiguiente, puede prepararse una mezcla de agua y alcohol que tenga la misma densidad del aceite, en la cual dicho aceite permanezca en equilibrio dentro de la mezcla. Esto es debido a que **el peso y el empuje se igualan**.

Algunas de las aplicaciones del principio de Arquímedes («Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso

del fluido desalojado») son **la flotación de los barcos y los submarinos**. Los grandes y pesados barcos flotan porque están diseñados para que su parte sumergida desplace un volumen de agua cuyo peso es mayor que el peso del barco. Un submarino normalmente flota, pero los submarinos pueden variar su peso dejando ingresar agua en los tanques de lastre, controlando así su densidad y con ello su flotabilidad.

La gota de aceite se comporta como un submarino dentro de otro líquido.

¿Y tú qué piensas?

¿Por qué flotamos al colocarnos un salvavidas?

Cuando nos colocamos un salvavidas podemos aumentar el volumen sin agregar mucho peso, reduciendo la densidad total del conjunto, produciendo que podamos flotar con facilidad.



Experimento nº 8

Vino, Agua y Viceversa

¿Qué vamos a hacer?

Demostrar que existen líquidos que podemos **separar**, aunque parezca imposible. El agua y el vino son dos **líquidos miscibles** que se mezclan y forman una disolución. En este experimento el vino ocupará el lugar que antes ocupaba el agua y viceversa, utilizando un efecto llamado **flujo laminar**.

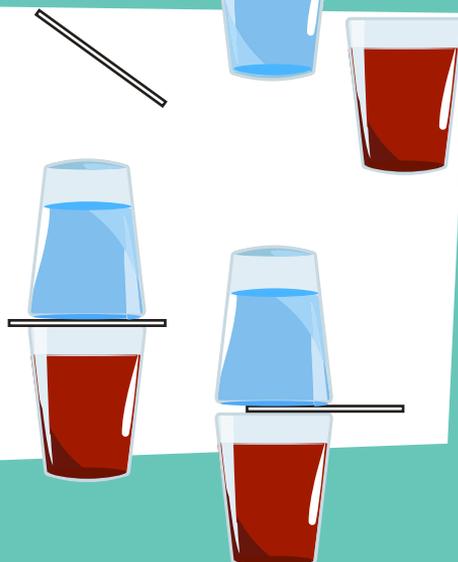
Materiales

- Dos vasos pequeños
- Agua
- Vino tinto
- Un plástico / tarjeta para colocar entre los dos vasos.



Procedimiento

- 1.-Vertemos agua en un vaso y lo llenamos.
- 2.-Echamos vino en un vaso de la misma forma.
3. Situamos la tarjeta sobre el vaso de agua y le damos la vuelta.
4. Colocamos el vaso de agua con la tarjeta encima del vaso de vino.
5. Separamos un poquito la carta facilitando que entre el agua. ¿qué sucede?



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

Sorprendentemente, el agua y el vino han intercambiado su lugar. ¿Por qué ha ocurrido esto? En un primer momento se podría pensar que el vino, al llevar etanol, es menos denso que el agua y flota sobre ella. Sin embargo, todos sabemos que el agua y el vino se pueden juntar fácilmente, ya que se disuelven muy bien.

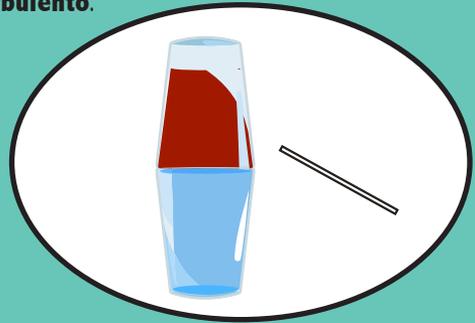
EL RELEKA

Por tanto, la respuesta es otra. Lo que influye aquí es el **flujo de los líquidos**. Este efecto se conoce como **flujo laminar**, es decir, el

líquido fluye como si estuviera entre unas láminas, provocando que se cambie la sustancia de un vaso por la del otro.

Cuando un flujo fluye lo puede hacer de dos maneras. En una se desliza como si se tratara de

láminas yuxtapuestas. Esta especie de láminas de corriente, se deslizan sin mezclarse, por eso se dice que el flujo es laminar. Sin embargo, en otras circunstancias las **líneas de corriente se entremezclan**, y se dice que el **flujo es turbulento**.



¿Y tú qué piensas?

¿Cómo hemos conseguido mantener un régimen laminar en este experimento?

El cambio de régimen laminar a turbulento depende de la densidad, viscosidad, velocidad del líquido y del diámetro por el que circula.

En este experimento se trata de mantener un régimen laminar en la transferencia, y ello implica un diámetro pequeño, por eso la rendija debe ser estrecha. Entonces, se produce un doble flujo laminar: vino hacia arriba y agua hacia abajo. Sin embargo, si la rendija es ancha, entonces el régimen pasa a ser turbulento y se mezclan los líquidos.

EXPERIMENTO nº 9

Circuitos de Plastilina

¿Qué vamos a hacer?

Demostrar que la **plastilina puede ser una buena conductora de la electricidad.**

Para conectar los elementos electrónicos en un circuito, hace falta una resistencia que limite la circulación de la corriente eléctrica por el mismo, evitando así el deterioro de los componentes.

Nos ahorraríamos esta resistencia si estuviera contenida en el propio material conductor. Este puede ser la plastilina conductiva, que, además, es manejable, moldeable, y permite que los componentes electrónicos se puedan unir sin soldadura. Veremos la diferencia con la plastilina aislante.

Materiales

- Bombilla led
- Pila petaca
- Cables eléctricos
- Aceite de cocina
- Agua destilada
- Zumo de limón
- Colorante para alimentos
- Azúcar
- Sal
- Harina
- Agua



Procedimiento

1. Preparamos la **plastilina conductiva** con:
 - 1 ½ tazas de harina
 - 1 taza de agua
 - ¼ taza de sal
 - 9 cucharas sopera de limón
 - 1 cucharada de aceite de cocina
 - Colorante para alimentos
- 1a. Preparamos la **plastilina aislante** con:
 - 1 ½ tazas de harina
 - ½ taza de azúcar
 - 3 cucharadas de aceite de cocina
 - ½ taza de agua destilada
2. Mezclamos todos los ingredientes en un cazo y lo calentamos a fuego medio. La mezcla comenzará a solidificarse, estando lista cuando se forme una sola bola. Dejaremos que se enfríe.
3. Colocamos la bombilla led en la plastilina, y haremos un circuito (plastilina-cable-plastilina-cable-pila petaca). Observamos qué sucede.

Lo que vas a leer ahora es súper interesante

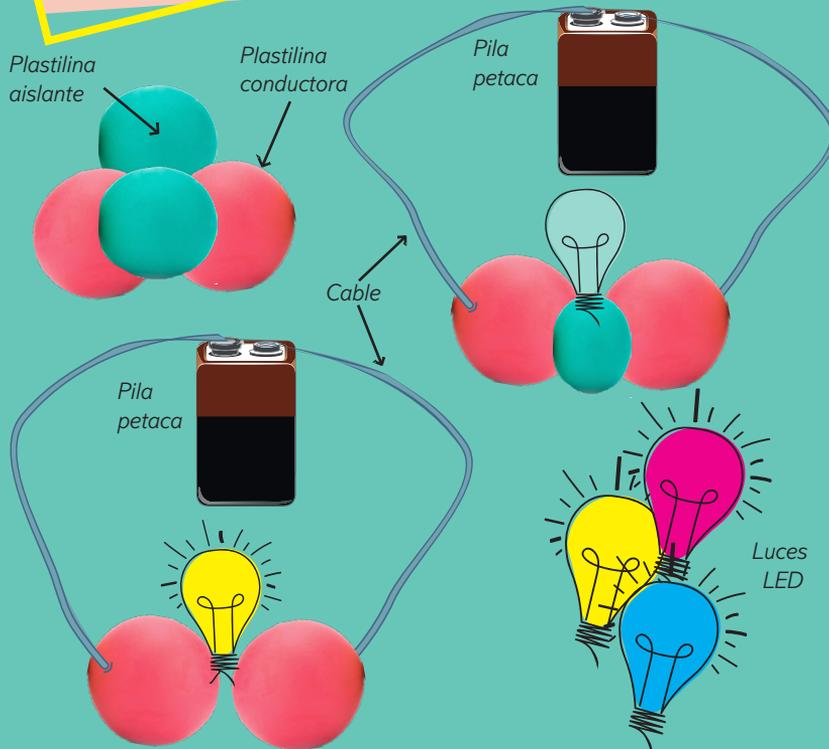
EUREKA

Un **circuito eléctrico** es como un camino a través del cual fluye la electricidad. Para crearlo necesitamos un **conductor**, que es un material por donde la electricidad puede

fluir fácilmente. Normalmente se utilizan metales como el cobre.

Pero podemos ser creativos/os y usar, por ejemplo, nuestra plastilina conductora, muy fácil de manipular y creada especialmente para esto.

¿Te atreves a hacer tu circuito?



Experimento nº 10

Papel Marmolado

¿Qué vamos a hacer?

Mezclar Arte y Ciencia.

El marmolado de papel es una técnica pictórica que consiste en **dar a un trozo de papel formas y colores que asemejan el mármol**. Por eso, el resultado se llama papel marmolado. El papel se colorea poniéndolo en contacto con pigmentos que se encuentran flotando en un fluido. Como a menudo este fluido es agua, también se le llama papel de aguas.

Materiales

- Espuma de afeitar
- Una bandeja o plato
- Colorantes alimentarios líquidos
- Un palillo largo
- Cartulinas blancas
- Una tarjeta de plástico rígida
- Bayeta



Procedimiento

1. Añadimos en una bandeja espuma de afeitar. Lo más uniformemente posible.
2. Vertemos unas gotas de colorante alimentario de varios colores.
3. Unimos con la ayuda del palillo los colorantes, haciendo unas rayas o dibujos, sin mezclar demasiado.
4. Colocamos una cartulina blanca encima de la espuma, durante unos segundos.
5. Retiramos la espuma con la tarjeta de plástico rígida. Si queda un poquito de espuma, apartamos con la bayeta.



Lo que vas a leer ahora **es** súper **interesante**

¿Qué tiene de científico el papel marmolado? El arte y la ciencia se mezclan sin problema, son miscibles, pero el agua y la grasa no se mezclan, son inmiscibles. Ahora resolveremos esta incógnita.

La causa de que dos sustancias no se mezclen es debido a la diferente naturaleza de las moléculas: polaridad, tamaño de moléculas... Si esta diferencia es **significante**, no se mezclan en cantidades observables y a simple vista las veremos claramente disociadas.

La **polaridad química** es una propiedad de las moléculas que representa la **separación de las cargas eléctricas en la misma molécula**.

El **agua** es un compuesto **polar**, que tiene

cargas en distintas partes de sus moléculas, mientras que el **aceite es apolar**, no presenta esas cargas.

EUREKA

En general, las sustancias polares se llevan bien entre ellas y las apolares lo mismo, por lo que el solvente apolar disuelve la solución

apolar, y viceversa (**semejante disuelve a semejante**). Podéis comprobarlo preparando distintas soluciones.

En este caso el agua es una sustancia polar, y el aceite, apolar, por lo que normalmente no se mezclarán entre sí.

¿Y tú qué piensas?

¿Entonces por qué se crea el efecto marmolado?

Porque el líquido del colorante y la grasa de la espuma no se mezclan. Por eso se distinguen tan bien las líneas de colores, creándose el efecto marmolado.



Experimento nº 11

Ilusión Óptica

¿Qué vamos a hacer?

Demostrar que hay que **mirar dos veces antes de juzgar.**

Según la distancia a la que os encontréis de la imagen, podréis distinguir a un reconocido científico o... ¡ya lo veréis, no vamos a desvelar la incógnita!



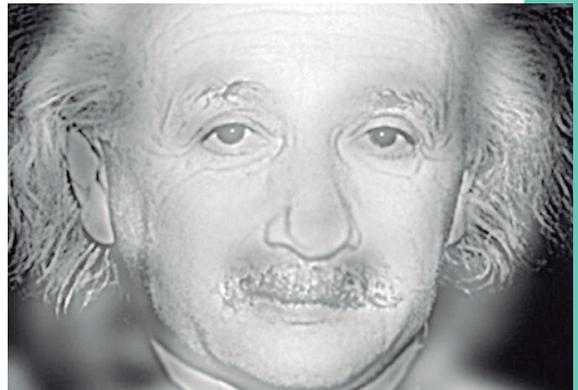
Materiales

- Lámina
- Ojo crítico



Procedimiento

1. Miramos primero la imagen a la distancia a la que estéis ahora.
 2. Procedemos a alejarnos de la imagen a 3 metros para observarla desde la distancia.
- ¿Reconocéis la imagen o las imágenes que aparecen?
Investigad algo sobre ellas.



Lo que vas a leer ahora **es** súper interesante

Lo que ves es una **imagen híbrida**, elaborada en 2007 por Aude Oliva, investigadora del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Este tipo de imágenes se ven de una manera o de otra, dependiendo de la distancia a la que estén de nuestra vista.

EL RUKA

Una imagen híbrida se compone de **dos fotos distintas**, a las que se aplican **dos filtros diferentes**, y que se superponen para crear una única imagen. La primera se pasa por un filtro de baja frecuencia, y el resultado es una imagen borrosa, similar a la que se obtiene cuando se toma una foto desenfocada. La segunda es retocada con un filtro de alta frecuencia, que produce una imagen en la que sólo son visibles

los contornos de los objetos. Al superponer las dos se obtiene una imagen híbrida cuya interpretación cambia dependiendo de la distancia a la que la miremos.



MIT Museum: Caras de Einstein.
Foto: Chris Devers.

¿Y tú qué piensas?

¿A quién has visto?

Si estás lejos verás mejor a una famosa actriz de los años 50, puesto que nuestros ojos sólo recogen las pinceladas más amplias de una imagen desde la distancia. A medida que te acercas a la imagen ves los detalles más finos del reconocido científico.

Experimento nº 12

¡Arde, Acero!

¿Qué vamos a hacer?

Quemar hierro o acero, que es hierro en su mayor parte. Parece muy difícil a primera vista, incluso imposible. Para ello, generaremos una corriente eléctrica, y nos beneficiaremos del **efecto Joule**, por el que aumenta la temperatura del conductor, en este caso, llegando a producir la combustión del mismo, nuestra lana de acero. ¡Ahora veremos cómo!

Materiales

- Lana de acero
- Pila de 9 voltios
- Bandeja de acero inoxidable

Procedimiento

1. Basta que toquemos un poco de lana de acero con los dos polos de una pila de 9 voltios para que arda.
2. La pila no se debería mantener mucho tiempo en contacto con la lana de acero, y no solo para evitar que la lana arda de forma descontrolada, sino porque puede calentarse en exceso, y agotarse en muy poco tiempo.
3. Precauciones: ¡Cuidado con la lana de acero cuando está ardiendo!



Lo que vas a leer ahora **es súper interesante**

Cuando el hierro o el acero se oxidan, el desprendimiento de calor es tan lento que puede disiparse sin que la temperatura suba apenas, pero si «ayudamos» al material dándole energía con la pila, el calor se genera mucho más deprisa de lo que se pierde y la temperatura sube hasta alcanzarse el punto de ignición (unos 1000 °C para el acero), a partir del cual la combustión continúa hasta que se agotan el oxígeno o el combustible.

EL ROLKA

El acero es un buen conductor de la electricidad, y los hilos de acero tienen un diámetro muy pequeño y una resistencia eléctrica grande. Si tocamos un trozo de lana de acero con los dos bornes de una pila, se genera una **corriente eléctrica** que recorre la lana de acero. Debido

al efecto Joule, al circular la corriente eléctrica aumenta la temperatura del conductor (la lana de acero). El calor que se genera es suficiente para la **combustión** de la lana de acero que termina ardiendo en presencia del oxígeno del aire.

El **efecto Joule** es un fenómeno por el que los electrones en movimiento de una corriente eléctrica impactan contra el material a través del cual están siendo conducidos. La **energía cinética** que tienen los electrones se convierte entonces en **energía térmica**, calentando el material por el que circulan. El aumento de esta temperatura tiene distintas aplicaciones, entre ellas el uso en sistemas de calefacción de distintos tipos.

¿Y tú qué piensas?

Muy bien, pero **¿por qué no arde un clavo de acero si lo ponemos en contacto con los dos polos de una pila?**

El grosor del clavo es mucho mayor que el de la lana de acero (un valor típico para el diámetro de sus fibras es de 0,02 mm) y sucede algo similar a lo que ocurriría si intentáramos prender con una cerilla el tronco seco de un roble centenario o una rama fina. Tanto el clavo como el tronco del roble son gruesos y compactos, siendo más difícil que se produzca la combustión.

Experimento nº 13

Atrapa un Arcoíris

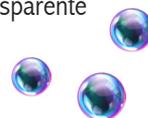
¿Qué vamos a hacer?

Conseguir atrapar un arcoíris y tenerlo para siempre, haya luz o no, parece una acción imposible, ¿verdad? Prepárate para obtener impresiones del arcoíris en cartulina, gracias al fenómeno de la **Iridiscencia**.



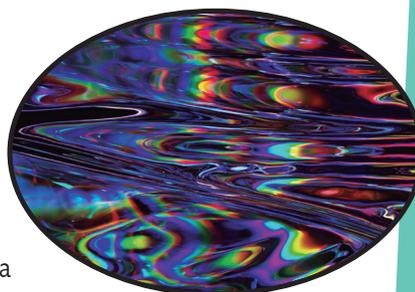
Materiales

- Bandeja de 20x30 cm aproximadamente
- Agua
- Cartulina negra
- Esmalte de uñas transparente
- Cuenta gotas
- Papel absorbente



Procedimiento

1. Llenamos una bandeja de agua.
2. Sumergimos una cartulina de color negro hasta el fondo de la bandeja.
3. Añadimos una gota de esmalte de uñas transparente. Utilizamos el cuentagotas para que solo caiga una gota. Veremos que la gota de esmalte se extiende rápidamente, formando una fina película sobre la superficie del agua.
4. Atrapamos el arcoíris que flota en el agua con la cartulina que tenemos debajo del agua. Lo hacemos muy suavemente
5. Dejamos secar sobre un papel absorbente.



Lo que vas a leer ahora **es** súper **interesante**

Este fenómeno se debe exclusivamente a la interacción de la luz con la superficie del objeto.

EUROKA

La **luz blanca** es una **superposición de todos los colores**. Cuando la luz atraviesa una película transparente delgada, como la del esmalte de uñas, sobre la cartulina negra, los rayos se reflejan tanto en la superficie exterior como en la superficie interior de la película. De este modo se producen **dos ondas de luz reflejadas** (dos rayos de luz).

Estas ondas **se superponen**, y el resultado depende del ángulo con que la luz incide sobre la película del esmalte de uñas, anulándose y percibiéndose unos u otros colores de los que forman la luz blanca. A este fenómeno óptico se le denomina **iridiscencia**. Así pues, al modificar la dirección con que nosotros hacemos nuestra observación, podemos ver un cambio de colores, y se van reflejando los colores del arcoíris.

¿Y tú qué piensas?

¿Dónde más has observado este fenómeno?

Estos reflejos iridiscentes los podemos observar en la vida cotidiana en las pompas de jabón, en la parte reproducible de un DVD, en las manchas de gasolina, en las plumas de los pavos reales o en el color de algunos insectos.



Experimento nº 14

Microscopio Láser

¿Qué vamos a hacer?

En este experimento **atravesaremos una gota de agua con la luz de un puntero láser.**

La gota actúa como una lente simple y permite obtener imágenes aumentadas de sustancias que hay dentro de ella.

Este microscopio que vamos a construir, es una verdadera linterna mágica, iluminada por un rayo, que sirve para obtener imágenes muy amplificadas de objetos sumamente pequeños.

Materiales

- Puntero láser color verde de 5mW y una longitud de onda de trabajo de 532nm
- Jeringuilla
- Dos vasos altos
- Agua del grifo, agua turbia...
- Una pared blanca, y habitación en penumbra

Procedimiento

1. Situamos una jeringuilla apoyada entre dos vasos altos, como indica el dibujo.
2. La jeringuilla ya contiene la muestra que queremos examinar (un poco de agua del grifo, de saliva, de agua turbia, ...)
3. Empujamos cuidadosamente el pistón de la jeringuilla hasta que cuelgue una gota en la punta de la jeringa.
4. Posteriormente colocamos un puntero láser que incida horizontalmente sobre la gota y proyecte una imagen sobre la pared blanca. Tiene que haber una distancia de 3 metros aproximadamente entre la jeringuilla y la pared.



Lo que vas a leer ahora **es** súper **interesante**

EL REKA

La gota de agua que hemos sacado de la jeringuilla, nos ha servido de **lente convergente o lupa**. El rayo de luz, al pasar por ella, converge en

un punto y se amplía, ofreciendo una **imagen a mayor escala**, proyectada en la pared.

En esta imagen se podrán ver las pequeñas **bacterias** que contiene la saliva o el agua turbia.



¿Y tú qué piensas?

¿Para qué crees que sirven los microscopios?

Los primeros microscopios datan del s. XVI, cuando muchas mentes brillantes quisieron ver más de lo que sus ojos les enseñaban.

Descubrieron una gran variedad de organismos extraños en el agua, que podían ser perjudiciales para la salud. Aquellos microscopios no tienen nada que ver con los actuales, pero abrieron las puertas a todo un mundo de observación rompiendo algunas teorías existentes entonces. Por ejemplo, en aquel tiempo se consideraba que la vida podía originarse por generación espontánea. Allí donde no había nada, repentinamente podían aparecer insectos y pequeños organismos. Con la observación microscópica, se comprobó que esto no era así.

Experimento nº 15

Abracadabra

¿Qué vamos a hacer?

Reducir el volumen del Poliestireno de una forma bastante divertida. Es un experimento muy visual. Conseguiremos atraer mucho la atención ya que, a simple vista, parece que la barra de poliestireno desaparece por arte de magia. También conoceremos algo más sobre este plástico tan versátil.

Materiales

- 1 Barra de Poliestireno Expandido de un metro aprox. (corcho blanco)
- Acetona 100% pura y no perfumada
- Un vaso de cristal
- Guantes y gafas

Procedimiento

1. Echamos 100 ml. de acetona en el vaso de cristal.
2. Introducimos la barra de poliestireno en el vaso, haciendo un poquito de presión.
3. Ahora está... ahora ya no... nuestra barra ¡ha desaparecido! ¿Qué ha pasado?



Lo que vas a leer ahora es súper interesante

El proceso de disolución empezará en el momento en el que se introduce la barra de poliestireno dentro del vaso con acetona.

EL REKA

El procedimiento es bastante simple, y su explicación muy sencilla: **la acetona disuelve el poliestireno**, como podría disolverse un caramelo en agua. Durante el experimento

se forman unas burbujas, que, a primera vista, parecen parte de una reacción química. Realmente es el gas que se encuentra dentro de las pequeñas bolitas que forman el poliestireno, que se están liberando después de la disolución.

El poliestireno que hemos utilizado para nuestro experimento es **poliestireno expandido** (EPS) o poliestireno extruido (XPS). Se fabrica en

forma de material espumoso, valorado por sus **propiedades de aislamiento y acolchado**.

Además, resulta ligero y práctico, pues el poliestireno en espuma puede tener más del 95 por ciento de aire.

El poliestireno es un plástico versátil usado para fabricar una amplia variedad de productos de consumo. Como plástico duro y sólido, se usa frecuentemente en productos que requieren transparencia. Cuando se combina con varios colorantes, aditivos y otros plásticos, el poliestireno tiene otros muchos usos.

Este símbolo lo podréis ver en las cosas que estén hechas de este material.



¿Y tú qué piensas?

¿Dónde más has visto este material?

Se usa en: aislantes domésticos y de electrodomésticos, envases protectores livianos y envases de alimentos, tablas para surf, repuestos de automóvil/coches, bolis, estuches de cds, equipos de laboratorio, juguetes, macetas y equipamiento para jardines, etc.





Cine y Televisión

Adn: el secreto de la fotografía 51, ÁGORA, Avatar,
Bombshell: la historia de Hedy Lamarr, Figuras ocultas, INTERSTELLAR, Lisa Simpson
vs Stacy Malibú, **Marie Curie, El valor del conocimiento, Mujeres +**
videojuegos, Temple Grandin, GRAVITY, La doctora
de Brest, MARIE CURIE: UNE FEMME SUR LE FRONT, La reina de África,
MARTE, Contact, Gorilas en la niebla, Nise: El corazón
de la locura, Florence Nightingale, Prometheus, City
dreamers, Code: descifrando la brecha de género, El camino a la Fisión Nuclear. La
historia de Lisa Meitner y Otto Hahn, Gertrudís (la mujer que no enterró sus talentos),
Los recuerdos de hielo, Mercury 13, Ada Lovelace: la Condesa de los
Ordenadores, EL VIAJE DE JANE, Halt and Catch Fire, THE
BIG BANG THEORY, Adn: el secreto de la fotografía 51, ÁGORA, Avatar,
Bombshell: la historia de Hedy Lamarr, Figuras ocultas, INTERSTELLAR, Lisa Simpson
vs Stacy Malibú, **Marie Curie, El valor del conocimiento, Mujeres**
+ videojuegos, Temple Grandin, GRAVITY, La
doctora de Brest, MARIE CURIE: UNE FEMME SUR LE FRONT, La reina
de África, MARTE, Contact, Gorilas en la niebla,
Nise: El corazón de la locura, Florence Nightingale,
Prometheus, City dreamers, Code: descifrando la brecha
de género, El camino a la Fisión Nuclear. La historia de Lisa Meitner y Otto Hahn,
Gertrudís (la mujer que no enterró sus talentos), Los recuerdos de
hielo, Mercury 13, Ada Lovelace: la Condesa de los Ordenadores.



ADN: EL SECRETO DE LA FOTOGRAFÍA 51

Datos técnicos

Gary Glassman (Dir.) (2003), [Documental]. Nova Series. WGBH Educational Foundation WGBH/Boston, BBC, France 2, Multimedia France Productions and Centre National de la Cinématographie.

Sinopsis

La química y cristalógrafa **Rosalind Franklin** fue la autora de la conocida como **fotografía 51**, que fue utilizada sin su permiso por Watson, Crick y Wilkins, y les permitió describir la estructura del **ADN**. Por ello recibieron el premio Nobel de ciencia, dejando de lado la valiosa contribución de Rosalind.

¿Por qué destaca?

- Valora la pasión que despierta la investigación y su contribución al progreso de la humanidad.
- Fomenta nuestro **interés por la ciencia**, mostrando la pasión del proceso científico que conlleva un descubrimiento.
- Da visibilidad y cuestiona la utilización del **trabajo y el esfuerzo de otra persona en beneficio propio** sin reconocimiento ni agradecimiento.

Cuestiones para debate y reflexión

- En varias ocasiones, los colegas científicos de la doctora Franklin hacen comentarios personales sobre su vida social o su aspecto que nada tienen que ver con su labor profesional. Un compañero nombra su carácter, que tilda de difícil porque «tenía mal genio y defendía sus ideas con gran vehemencia», y admite que si fuera un hombre ni se habría fijado. ¿Qué opináis de esto?
- Gracias a su perseverancia y esfuerzo, Rosalind Franklin pudo producir la imagen más nítida hasta entonces del ADN, que etiquetó como «Foto 51». Watson y Crick formularon su modelo sobre la estructura del ADN gracias a esa foto, que utilizaron sin su consentimiento, y a las evidencias recogidas por Franklin durante dos años de duro trabajo. Debido a esto ganaron en 1962 el Nobel de ciencia junto a otro colega, Wilkins. No mencionaron a Franklin, salvo en una referencia superficial sobre su trabajo. ¿Qué os parece esto?
- Rosalind Franklin murió en 1958 y, diez años más tarde, James Watson publicó un libro en el que la presentaba como una mujer resentida y resabiada. ¿Qué pensáis?
- Para Rosalind, la alegría de la ciencia estaba en el propio trabajo y, su recompensa final, en el progreso de la humanidad. ¿Qué os parece esta afirmación? ¿Todas las personas podemos mejorar la humanidad? ¿Cómo?



ÁGORA

Datos técnicos

Alejandro Amenábar (Dir.) (2009) [Película]. España. Telecinco Cinema, Mod Producciones, Himenóptero.

Sinopsis

Siglo IV. **Alejadría** se había convertido en el último **baluarte de la cultura** frente a un mundo en crisis, dominado por la confusión y la violencia. Fanáticos cristianos se ensañaron con su legendaria biblioteca. **Hipatia, brillante matemática, filósofa y astrónoma**, hace todo lo que está en su mano para salvar el conocimiento y la sabiduría del mundo antiguo que allí se almacena.

¿Por qué destaca?

- Muestra y fomenta la **fascinación** del ser humano por la **búsqueda del conocimiento**. Nos acerca a la astronomía, las matemáticas y la filosofía, de forma atractiva y apasionada.
- Visibiliza un modelo de **científica y filósofa ávida e inquieta**, entregada al estudio y al saber, que transmite esta pasión a quien les escucha.
- Critica el **fundamentalismo religioso**, que tantas veces en la Historia ha **dificultado** el **avance** de la ciencia y el conocimiento.

Cuestiones para debate y reflexión

- A Hipatia su padre le inculcó su entusiasmo por el saber y no la obligó a casarse. Pretendía que pudiese ser libre para dar sus clases y estudiar. ¿Por qué creéis que esto era así?
- Hipatia enseñaba mediante diálogos en los que se confrontaban las ideas sobre filosofía, matemáticas, astronomía ... ¿Qué opináis sobre esta forma de aprender?
- Los fanáticos religiosos destruyen gran parte de los documentos que alberga la biblioteca de Alejandría, símbolo del estudio y la búsqueda del conocimiento. ¿Por qué creéis que lo hacen?
- Hipatia formaba parte de la élite pagana, se le pedía consejo en cuestiones públicas y ponía en duda las verdades establecidas en su búsqueda del saber. En una sociedad patriarcal y dominada por el fanatismo religioso, era una afrenta al orden constituido. El obispo Cirilo lee un pasaje de las escrituras en el que indica que una mujer no debe adornarse mucho, debe mostrar sumisión y callarse. Acusa a Hipatia de hechicera e impía. Sus amigos tratan de convencerla para que se convierta al cristianismo y evite las consecuencias. Ella se niega. ¿Qué opináis de todo esto?
- Hipatia fue una astrónoma excepcional, conocida por sus estudios matemáticos sobre las formas cónicas. Johannes Kepler descubrió, doce siglos más tarde, que una de esas curvas, la elipse, rige el movimiento de los astros. Este tema es recurrente durante toda la película, como el geocentrismo y heliocentrismo. ¿Qué teoría dominaba? ¿Por qué?



Datos técnicos

James Cameron (Dir.) (2009) [Película]. Estados Unidos. 20th Century Fox, Lightstorm Entertainment, Giant Studios Inc.

Sinopsis

En el año 2154, Jake Sully, un ex-marine condenado a vivir en una silla de ruedas, es destinado a **Pandora**, donde algunas empresas están extrayendo un mineral extraño que podría **resolver la crisis energética de la Tierra**. La doctora Grace es la científica encargada del programa que le permitirá habitar un cuerpo biológico, controlado de forma remota, para que pueda sobrevivir en esa atmósfera, conocer la forma de vida de sus habitantes y desarrollar una misión secreta.

¿Por qué destaca?

- Nos enseña la importancia del **respeto** y la **conexión** con la **naturaleza**.
- Señala las connotaciones éticas de **usar la ciencia y la tecnología** al servicio de la **explotación no sostenible** de los recursos naturales, sin importar las consecuencias para otros seres vivos.
- Muestra modelos de **mujeres fuertes y decididas**, dispuestas a defender sus principios con todas las herramientas a su alcance.

Cuestiones para debate y reflexión

- Esta película evidencia la falta de respeto que la humanidad muestra en ocasiones hacia otras formas de vida y hacia la naturaleza en general. ¿Se os ocurren ejemplos de esto?
- ¿Qué os parece la relación que tienen los Na'vi con su entorno? ¿Qué es lo que más os gusta de la misma?
- La misión de los terrícolas en Pandora está dirigida en su mayor parte por hombres. ¿Pensáis que hoy en día esto es lo habitual con respecto a los puestos de más responsabilidad? ¿Por qué?
- En la película aparecen una científica, una piloto, una Na'vi ecologista y guerrera que defiende la naturaleza y una chamana. Todas ellas luchan por aquello en lo que creen con todas sus fuerzas. ¿Qué opináis al respecto?
- Antes de morir, la doctora Grace dice esta frase con respecto a la posibilidad de curarse: «Soy científica, ¿recuerdas? No creo en cuentos de hadas». ¿Qué significa esa expresión?



BOMBSHELL: LA HISTORIA DE HEDY LAMARR

Datos técnicos

Alexandra Dean (Dir.) (2017) [Documental]. Estados Unidos. Reframed Pictures.

Sinopsis

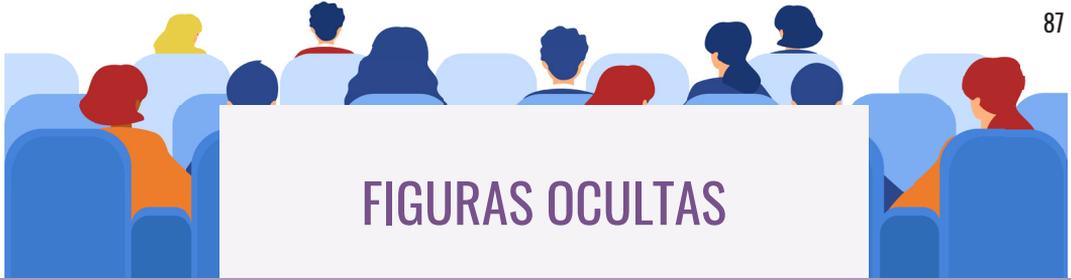
Durante años, a la actriz **Hedy Lamarr** se la conoció únicamente como «la mujer más bella de la historia del cine». Se obviaba su faceta de **ingeniera** e **inventora**. Algunos de sus descubrimientos e inventos, como el salto de frecuencia en las radiotransmisiones, han terminado siendo piezas clave de tecnologías que hoy usamos a diario, como el Bluetooth, el WiFi o el GPS. En este documental, las personas que la conocieron y ella misma hablan sobre su vida y su obra.

¿Por qué destaca?

- Muestra los **prejuicios sobre la apariencia física de las mujeres**. Los estereotipos pueden convertirse en una trampa porque no se valoran realmente las capacidades de una persona.
- Presenta un modelo de **inventora inquieta y curiosa** que se apasiona por la ciencia y la tecnología y **supera las dificultades** para alcanzar sus objetivos.
- Da visibilidad a la aportación de las mujeres en la ciencia y la tecnología. Han realizado **importantes descubrimientos** de los que la humanidad se ha beneficiado, sin obtener reconocimiento.

Cuestiones para debate y reflexión

- Si a una mujer se la etiqueta como bella, ¿creéis que es difícil que se le valoren otros aspectos de su persona? ¿Qué significan las expresiones «mujer florero», «objeto sexual»? ¿Dónde creéis que reside nuestro valor como personas?
- ¿Creéis que el Hollywood de esa época era sexista? ¿Por qué?
- Hedy Lamarr tenía talento para las matemáticas, la física y para resolver problemas complejos. Pese a estar encajonada como prototipo de actriz bella y glamurosa, continúa descubriendo e inventando, siendo su faceta más desconocida durante su vida. Patentó el salto de frecuencia en las radiocomunicaciones. También le dio a Howard Hughes la idea de evolucionar el diseño de las alas de los aviones, añadiendo curvas y una forma más aerodinámica, inspirada en el cuerpo de los peces y las aves ¿Qué pensáis de las mujeres que han realizado importantes descubrimientos sin ser reconocidas?
- Lamarr, al final de su vida, se aisló del mundo y de su familia. ¿Imagináis la causa?



Datos técnicos

Theodore Melfi (Dir.) (2016). [Película]. Estados Unidos. 20th Century Studios, Chernin Entertainment.

Sinopsis

La película cuenta la historia de la matemática afroamericana **Katherine Johnson** y sus dos colegas, Dorothy Vaughan y Mary Jackson, quienes mientras trabajaban en la División Segregada de Cálculo del Ala Oeste del Centro de Investigación Langley, ayudaron a la NASA en la **Carrera Espacial**.

¿Por qué destaca?



- Da visibilidad a la dificultad de **superar los prejuicios y estereotipos** sobre el género y la etnia, en este caso, en la América de los años 60.
- Reflexiona sobre la vigencia de esta realidad en nuestro mundo actual.
- Constata la importancia de dar **oportunidades formativas y laborales en el ámbito científico** a quienes se esfuercen y muestren interés, independientemente de su condición.

Cuestiones para debate y reflexión

- Nuestras protagonistas sufren discriminación por su género y segregación por su etnia. ¿Recordáis en qué momentos se visibiliza esto en la película? ¿Por qué creéis que existen estas actitudes y comportamientos, incluso amparadas por las leyes de esa época y lugar? ¿Tiene algo que ver con los estereotipos y prejuicios?
- ¿Os parece que hoy en día se sigue dando esta discriminación por género y etnia?
- Los padres de Katherine Johnson hacen lo posible para que su hija pueda continuar formándose y desarrollando su potencial. ¿Creéis que es importante encontrar vuestros talentos y sacarles el máximo rendimiento? ¿Para qué?
- ¿Qué os parece si, en vez de potenciar vuestros talentos os orientasen hacia actividades mejor consideradas socialmente? ¿Sucede esto en la película? ¿Lo habéis visto en vuestro entorno? ¿Qué consecuencias creéis que tiene esto?



INTERSTELLAR

Datos técnicos

Christopher Nolan (Dir.) (2014), [Película]. Estados Unidos. Warner Bros, Syncopy Production, Paramount Pictures, Legendary Pictures, Lynda Obst Productions.

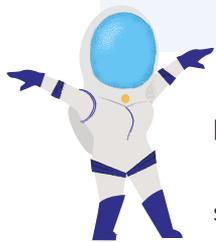
Sinopsis

Al ver que la vida en la Tierra está llegando a su fin, un grupo de exploradores y exploradoras que dirigen el piloto Joseph Cooper y la científica Amelia Brand, emprende una **misión** que puede ser la **más importante de la historia de la humanidad**: viajar más allá de nuestra galaxia para descubrir algún planeta que pueda garantizar el **futuro de la raza humana**.

¿Por qué destaca?

- Pone de manifiesto la **escasez de mujeres** en el ámbito profesional de las **ciencias espaciales** y, sobre todo, de las misiones al espacio exterior.
- Propone **modelos profesionales femeninos** dentro de este ámbito laboral (científicas que exploren el espacio).

Cuestiones para debate y reflexión



- El protagonista es un hombre y hay dos científicas que también tienen gran relevancia en esta película. ¿Creéis que suele ser habitual en este género? ¿Por qué?
- La primera misión que se nombra en la película fue realizada exclusivamente por hombres. En la siguiente, envían a una mujer y tres hombres. ¿Por qué creéis que hay muchos más hombres que mujeres en las misiones espaciales?
- El primer hombre viajó al espacio en 1961 y la primera mujer en 1963. Un hombre pisó la Luna por primera vez en 1969 y todavía no lo ha hecho ninguna mujer. ¿Qué os parece?
- Murph, la hija de Joseph, le rebate a su profesora hechos que no son reales con argumentos científicos y por ello es castigada. Este personaje muestra seguridad en sí misma, espíritu crítico y búsqueda de la verdad desde el método científico. ¿Creéis que estas actitudes tienen algo que ver con el género? ¿Por qué?
- Al final de la película, Joseph Cooper conoce una estación inter espacial llamada Cooper. Cree que es su honor, pero averigua que está dedicada a su hija. ¿Creéis que a menudo se da por hecho que los grandes triunfos los alcanzan los hombres y no las mujeres? ¿Conocéis logros atribuidos a hombres que en realidad pertenecían a mujeres?



LISA SIMPSON VS STACY MALIBÚ

Datos técnicos

Jeffrey Lynch (1994), Serie: Los Simpson.
Capítulo 14 de la Temporada 5.
Estados Unidos. Gracie Fils y Twenty Century Fox Television.

Sinopsis

Lisa compra la nueva Stacy Malibú parlante, y pronto descubre que su muñeca no hace más que decir **frases denigrantes** para las mujeres o con un estereotipo muy fijado. Lisa se escandaliza e trata de compartir sus inquietudes con sus compañeras del colegio y con su familia.

¿Por qué destaca?

- Pone de relieve los **estereotipos de género** impuestos por la sociedad. Indica que los juguetes promueven y potencian estos estereotipos entre las niñas y los niños.
- Fomenta el **pensamiento crítico** sobre el papel tradicionalmente reservado a las mujeres en la sociedad.

Cuestiones para debate y reflexión

- Este capítulo se estrenó en 1994. ¿Cómo era el estereotipo femenino entonces?
- ¿Qué os han parecido las frases de Stacy Malibú? ¿Por qué?
- ¿Creéis que los juguetes y demás productos diseñados para las niñas y niños influyen en cómo se ven, cómo se comportan y en sus futuras decisiones? ¿Habéis oído alguna vez la expresión «**juguetes para niñas y juguetes para niños**»? ¿Qué pensáis sobre ella? ¿Dónde os parece que irían los tecnológicos y científicos? ¿Por qué?
 - ¿Pensáis que se aceptaba con normalidad que las mujeres se dedicaran a las **carreras STEM**? ¿Por qué?
 - ¿Qué sentís ante los anuncios de niñas cuidando de la casa o de su aspecto, mientras los niños se muestran con juguetes de acción y exploración?
 - Imaginad un científico... ¿habéis pensado en un hombre o en una mujer?



MARIE CURIE, EL VALOR DEL CONOCIMIENTO

Datos técnicos

Marie Noëlle (Dir.) (2016) [Película]. Alemania. Coproducción Alemania-Polonia-Francia; P'Artisan Filmproduktion, Pokromski Studio, Glory Film, Climax Films, Schubert Music Publishing.

Sinopsis

Trata la vida de la famosa física y matemática, que fue la **primera mujer en ganar el Nobel** y la primera persona en ganarlo dos veces. También muestra sus **dificultades para ser reconocida** en una comunidad científica dominada por hombres a principios del siglo XX.

¿Por qué destaca?

- Muestra un modelo de **científica íntegra y altruista**.
- Da lugar a la reflexión sobre los **finés de la ciencia** (Marie alude a la necesidad de usarla con fines honestos y beneficiosos para la humanidad).
- Visibiliza las **dificultades** de las mujeres de esa época para desarrollar su **potencial como científicas**.

Questiones para debate y reflexión

- Marie Curie, primera catedrática en Francia, fue también la primera mujer que recibió el Nobel de Física y la primera persona en tener dos, tras ganar también el Nobel de Química. ¿Creéis que le resultó fácil en esa época? ¿Por qué? ¿Consideráis que las cosas han cambiado en la actualidad?
- Marie sufrió múltiples situaciones de desigualdad en la comunidad científica, eminentemente masculina. ¿Cómo se refleja esto en la película? Ejemplos:
 - Es la única mujer en la ceremonia de los Nobel.
 - Solicita el puesto de catedrática en La Sorbona, y prefieren un hombre.
 - Comentario; «Puede que el radio esté de moda, pero a las mujeres profesoras les falta mucho para estarlo».
 - Le aconsejan que no vaya a recoger su segundo Nobel por su relación sentimental con un científico casado («Si excluyeran a todos los hombres adúlteros, no quedarían nobeles»).
- A Marie Curie no le gustaba el sistema educativo en el que se aprendía casi todo de memoria y había pocas experiencias prácticas. En ese momento se pensaba que las niñas tenían menos talento y se les prohibía asistir a determinadas asignaturas. ¿Esto ha cambiado?
- El matrimonio Curie, Pierre y Marie, descubrieron los elementos radiactivos. Marie Curie aisló posteriormente otro nuevo elemento químico, el radio, y no patentó su descubrimiento. Reiteró la necesidad de hacer buen uso de la ciencia. ¿Cómo se ha usado para contribuir al beneficio de la humanidad? ¿Y para hacer daño?



MUJERES + VIDEOJUEGOS

Datos técnicos

Marina Amores (Dir.) (2015) [Documental]. España.

Sinopsis

Las mujeres son casi la mitad del porcentaje de jugadores/as de videojuegos, pero solo ocupan el 22% del sector de desarrollo y únicamente hay un 10% de competidoras profesionales en ligas. En este documental se habla con periodistas, artistas, programadoras, traductoras, alumnas y una jugadora profesional para entender mejor por qué todavía el **mundo de los videojuegos** está tan **desequilibrado**.

¿Por qué destaca?

- Evidencia la **escasez de mujeres** que se dedican profesionalmente al mundo de los **videojuegos**.
- Explora las **causas** de esta realidad.
- Fomenta la **igualdad de género** en el mundo de los **videojuegos**, potenciando que las mujeres también se formen y trabajen en esta área.

Cuestiones para debate y reflexión

- ¿Por qué hay muchos más hombres que mujeres trabajando en el mundo de los videojuegos cuando hay prácticamente el mismo número de consumidoras que de consumidores?

Posibles causas:

- Estereotipos de género: muchas veces se orienta a niños y niñas en direcciones diferentes (chicos a ingeniería y ciencias y chicas a humanidades y cuidados) ¿Qué opináis?
- Los videojuegos van dirigidos sobre todo a un público masculino. No hubo personajes femeninos hasta 1981 y no tenían la relevancia de los masculinos. ¿Cómo eran? ¿Y ahora?
- Discriminación y sexismo hacia las mujeres en este sector: entrar en algunos círculos les resulta difícil, se les cuestiona y sus errores se magnifican, provocan extrañeza cuando ganan y sufren comentarios sexistas. ¿Habéis detectado alguno de estos comportamientos, en este o en otros ámbitos?
- * Falta de modelos femeninos: había pocas mujeres y a las que había no se les daba visibilidad. ¿Sabéis qué hizo Ada Lovelace?
- ¿Es importante que haya más mujeres en el mundo de los videojuegos? ¿Por qué?



TEMPLE GRANDIN

Datos técnicos

Mick Jackson (Dir.) (2010) [Película]. Estados Unidos. HBO, Ruby Films.
*(Se recomienda la versión original, no la traducción en castellano)

Sinopsis

La película trata sobre Temple Grandin, una **mujer con trastorno del espectro autista**, nacida en 1947, que se convirtió en una de las **científicas más brillantes** de su tiempo, profesora, escritora y experta en comportamiento animal.

¿Por qué destaca?

- Muestra **prejuicios** y **estereotipos** sobre el **género** y la **diversidad funcional**.
- Da visibilidad a las **dificultades** sufridas por las mujeres y las personas con diversidad funcional en **acceder** al ámbito de la **industria ganadera**.
- Fomenta la **comprensión** y el **respeto** hacia las personas con capacidades diferentes. Pone en valor sus **posibilidades para cambiar de perspectiva** ante los problemas, aportando nuevas soluciones.

Cuestiones para debate y reflexión

- Temple piensa en imágenes y esto le ayuda a ver los corrales y mataderos desde el punto de vista de los animales, pudiendo diseñar otros más eficientes y respetuosos con los mismos. ¿Cómo sería pensar en imágenes? ¿Y tener otro género, otras capacidades funcionales, etnia, ideas y creencias?
- ¿Qué aporta la diversidad?
- ¿Qué pensáis sobre estas situaciones de la película?:
 - Accede con otros estudiantes a los corrales, y al preguntar al encargado por qué unos animales mugen más fuerte que otros, le contesta: «seguro serán las hembras, les gusta gimotear y chismorrear y cabrearse»
 - Tiene autorización de la universidad para entrar en los corrales a desarrollar su estudio y los encargados no la dejan porque «las esposas de los granjeros no quieren que entren mujeres en los corrales»
- En la película no se visualizan mujeres en el ámbito de la industria ganadera ¿Por qué es así?
- La madre de Temple ve sus posibilidades, no sólo sus dificultades. ¿Cómo creéis que le ayuda esto?
- La motivación de Temple sale a relucir en estas frases: «No quiero que mis ideas mueran conmigo», «Hay cosas que no consigo entender, pero quiero que mi vida tenga significado». ¿Creéis que es importante encontrar vuestra motivación? ¿Para qué?

Para seguir viendo

PELÍCULAS



- Alfonso Cuarón (Dir.) (2013). *Gravity*. Estados Unidos: Warner Bros, Esperanto Filmoj, Heyday Films.
- Enmanuelle Bercot (Dir.) (2016). *La doctora de Brest*. Francia: Haut et Court, France 2 Cinema, Cofinova 12, SofitVCiné 3, Palatine Étoile 13, Cinémage 10, Canal+, Ciné+, France Télévisions.
- Alain Brunard (Dir.) (2014). *Marie Curie: Une femme sur le front*. Coproducción Francia-Bélgica: Capa Drama, BE-FILMS, RTBF, uFilms, Planète +, RTBF, GA&A Productions, Ministère de la Défense, Centre du Cinéma et de l'Audiovisuel de la Fédération Wallonie-Bruxelles.
- John Huston (Dir.) (1951). *La reina de África*. Estados Unidos: Horizon Pictures, Romulus.
- Ridley Scott (Dir.) (2015). *Marte*. Estados Unidos: 20th Century Fox, Scott Free Productions, TSG Entertainment.
- Robert Zemeckis (Dir.) (1997). *Contact*. Estados Unidos: Warner Bros, South Side Amusement Company.
- Michael Apted (Dir.) (1988). *Gorilas en la niebla*. Estados Unidos: Universal Pictures, Warner Bros.
- Roberto Berliner (Dir.) (2015). *Nise: El corazón de la locura*. Brasil: TV Zero.
- Norman Stone (Dir.) (2008). *Florence Nightingale*. Reino Unido: BBC.
- Ridley Scott (Dir.) (2012). *Prometheus*. Estados Unidos: 20th Century Fox, Scott Free Productions, Dune Entertainment, Brandywine Productions.

DOCUMENTALES

- Joseph Hillel (Dir.) (2018). *City dreamers*. Canadá: Couzin Films Inc.
- Robin Hauser Reynolds (Dir.) (2015) *Code: descifrando la brecha de género*. Estados Unidos: Java Films.
- Rosemarie Reed (Dir.) (2006). *El camino a la Fisión Nuclear. La historia de Lisa Meitner y Otto Hahn*. Estados Unidos.
- Medardo Amor (Dir.) (2016). *Gertrudis (la mujer que no enterró sus talentos)*. España: Zeta Films.
- Albert Solé, A. (Dir.) (2013). *Los recuerdos de hielo*. España: Minimal Films, Televisión de Galicia (TVG).
- David Sington y Heather Walsh (Dir.) (2013). *Mercury 13*. Estados Unidos: Fine Point Films.
- Nat Sharman (Dir.) (2015). *Ada Lovelace: la Condesa de los Ordenadores*. Reino Unido: BBC
- Lorenz Knauer, L. (Dir.) (2010). *El viaje de Jane*. Coproducción Alemania-Tanzania; NEOS Film, CC Medienproduktion, Sphinx Media, Animal Planet.

SERIES

- Christopher Cantwell, C. y Christopher Rogers (Dir.) (2014). *Halt and Catch Fire*. Estados Unidos: AMC Studios.
- Chuck Lorre y Bill Prady (Dir.) (2007). *The Big Bang Theory*.. Estados Unidos: Warner Bros.



Lecturas ConCiencia

AA.VV (2020)
EL LIBRO DE LA FÍSICA
 Editorial Akal, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Con el paso de los años, la física ha evolucionado como ciencia y se ha ramificado hacia nuevos horizontes gracias a los constantes descubrimientos.

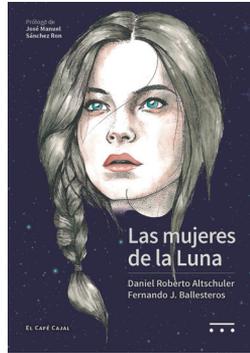
Podría decirse que, actualmente, sus principales áreas de estudio se encuentran más allá del mundo físico, a escalas mayores que la vida y menores que el átomo. La física moderna tiene aplicaciones en diversos campos, como las nuevas tecnologías, la química, la biología y la astronomía. Este libro presenta, de forma sencilla, las grandes ideas de esta ciencia, desde lo cotidiano y ancestral, pasando por la física clásica y el mundo cuántico, hasta la inmensidad del espacio.

«¿Quiénes son estas mujeres que, contra tantas adversidades, merecieron un cráter en la Luna?»



Altschuler, D. R., y
 Ballesteros, F. J. (2016)
LAS MUJERES DE LA LUNA
 Editorial Next Door Publishers,
 Pamplona

ENSAYO



En la superficie de la Luna contemplamos nuestra historia. Los accidentes de su superficie nos dan pistas sobre la formación de esa zona del Sistema Solar, la más cercana a la Tierra. La manera de nombrarlos refleja los claroscuros de nuestra

Historia. Como ejemplo, de las 1594 personas honradas con un nombre de cráter, solo treinta y una son mujeres. Los datos demuestran que quienes han contribuido al avance de la ciencia han recibido un reconocimiento muy desigual.

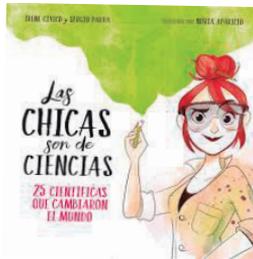
Este libro nos invita a reflexionar sobre las diferencias en el reconocimiento de las mujeres y los hombres en la ciencia y nos brinda la oportunidad de conocer mejor la vida de estas treinta y una mujeres.

Cívico, I., y Parra, S. (2018)

*LAS CHICAS SON DE CIENCIAS.
25 CIENTÍFICAS QUE CAMBIARON
EN MUNDO*

Editorial Montena, Barcelona

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Los libros de historia nos muestran casi exclusivamente los logros de los hombres científicos, pasando por alto que las mujeres han sido pioneras en ciencias desde el inicio de los tiempos.

¿Cuántos descubrimientos científicos debemos a las mujeres?

¿Podrías nombrar alguna científica diferente a las que aparecen en esta guía?

Este libro habla de veinticinco científicas que demuestran que las mujeres y los laboratorios son una buena combinación.

«La belleza de las matemáticas solo la descubren los más pacientes»

Maryam Mirzakhani

Crouch, J. (2020)

CIENCIA EN SEGUNDOS
Editorial Librero, Madrid

LIBRO DE CONSULTA



Este libro nos ofrece información sobre ciencia de manera rigurosa y sencilla. Con una explicación a golpe de vista, en una sola página, recoge teorías, descubrimientos y

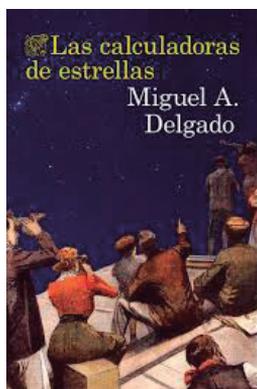
conceptos básicos. Los temas que abordan son muy variados, encontrando contenidos como la teoría de la relatividad, la inteligencia artificial, la formación de las galaxias, la neurociencia o el Bosón de Higgs entre otros.

«¿Quién dijo que las chicas no eran de ciencias?»



Delgado, M. A. (2016)
LAS CALCULADORAS DE ESTRELLAS
 Editorial Destino, Barcelona

NOVELA

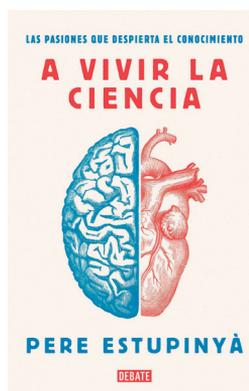


Esta novela es un reconocimiento a la contribución de las mujeres en la llamada «revolución astronómica» que se dio en el s. XX. Su trabajo callado y constante lejos de los focos pierde su carácter anónimo a través de esta historia de ficción sustentada

en personajes reales. Una de sus protagonistas, María Mitchell (1818 – 1889), fue la primera astrónoma profesional estadounidense. Como profesora era muy exigente. En el college femenino ejercía la docencia y la investigación, animaba a no dejar que el hecho de ser mujeres las desanimase en sus empeños. «Ninguna mujer debería decir, “Pero solo soy una mujer, ¿solo una mujer? ¿y qué más se puede pedir?”». Trataba a sus alumnas como iguales, «Somos mujeres estudiando juntas». Algunas de ellas llegaron a ocupar plazas de profesoras en las universidades de élite. Ellen Richards, por ejemplo, renunció a percibir salario alguno para poder investigar. Otras trabajaron en el grupo de las «calculadoras de Harvard». Contratadas para hacer una labor que se creía rutinaria, fueron mucho más allá de lo esperado y realizaron descubrimientos indispensables para la comprensión del Universo.

Estupinyá, P. (2020)
A VIVIR LA CIENCIA
 Editorial Debate, Barcelona

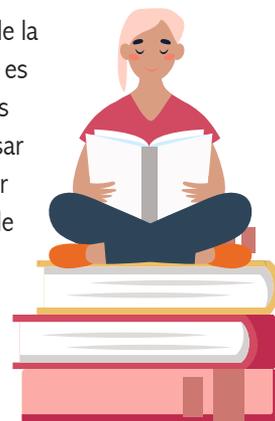
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



El libro es una invitación a descubrirnos a nosotros mismos y lo que nos rodea a través de la ciencia. Con historias sorprendentes y un estilo ameno, directo, apasionado, riguroso y divulgativo, el autor amplía en

estas páginas sus conversaciones dominicales junto a Javier Sampedro y Javier del Pino en el programa «A Vivir» de la Cadena SER con todo tipo de expertos en neurociencia, astrofísica, biología, paleontología, psicología, sociología, filosofía, tecnología, medioambiente y salud humana.

A Vivir la ciencia nace de la curiosidad, pero también es una llamada al cambio. Es una reivindicación a pensar científicamente y a utilizar los pequeños *milagros* de la ciencia para el bien individual y colectivo.



Hann, J. (1981)

GUÍA PRÁCTICA PARA LOS
AMANTES DE LA CIENCIA
Editorial Blumen, Barcelona

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Colección completa de interesantes experimentos tanto de Física y Química como de Ciencias Naturales.

Ofrece instrucciones muy diversas: cómo hacer un herbario, reacciones electroquímicas, pompas de jabón, etc.

Además de explicar suficientemente el método de trabajo, aporta las explicaciones e interpretaciones científicas necesarias y complementarias en cada caso.

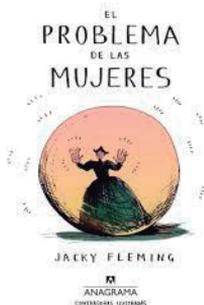
Un libro clásico de ciencia recreativa, con experimentos curiosos y llamativos, que precisan materiales muy fáciles de conseguir.



Fleming, J. (2017)

EL PROBLEMA DE LAS MUJERES
Editorial Anagrama, Barcelona

ENSAYO/CRÍTICA



Este libro ilustrado nos presenta, de forma satírica, los prejuicios y estereotipos que dificultaban que las mujeres pudiesen salir de la esfera doméstica y desarrollarse profesionalmente. También la misoginia de grandes personajes históricos. Ante la

pregunta sobre el porqué de la invisibilización de la mujer en la historia, nos encontramos con respuestas irónicas que promueven la reflexión y la mirada crítica.

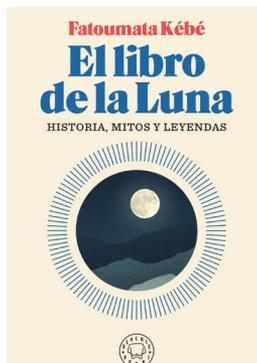
En el libro también se muestra, afortunadamente, cómo muchas mujeres lograron superar estas dificultades y demostraron su enorme valía, aunque fueran en muchos casos ignoradas o menospreciadas.

«Todos los métodos utilizados durante siglos han creado la ilusión de que la desigualdad es normal... especialmente dejando los logros de las mujeres fuera de los libros de historia»

Kébé, F. (2020)

EL LIBRO DE LA LUNA
Editorial Blackie Books, Barcelona

ENSAYO



«La Luna merece que alguien cuente su historia, pues lleva milenios inspirando novelas, poemas, canciones». Eso defiende Fatoumata Kébé, la astrónoma y astrofísica que ha dedicado su vida a estudiarla. Cuando llegamos, la Luna ya

estaba, ahí arriba, y sin embargo sigue siendo uno de los grandes misterios del universo. ¿Qué secreto esconden sus cráteres? ¿Cómo influye en las mareas, en los sentimientos humanos? ¿Cuántas vidas se cobró el oscuro pasado en su nombre? ¿Y el presente, empezando por la famosa perrita Laika? La autora nos invita a acompañarla y compartir su romance con la luna. La considera «el amor de su vida» y con ella nos habla también de la muerte. Sabe que pronto viajará al espacio y que «caminará sobre la cara oculta del brillante satélite».

«¿Qué sería de nosotros, del mundo, sin Luna?»

Levy, J. (2020)

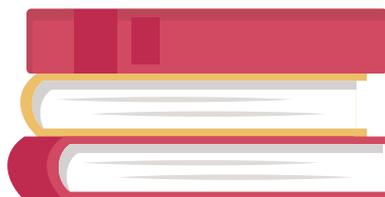
101 PROBLEMAS PARA
CIENTÍFICOS DE SILLÓN
Editorial Oberon, Grupo Anaya, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Un libro lleno de interrogantes científicos, casos que invitan a la reflexión y puntos de vista de los más grandes científicos de la historia. ¿Correr es siempre más rápido que caminar? Si te congelaras la mano con nitrógeno líquido

y la golpearas con un martillo, ¿se rompería en pedazos? ¿Podrías sobrevivir a la caída en un ascensor si saltas en el mismo instante en que este toca el suelo? ¿Por qué se quedan las moscas atrapadas en el retrete? Esta fascinante incursión en el mundo de la ciencia aborda algunos de los desconcertantes problemas que han dejado perplejos hasta a los científicos más sesudos. Presenta 101 casos imaginativos, desde la vida cotidiana hasta el cuerpo humano y desde el mundo natural hasta el espacio exterior, y ofrece las razones científicas o teorías que explican porqué se producen.



Levi-Montalcini, R. y Tripodi, G. (2008)

LAS PIONERAS: LAS MUJERES QUE CAMBIARON LA SOCIEDAD Y LA CIENCIA DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA NUESTROS DÍAS
Editorial Crítica, Barcelona

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA/BIOGRAFÍA



Para demostrar que las mujeres también tienen un pasado, y un presente, científico, mostrando al mismo tiempo las injusticias y dependencias que tuvieron que sufrir a lo largo de siglos, en este libro se presenta la incuestionable evidencia que

proporcionan breves biografías de mujeres científicas.

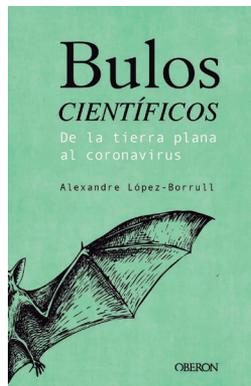
En palabras de su propia autora: «Este libro está destinado a las nuevas generaciones. Su objetivo es hacerlas conscientes de las fundamentales aportaciones científicas que hicieron sus antepasadas desde dos siglos antes de la era cristiana hasta el siglo XX. Durante siglos las mujeres estuvieron excluidas. En el pasado las que destacaban por su sabiduría se consideraban brujas y eran enviadas a la hoguera. Incluso cuando se abolió esta persecución, tan feroz como absurda, los filósofos y los científicos, incluidos los conocidos como *ilustrados*, siguieron alimentando el mito de la absoluta superioridad intelectual del hombre».



López-Borrull, A. (2020)

BULOS CIENTÍFICOS
Editorial Oberon, Grupo Anaya, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



El actual uso de las redes sociales y la sobreabundancia de información hace que nos lleguen muchos contenidos falsos o engañosos.

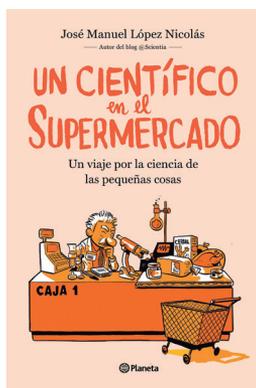
Este libro propone aprender más sobre ciencia y sobre cómo se difunde la información en

nuestros días. Se habla de las *fake news* a nivel general, y se repasan algunos de los principales rumores, teorías y bulos científicos que más debate han generado.

Es importante dar a conocer lo que la comunidad científica ha comprobado o ha desmentido para no dejarnos llevar por falsas informaciones. Se abordan temas como el creacionismo, las vacunas, la clonación de seres humanos, la llegada a la luna o el famoso corte de digestión, además de temas muy actuales, como las teorías de la conspiración.

López Nicolás, J.M. (2019)
*UN CIENTÍFICO EN EL
 SUPERMERCADO*
 Editorial Planeta, Barcelona

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



El libro parte de la reflexión sobre la relación entre nuestra sociedad, las ciencias y la tecnología. Muestra la contradicción de una sociedad altamente dependiente de la ciencia y la tecnología, que no siente un interés proporcional por las mismas.

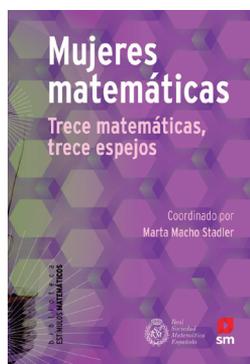
Desde la observación de la realidad, con ejemplos concretos, desvela la ciencia de base que hay detrás de objetos, situaciones o productos de uso común de nuestro día a día.

A lo largo de doce capítulos, descubrimos las matemáticas ocultas de un cante jondo, la física presente en un memorable partido de tenis, la sorprendente estadística de la Lotería del Niño o la química que se esconde tras las etiquetas de un supermercado.



Macho, M. (Coord.). (2019)
*MUJERES MATEMÁTICAS. TRECE
 MATEMÁTICAS, TRECE ESPEJOS*
 Editorial SM-RSME, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA/BIOGRAFÍA



Este libro es un acercamiento a la vida y la labor de trece mujeres, representantes de distintas disciplinas matemáticas y de diversas nacionalidades y épocas.

En el mismo se habla de científicas afamadas

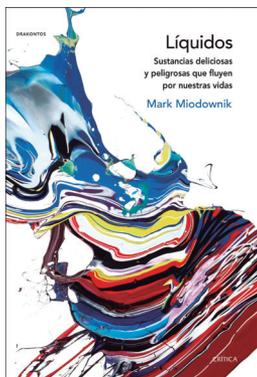
y también de pioneras desconocidas. Es un homenaje a las mujeres que, a pesar de todas las vicisitudes sufridas, han brillado en matemáticas, realizando grandes aportaciones a esta ciencia. El libro también nos habla de quienes han sabido enseñar y transmitir con pasión esta materia durante generaciones y generaciones.

Probablemente, a pesar de las muchas prohibiciones que han sufrido las mujeres a lo largo de la historia, las matemáticas tienen un matiz especial: la fase más creativa puede realizarse muchas veces en solitario.

«¿Y quién puede prohibirte pensar? ¿Quién puede controlar tu imaginación?»

Miodownik , M. (2020)
LÍQUIDOS
 Editorial Critica, Barcelona

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



En este recorrido experto por el mundo de las gotas, los latidos del corazón y las olas del mar, el autor da vida a lo cotidiano. Revela por qué los líquidos pueden ascender por un árbol y bajar por una colina, por qué el aceite es pegajoso

o cómo las olas pueden viajar tan lejos. Aquí están las vidas secretas de unas sustancias de las que todos dependemos, pero que rara vez entendemos: desde el agua y el pegamento, el café o el vino. Nos muestra cómo estos líquidos pueden provocar tanto la muerte y la destrucción como la maravilla y la fascinación.

«El agua líquida sigue siendo la sustancia que verdaderamente posee la propiedad de crear la vida»



Nguyen-Kim, M. T. (2020)
MI VIDA ES QUÍMICA
 Editorial Ariel, Grupo Planeta, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Las personas tienen una idea preconcebida no solo de la química en sí, sino también de quienes se dedican a ella.

Salvo un par de excepciones, los científicos son vistos como criaturas desconocidas, encerradas en

laboratorios y bibliotecas.

En este libro, la autora, divulgadora científica y youtuber, desmonta esta imagen y comparte con humor su día a día. Nos demuestra que la química es realmente todo, desde las moléculas que intervienen en el sueño, el estrés y la temperatura de las cosas, hasta los procesos que participan en el consumo de alcohol, la vida sedentaria, el desorden, la limpieza... Es fascinante ver cómo vive alguien que se dedica a la química y este libro es una invitación a descubrir el irresistible encanto que esconde esta ciencia.

Perelman, Y. (1984)
FÍSICA RECREATIVA
 Editorial Mir Moscú

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Este libro recoge diversos experimentos y explicaciones sobre los más variados fenómenos físicos. También nos cuenta numerosas paradojas y curiosidades científicas. Abarca prácticamente todas las especialidades de

la Física clásica: Cinemática, Dinámica, Estática, Hidrostática, Calor, Electricidad, Magnetismo y Óptica.

Los temas se tratan de una manera variada y amena. Contiene: explicaciones didácticas, pasatiempos científicos, instrucciones experimentales, relatos de ciencia ficción y ejercicios de razonamiento.

«Afortunadamente, los tiempos en los que las mujeres, como Concepción Arenal en 1841, se tenían que vestir de hombre para asistir como oyentes a las clases de la universidad han pasado»

Puertas Maroto, F. (2019)
EL PAPEL DE LA MUJERES EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
 Editorial Santillana, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Esta publicación ofrece una visión histórica y expone la situación actual de la mujer en cuanto a la formación científica y el acceso a la investigación. Aporta, además, casos y biografías de mujeres relevantes en el avance científico y técnico.

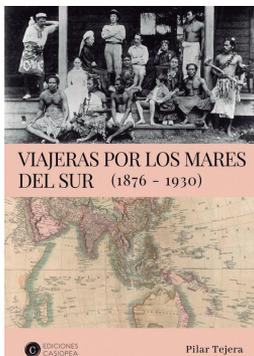
La ciencia y la tecnología son el motor y los pilares que conducen al desarrollo de las sociedades. Esa es la razón por la que los países más avanzados y con mejor calidad de vida son aquellos en los que las ciencias están más apoyadas social y económicamente. En este camino de la ciencia y la tecnología, las mujeres han estado bastante alejadas, y en muchos casos ocultas.

Durante siglos, los condicionantes sociales y culturales han apartado a las mujeres, se les ha tenido alejadas y ocultas por ser consideradas «cosas de hombres».



Tejera, P., 2019
*VIAJERAS POR LOS
 MARES DEL SUR (1876-1930)*
Editorial Casiopea, Madrid

BIOGRAFÍA



Este libro relata historias increíbles de increíbles mujeres aventureras. Mujeres que desafiaron la ruta de la lógica de las cosas, en una época en que los viajes de exploración estaban a cargo de los hombres.

Destaca la historia de Lucy Evelyn Cheesman, que protagonizó en solitario largas expediciones en el suroeste del Pacífico. Fue la primera científica occidental en explorar exhaustivamente sus islas y vincular la evolución de la fauna al continente asiático.

Cuenta cómo Fanny Stevenson, pionera entre los buscadores de oro, llegó a formar una comunidad con los indígenas de los mares del sur, y relata la aventura de Annie Brassey, que dio la vuelta al mundo a bordo de su propio velero.



Uve, S., (2018)
*SUPERMUJERES,
 SUPERINVENTORAS.*
*IDEAS BRILLANTES QUE
 TRANSFORMARON NUESTRA VIDA*
Editorial Lunweg, Grupo Planeta, Madrid

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA/BIOGRAFÍA



Este volumen recoge breves biografías que presentan a más de noventa mujeres de todos los tiempos que, a contracorriente, lograron patentar un invento y en definitiva, conquistar su libertad física e intelectual. Sus ideas brillantes transformaron nuestra vida.

Fuertes, soñadoras, tenaces, sensibles, intrépidas, así son las protagonistas de *Supermujeres, superinventoras*.

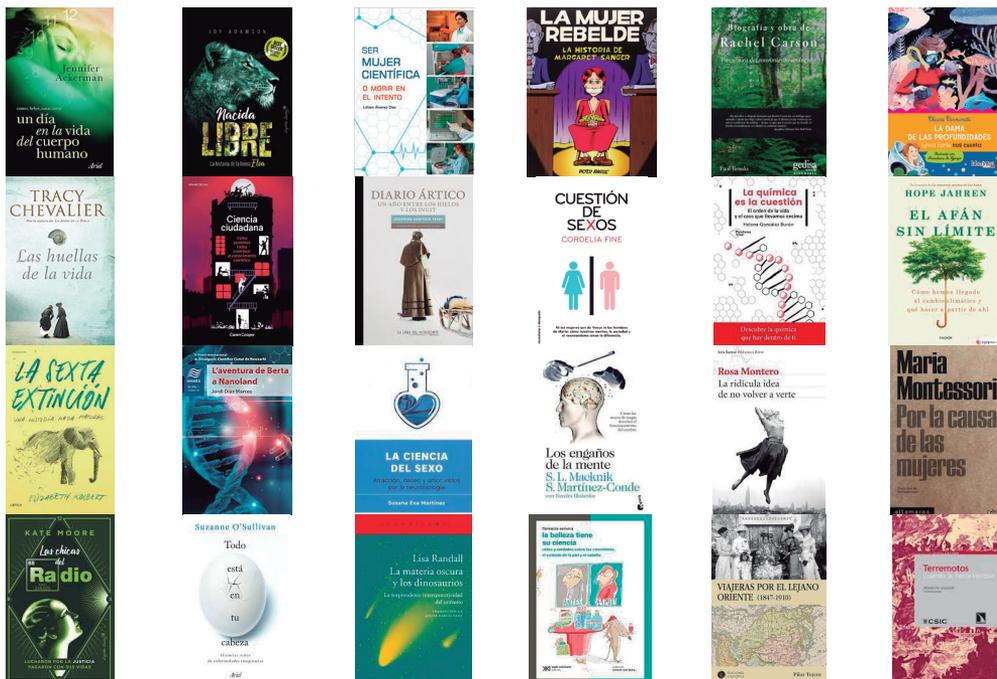
Un hermoso homenaje merecido sin lugar a dudas, a un grupo de mujeres valientes que lucharon por la igualdad y la libertad.

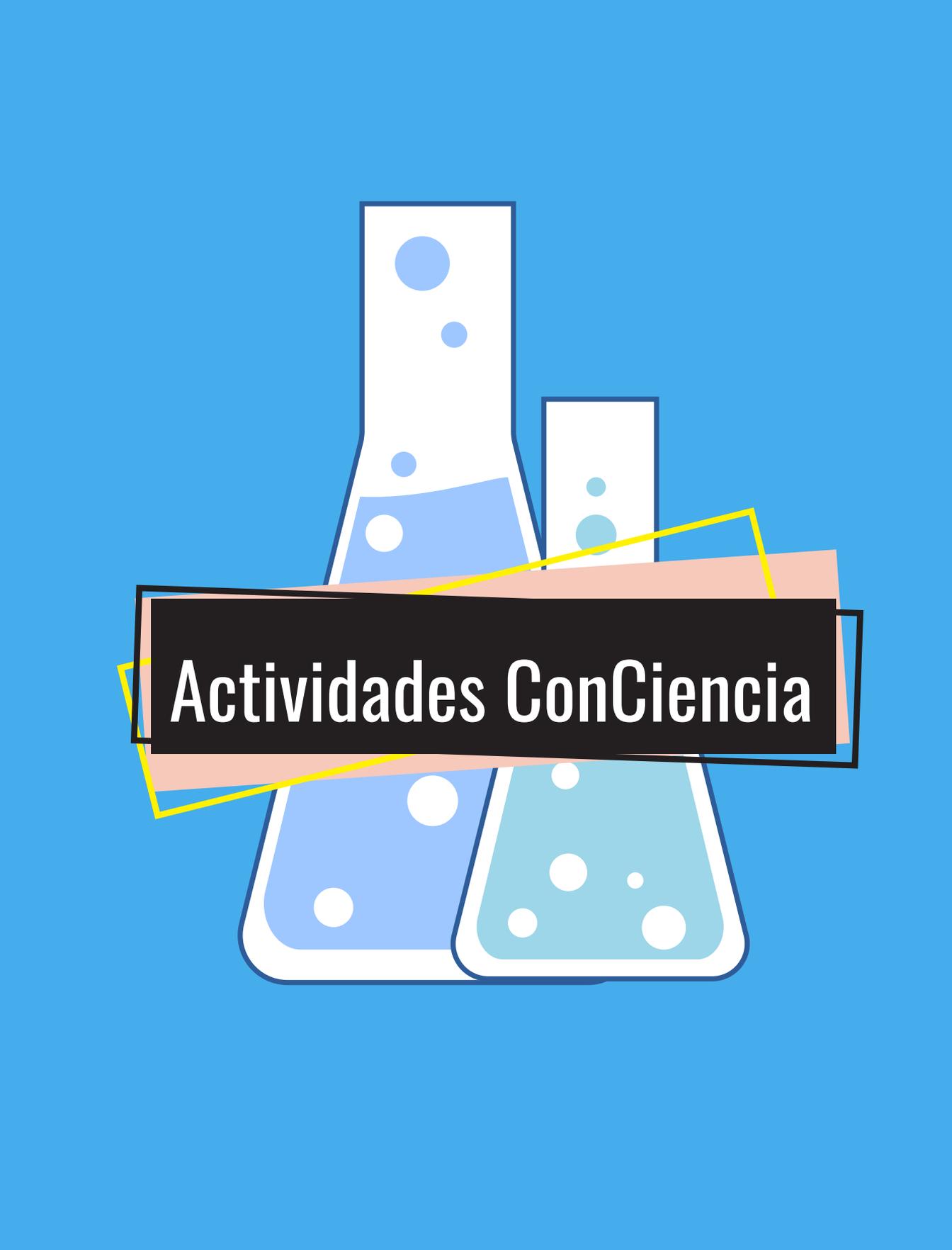
Para seguir leyendo



- Ackermann, J. (2017). *El ingenio de los pájaros*. Planeta de Libros. Madrid.
- Adamson, J. (2019). *Nacida libre. La historia de la leona Elsa*. Capitán Swing. Madrid.
- Álvarez, L. (2016). *Ser mujer científica o morir en el intento*. Citmatel. Cuba.
- Bagge, P. (2016). *La mujer rebelde: la historia de Margaret Sanger*. La Cúpula. Barcelona.
- Brooks, P. (2012). *Biografía y obra de Rachel Carson. Precursora del movimiento ecologista*. Gedisa. Barcelona.
- Carminati, C. y Di Giorgio, M. (2019). *La dama de las profundidades*. Laberinto. Madrid.
- Chevalier, T. (2010). *Las huellas de la vida*. Lumen. Barcelona.
- Cooper, C. (2018). *Ciencia ciudadana. Cómo podemos todos contribuir al conocimiento científico*. Grano de sal. México.
- Diebitsch, J. (2019). *Diario ártico. Un año entre los hielos y los inuit*. La Línea del Horizonte Ediciones. Madrid.
- Fine, C. (2011). *Cuestión de sexos*. Roca Editorial. Barcelona.
- González, H. (2018). *La química es la cuestión. El orden de la vida y el caos que llevamos encima*. Plataforma Editorial. Barcelona.
- Jahren, H. (2020). *El afán sin límite. Cómo hemos llegado al cambio climático y qué hacer a partir de ahí*. Paidós. Barcelona.
- Kolbert, E. (2015). *La sexta extinción: Una historia nada natural*. Editorial Crítica. Barcelona.
- Marcos, J. (2020). *L'aventura de Berta a Nanoland*. Onada Edicions. Benicarló.
- Martínez, S. E. (2016). *La ciencia del sexo. Atracción, deseo y amor vistos por la neurobiología*. Batiscafo. Barcelona.

- Martínez-Conde, S., Macknik, S. L. y Blakeslee, S. (2012). *Los engaños de la mente. Cómo los trucos de magia desvelan el funcionamiento del cerebro*. Ediciones Destino. Barcelona.
- Montero, R. (2014). *La ridícula idea de no volver a verte*. Seix Barral. Barcelona.
- Montessori, M. (2020). *Por la causa de las mujeres*. Altamarea Ediciones. Madrid.
- Moore, K. (2018). *Las chicas del radio. Lucharon por la justicia. Pagaron con sus vidas*. Capitan Swing. Madrid.
- O' Sullivan, S. (2016). *Todo está en tu cabeza. Historias reales de enfermedades imaginarias*. Planeta de Libros. Madrid.
- Randall, L. (2016). *La materia oscura y los dinosaurios. La sorprendente interconectividad del universo*. Editorial Acanalado. Barcelona.
- Servera, F. (2018). *La belleza tiene su ciencia. Mitos y verdades sobre los cosméticos, el cuidado de la piel y el cabello*. Siglo XXI. Madrid.
- Tejera, P. (2019). *Viajeras por el Lejano Oriente (1847-1910)*. Casiopea. Madrid.
- Ugalde, A. (2010). *Terremotos. Cuando la tierra tiembla*. Los libros de la Catarata. Madrid.



The image features a vibrant blue background. In the center, there are four pieces of laboratory glassware: two Erlenmeyer flasks at the bottom and two graduated cylinders at the top. The flasks contain liquids of different shades of blue and light blue, with several white circles representing bubbles. The cylinders are empty and also contain white circles. A black banner with a white border is positioned horizontally across the middle, containing the text 'Actividades ConCiencia' in a bold, white, sans-serif font. The banner is layered over a light orange rectangular shape and is partially framed by a yellow zig-zag line.

Actividades ConCiencia



Actividades ConCiencia

ARAGONESA DE SERVICIOS TELEMÁTICOS, AST

Avda. Ranillas 3ª, planta 3ª, ofc. J, 50018 Zaragoza

T. 976714495

ast@aragon.es

<https://ast.aragon.es/aragonesa-de-servicios-telematicos>

Entidad pública del Gobierno de Aragón responsable de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Actividades de AST para acercar las profesiones científicas y tecnológicas a las/los jóvenes:

- Colaboración con la iniciativa 11 F mediante *charlas* para alumnos y alumnas, desde 2º de infantil hasta 4º de ESO de todo Aragón y las iniciativas [#enclase11F](#) y [#escaparates11F](#) para ayudar a visibilizar entre los niños y niñas el trabajo de las mujeres en la ciencia y la tecnología.
- Organización de *visitas periódicas* a las instalaciones de su Centro de Proceso de Datos de Walqa (Huesca), para alumnos de secundaria, formación profesional y grados universitarios.

ARQUEOLOGÍA Y DIDÁCTICA S.C.

CIEM Torre Delicias. Avda. de Navarra 54, 50010 Zaragoza

T. 625830672/615610215

hconget@unizar.es / naufragioentupiscina@gmail.com

www.naufragioentupiscina.com

Start Up de la Universidad de Zaragoza especializada en la transmisión de la investigación en arqueología prehistórica al gran público a través de actividades y espacios didácticos experienciales únicos. Las personas participantes se acercan a la prehistoria rescatando las piezas arqueológicas, diseñando las variables de los experimentos o descifrando los códigos ocultos, transformándose en arqueólogas.

Las actividades son:

- Uluburun: Un naufragio en tu piscina: réplica de un yacimiento subacuático de la Edad del Bronce en el fondo de una piscina para mostrar el método arqueológico y explicar la Prehistoria.
- El Universo del Bronce

- El Origen del ser humano
- El Arte rupestre del Arco mediterráneo

ASOCIACIÓN DE MUJERES INVESTIGADORAS Y TECNÓLOGAS AMIT-ARAGÓN

amit.aragon@gmail.com

www.amit-es.org/nodos/aragon

Asociación que cree que los modelos profesionales de mujeres contribuyen a la libertad de elección de estudios superiores en las niñas y jóvenes.

Para promocionar las profesiones científicas y tecnológicas en estudiantes de secundaria de Aragón, organizan la *Jornada Girls' Day*, dentro de la Semana de la Ingeniería y Arquitectura de Unizar, con patrocinio del Instituto Aragonés de la Mujer. Su objetivo es que las/os jóvenes de educación secundaria conozcan qué es la ingeniería y las posibilidades de su gran abanico de salidas laborales. La recepción del alumnado la realizan ingenieras, que explican su trabajo y realizan visitas con ejemplos y talleres. Financiación de transporte escolar para el entorno rural.

ASOCIACIÓN LA CHAMINERA

T. 625164416

tochemenal@gmail.com

www.la-chaminera2.webnode.es

Entre los proyectos fundamentales de esta asociación está el acercamiento a la ciencia a través de la música.

Actividades: Talleres y Espectáculos de Divulgación Matemática y Música:

- Exposición *Músicacoconciencia* y Espectáculo *Buenas Vibraciones*.
- Rutas matemáticas y Experigoza: actividades matemáticas con música, juego, baile y teatro (con el Servicio de Educación del Ayuntamiento de Zaragoza).
- Espectáculo *Cuentas, Cuentos y Cantos*: programado en centros educativos.

CENTRO DE ESTUDIOS DE FÍSICA DEL COSMOS

Plaza San Juan, 1, planta 2ª, 44001 Teruel

T. 978221266

cefca@cefca.es

www.cefca.es

Es una Fundación de interés público del Gobierno de Aragón creada para definir y construir el Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), así como para llevar a cabo y promover su explotación científica.

Actividades:

- Charlas, coloquios, cursos, conferencias, jornadas
- Visitas guiadas al OAJ

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN (CITA)

Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

T. 976 71 63 00

cita@aragon.es

www.cita-aragon.es

Organismo público adscrito al Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón. Está dedicado a la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología al sector agroalimentario con tecnologías respetuosas con el medio ambiente, además, ofrece asesoramiento y servicios. Está ubicado en el Campus de Aula Dei de Montañana, uno de los complejos de investigación científica más importantes del país en su campo de actuación.

Actividades para fomentar el interés por la ciencia en jóvenes:

- «*Scape room: El enigma de las plantas*»: actividad participativa para jóvenes de 15 a 18 años para celebrar el Día Internacional de la Fascinación por la Plantas.
- *Rutas Científicas, Artísticas y Literarias* organizado por la Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa del MEFP, en la Finca La Garcipollera.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN ARAGÓN (CSIC)

Plaza Emilio Alfaro 2-3, 50003 Zaragoza

T. 976469608

ci.aragon@dicar.csic.es / mlazaro@icb.csic.es

www.d-aragon.csic.es

El CSIC es la mayor institución pública dedicada a la investigación en España y tiene como objetivo fundamental desarrollar y promover investigaciones en beneficio del progreso científico y tecnológico. Lleva a cabo actividades dirigidas, entre otras cosas, a fomentar la cultura científica en la sociedad.

En Aragón estos son algunos de los recursos disponibles:

Recursos educativos presenciales

- Semana de la Ciencia y la Tecnología
- Proyecto CSI (Aragón)
- Visitas científicas a los Institutos del CSIC en Aragón
- Escape Room “Perfilina y el misterio de la edafóloga perdida”
- Sandbox “Caja de realidad aumentada”

Recursos educativos online

- HiScoreScience
- Realidad Virtual
- Museo Virtual de la Ciencia
- Exposiciones itinerantes

Recursos educativos fomento de vocaciones STEM y género

- Las chicas somos guerreras... y también ingenieras (y científicas, tecnólogas, matemáticas...)
- ¿Hay alguna científica en la sala? (diseñada en Aragón)
- Científicas y cambio global
- Cuéntame cómo dedicarme a la ciencia

DE LA ROCA AL METAL

T. 692431164

delarocaalmetal@gmail.com

www.delarocaalmetal.com

Grupo de investigación independiente, profesionales de la arqueología. Combinación de investigación, didáctica de la arqueología y asesoramiento técnico a través de modelos participativos y horizontales. Dedicado a los estudios arqueológicos de campo, al diseño de fórmulas de gestión del patrimonio arqueológico (e inmaterial) y a las labores de difusión en centros educativos, museos o plazas donde se realizan sus talleres:

- «*Los Orígenes de la Metalurgia*»: demostración participativa sobre los experimentos y experiencias en arqueología. Demostración participativa. Juego de preguntas, fundición de cobre metálico.
- «*El Arte en la Prehistoria*»: transformación de un aula en una cueva. Teatralización (chamán-arqueólogos/os-asistentes), pintura de la cueva, interpretación.

DEPARTAMENTO DE CIENCIA, UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Edificio Pignatelli, Pº María Agustín 36, 50004 Zaragoza

T. 976714000

consejeraciencia@aragon.es

www.aragon.es/organismos/departamento-de-ciencia-universidad-y-sociedad-del-conocimiento

Este departamento del Gobierno de Aragón es el encargado de gestionar los temas de ciencia, universidad y sociedad del conocimiento. Uno de sus objetivos es fomentar el acceso a las carreras STEM a los y las jóvenes de Aragón en condiciones de igualdad.

De entre las actividades en las que pueden participar estas/os jóvenes, destacan los eventos que se celebran de forma abierta a la ciudadanía en Zaragoza, Huesca y Teruel el *Día de la mujer y la niña en la ciencia* el 11 de febrero.

EDUCACIÓN 21

T. 629 444 557

fgarcia@educacion21.es

www.educacion21.es

Proyecto educativo especializado en el diseño y la realización de actividades educativas innovadoras empleando la robótica, la programación, las ciencias y las nuevas tecnologías. Algunos de sus objetivos con respecto a las/os participantes: ejercitar la creatividad, practicar el trabajo en equipo y aumentar la inteligencia emocional al tiempo que aprenden las habilidades esenciales para el siglo XXI.

Talleres para involucrarse y aprender de forma práctica:

- *Robótica*: talleres de robótica básica (manejo de motores y sensores con un robot base), talleres específicos para aplicar en robótica la Ingeniería, Ciencias o Matemáticas. Todas las actividades se pueden tematizar.
- *Diseño 3D*: impresión física del objeto diseñado o exportación al mundo virtual. Esta opción permite ser visualizado en Realidad Virtual o Realidad Aumentada.

ESCIENCIA EVENTOS CIENTÍFICOS

Parque Empresarial Miraflores. Nave 49. Carretera de Castellón A68, km. 232

50720 Zaragoza

T. 976875237 / 692858509

educacion@esciencia.es

www.esciencia.es

Empresa especializada en la gestión de Proyectos Educativos. Trabajan en colaboración con Universidades, Centros de Investigación y Fundaciones para la divulgación de la Ciencia y la Tecnología, trasladando la investigación generada a formatos dinámicos educativos alineados con el currículo escolar.

Actividades:

Proyectos de investigación agroalimentaria

- Alimentando Vocaciones: feria escolar para Secundaria
- Alimentando tu futuro, la investigación que se come: público general (infografías)
- Escuela de Familias en Agroalimentación
- Cucharadas de evidencia: fomento pensamiento crítico en alimentación (Secundaria y Bachillerato)

Proyectos divulgación Nanociencia

- Fenómenos: feria escolar secundaria y especial
- Cápsulas de nanotecnología
- Nanoawareness, viaje al centro de las cosas
- Los cinco sentidos y la nanotecnología
- RetroNanotech y FutureNanotech
- Maletas Nanomartes: primaria, secundaria, bachillerato, docentes
- Documentales «Nanotecnología: el futuro ya está aquí»
- Exposición «Bienvenidos a la nandimensión»
- Exposición «Nanorevolution»
- Agencia de nanocríticos

Ciencia y Tecnología de los Materiales

- Matheroes: los súper materiales del futuro: primaria, secundaria y bachillerato
- Playtools: documentales

ETOPIA CENTRO DE ARTE Y TECNOLOGÍA

Av. de la Cdad. de Soria, 8, 50003 Zaragoza

T. 976726627

www.zaragoza.es/ciudad/etopia/

Este equipamiento, propiedad del Ayuntamiento de Zaragoza y con gestión del mismo, es un espacio para la promoción cultural de la innovación, que favorece la creación de empresas y empleos en los nuevos sectores relacionados con la digitalización de la economía y la sociedad. Está enfocado en adaptarse a las nuevas plataformas tecnológicas y sus necesidades derivadas, potenciando la investigación y la innovación desde edades tempranas, el manejo de las TIC y la producción artística. También cuenta con los Laboratorios CESAR, para fomentar la producción y la participación ciudadana en arte, ciencia y tecnología.

Se establece como eje transversal el trabajo de las mujeres en estos ámbitos del conocimiento frente a las detectadas brechas de género.

De entre sus muchas propuestas, destacamos las siguientes actividades dirigidas a chicas y chicos y a la ciudadanía en general:

- Exposiciones
- Tecnología y formación:
 - *Hack&Kids*, evento paralelo a #CONPilar, el Congreso de CiberSeguridad, Derecho Tecnológico y Hacking de Zaragoza, destinado a menores y adolescentes, con contenidos y talleres específicos.
 - *Women Techmakers Zaragoza*: Etopia apoya y acoge esta iniciativa global, promovida por Google y organizada por Mulleres Tech, para generar recursos que impulsan la innovación y la participación de las mujeres en el campo tecnológico.
 - *Colonia Etopia Kids*, hasta los 16 años. Su objetivo es estimular el aprendizaje tecnocientífico con tecnologías creativas como la robótica, la programación o la electrónica básica, y el conocimiento de las tecnologías de la imagen y la comunicación.
 - *Aula Diwok*, trabajo colaborativo para el alumnado de 13 a 16 años. Allí pueden desarrollar sus proyectos en diferentes disciplinas, potenciando capacidades técnicas e intragrupalas.
- Ciencia ciudadana y cultura científica:
 - *Concurso Nacional de CanSat Caesaraugusta*: lanzamiento de un globo sonda con el fin de divulgar la evolución tecnológica. Dirigido al alumnado de Secundaria.
 - *Utopías Educativas*, jornadas de innovación y educación docente, cuyo objetivo es compartir experiencias de innovación educativa por parte del profesorado.
 - *Jornadas Divulgación innovadora D+I*.

EXPAND CREATIVE SOLUTIONS

T. 656719119

f.manchado@expand-cs.es

www.expand-cs.es

Su objetivo es fomentar las carreras STEM.

Charlas/Talleres

- Tu mundo es software
 - Ética en el desarrollo de software
 - Seguridad en el desarrollo de software
 - Software empresarial/producción
 - El software de las cosas
- Tu futuro como desarrollador/a de software
 - Emprendedores/as
 - Por cuenta ajena
 - Freelance
- El software no es un lenguaje de programación.

La lógica del mundo desde la perspectiva del desarrollo de software.

FUNDACIÓN INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SANITARIA ARAGÓN

Centro de Investigación Biomédica de Aragón (CIBA)

Avda. San Juan Bosco, 13. 50009 Zaragoza

T. 976716818

info@iisaragon.es

www.iisaragon.es

Es el Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, el Hospital Universitario Miguel Servet y Atención Primaria de Salud, en el que además se integran investigadores de la Universidad de Zaragoza y el Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud. Esto permite aproximar la investigación básica, clínica y de los servicios sanitarios, potenciando la traslación de resultados de investigación a la Sociedad.

Actividades y propuestas científicas para secundaria y bachillerato, y para público general:

- *Charlas divulgativas* en distintos Institutos de Educación Secundaria.
- *Ciclos de conferencias, talleres, charlas, foros científicos, Jornadas* de puertas abiertas y otras actividades de difusión sobre el trabajo que hacen los investigadores del IIS Aragón, de la mano de Asociaciones y otras entidades.
- *Participación en plataformas de divulgación científica*: por ejemplo, en el programa «En Ruta con la Ciencia de Aragón TV», en el Suplemento de «Ciencia tercer Milenio» o en el programa de radio «Ágora» de Aragón Radio (sección «La química y la vida»).

GEOPIRENE

T. 656629194

info@geopirene.es

www.geopirene.es

Actividades:

Rutas de interpretación medioambiental, enfocadas sobre todo en la geología y la naturaleza en

general, así como otros aspectos destacables de la ruta en concreto (aspectos históricos, etnográficos, etc). En estas rutas se adaptan los contenidos al nivel de las/los participantes (público general, escolares, asociaciones...).

- Ruta por Piracés
- Ruta circular por Agüero

GRUPO ASTRONÓMICO SILOS

T. 660623497

gas_astronomia@yahoo.es

www.grupoastronomicosilos.org

Su objetivo es la divulgación de la astronomía.

Las actividades son:

- *Planetario portátil*: planetario hinchable con capacidad para unas 25 personas. La proyección, en formato envolvente 360° en su interior, nos acerca a la astronomía de forma fácil y entretenida.
- *Observación nocturna*: explicación de las constelaciones y sus historias, mientras podemos observar por telescopio los objetos más bellos y llamativos del firmamento.
- *Observación solar*: observación de la superficie solar y su actividad con telescopio y filtros.
- *Charlas astronómicas*: conocimiento de nuestro cielo nocturno, los movimientos de la tierra, los eclipses, así como cualquier otro tema relacionado con la astronomía:
 - Stellarium, el cielo en tu ordenador
 - Galileo, una vida contracorriente
 - El zodiaco a fondo, desmontando la astrología
 - Charla sobre astrónomos/as

INSPIRA, ASOCIACIÓN PARA LA CONVIVENCIA

T. 615051715 / 629524947

inspiraasociación@gmail.com

www.asociacioninspira.com

Asociación orientada a potenciar la convivencia y la cohesión social en nuestra sociedad, promoviendo, entre otras cosas, unos valores respetuosos con el medio ambiente, la diversidad y la igualdad de género, mediante actividades formativas y de ocio.

Las actividades dirigidas a fomentar la inquietud científica y a promocionar las profesiones STEM entre las/los jóvenes son estas:

- *Taller Grandes Descubrimientos de Grandes Científicas*
- *Taller de Ciencia Divertida*
- *Taller de Radio: Conexión STEM*

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN – ITAINNOVA

Calle María de Luna, 7-8, 50018 Zaragoza

T. 976010000

info@itainnova.es

www.itainnova.es/es

Centro Tecnológico cuyos fines son de interés general. Legalmente constituido a iniciativa del Gobierno de Aragón y presidido por el Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento. Su objetivo, entre otros, es acercar la ciencia y la tecnología a las niñas a través de contenido divulgativo. ITAINNOVA hace un esfuerzo muy importante llevando a cabo acciones que tengan un impacto positivo en la reducción de la brecha de género.

Actividades que organiza o en las que participa ITAINNOVA:

- Calendario de *Visitas escolares*: para Primaria, Secundaria, Bachillerato o Universidad.
- Celebración del *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*:
 - *¡Buscamos a las científicas del futuro!*: para acercar la ciencia y la tecnología a niñas de entre 13 y 16 años. Experimentos, juegos de aventura e interesante contenido divulgativo.
 - *Exposición de paneles*, decoración permanente de ITAINNOVA, que recogen la biografía de cerca de 20 mujeres investigadoras, científicas y tecnólogas de todos los tiempos.
 - *First Lego League (FLL)*: El Gobierno de Aragón, a través de ITAINNOVA, apoya esta competición de robótica, que ayuda a estudiantes y docentes a trabajar en grupo por objetivos de interés general para la sociedad, a desarrollar habilidades y a aprender materias tecnológicas.
 - *Technovation Challenge*: concurso internacional que fomenta las vocaciones tecnológicas y el emprendimiento en las chicas. Nuestras ingenieras han sido mentoras de un equipo.

JAVIER LAVILLA

T. 675350566

educajavier@gmail.com

https://twitter.com/javier_lavilla_?lang=es

Formación en las nuevas tecnologías en primaria y secundaria, apoyo al profesorado (CIFE e Ibercaja Obra Social), realidad aumentada y realidad virtual aplicada al sector educativo y colaboración con el INCIBE sobre ciberseguridad en apoyo a centros educativos.

Actividades o talleres:

- *Escape Room* con Realidad Aumentada.
- *Mundos inmersivos virtuales 360°*.
- *Robótica educativa y pensamiento computacional*.
- *Micro:bit, Scratch y Arduino*.

LABORATORIO SUBTERRÁNEO DE CANFRANC

Camino de los Ayerbes, S/N

22880 Canfranc-Estación, Huesca

info@lsc-canfranc.es
<https://lsc-canfranc.es/>

Es una instalación científica subterránea situada junto al municipio de Canfranc (Huesca) dedicada a la ciencia subterránea, especialmente a la investigación de la materia oscura y a la detección de sucesos poco probables, y por este motivo está instalada bajo el Pirineo aragonés, a unos 850 metros de profundidad. Está gestionada por un Consorcio formado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, la Diputación General de Aragón y la Universidad de Zaragoza. Dispone de un museo, salas de conferencias y exposiciones, un auditorio y dos aulas, donde se realizan diversas actividades: jornadas de puertas abiertas, visitas al museo, etc.

MINIVINCI, ROBÓTICA Y PROGRAMACIÓN EDUCATIVA

C/Obispo Javier Osés Flamarique, 13, Local 4-2, 22004 Huesca
T. 974 56 00 33
info@minivinci.es
www.minivinci.es

Empresa tecnológica y educativa cuyo objetivo principal es acercar la ciencia y la tecnología a niñas/os, jóvenes y adultas/os, mediante una metodología dinámica, sencilla y divertida. Utilizan la programación y la robótica como herramientas transversales para cubrir necesidades educativas y desarrollar y mejorar habilidades, como su capacidad de socialización, iniciativa, creatividad, liderazgo y trabajo en equipo. Actividades:

- Talleres
- Cursos tecnológicos on-line
- Formación al profesorado

MULLERES TECH

hello@mullerestech.es
www.mullerestech.es

Es una comunidad sin ánimo de lucro creada para dar visibilidad a las mujeres que se dedican a la tecnología en Aragón, de forma profesional o aficionada. Surgió impulsada por un colectivo preocupado por la escasa presencia femenina en el sector tecnológico. Busca fomentar la participación de las mujeres en la tecnología y servir como referente e inspiración a las más jóvenes.

Acciones:

- Organización de *Women Techmakers Zaragoza*: ponencias de mujeres, talleres para niñas/os...
- Colaboración en iniciativas lideradas por diferentes asociadas que muestran la ingeniería de una manera divertida:
 - *Una ingeniera en cada cole*
 - *11deFebrero*
- *Charlas divulgativas* y/o inspiradoras del uso y necesidad de la tecnología, cuál es el trabajo de una ingeniera o una científica.
- *Talleres tecnológicos*: programación, diseño 3D, desarrollo de apps, creación de videojuegos, ...

NIUBIT

C/Predicadores, 85, local, 50003 Zaragoza

T. 976438296

ciberteca@niubit.es

www.niubit.es

Es un aula de tecnología creativa STEM, dedicada a producir y enseñar contenidos de programación, robótica, electrónica y diseño 3D para estudiantes de Primaria y ESO. Se cuentan historias a través de la tecnología y se juega a ser ingenieros/as.

Se da formación al profesorado y se les guía en proyectos de aplicación en el aula. Cuentan con dos aulas y también se pueden desplazar al centro que lo demande para realizar charlas, demostraciones o talleres.

Actividades:

- *Proyectos STEM en miniatura:*
 - Descargar un barco de Lego con una cinta transportadora, o un camión con una carretilla
 - Construir tu casa a partir de un plano... o urbanizar una zona comercial
 - Programar una clave para la puerta de casa... o imprimir un llavero en 3D
- *Desafíos STEM basados en hechos reales:*
 - Catástrofe de Ribadelago (Lago de Sanabria, Zamora)
 - Halong Bay (Océano Pacífico, Vietnam)
 - Isla Decepción (Misión Ejército de Tierra, Antártida)
 - Caesaraugusta
- *Talleres de robótica, programación, electrónica, diseño 3D*

PALEOYMÁS

T. 976326565

info@paleoymas.com

www.paleoymas.com/servicios/interpretacion/geoturismo-y-actividades

Sus actividades son:

- *Diseño de visitas, talleres, charlas, conferencias y actividades formativas* relacionadas con paleontología, geología, arqueología y medio natural para público en general, de todas las edades y para todo tipo de instituciones y organismos.
- *Visitas guiadas* programadas a diversos puntos de Aragón y provincias limítrofes.
- *Talleres en el aula* sobre dinosaurios y otros fósiles.

PEQUEÑO DA VINCI

T. 606375880

hola@pequenodavinci.net

www.pequenodavinci.net

Su objetivo es descubrir y desarrollar las múltiples inteligencias de las personas participantes, para optimizar sus capacidades y competencias, de forma que les ayuden a transformar y mejorar su entorno.

Actividades:

- *Viajes de Experimentación* (Aulas de Naturaleza): actividades en el medio natural, donde trabajar conceptos de biología, zoología, botánica, geología.
- *Aprendiendo de Genios* (talleres en el aula): actividad que complementa los aprendizajes de las materias impartidas en el aula:
 - Transformando la energía
 - Máquinas simples, “Pequeños esfuerzos, grandes resultados”
 - Reflexionando sobre la luz
 - Experimentar con la luz
 - Estructuras resistentes
 - Trabajando bajo presión: concepto de presión, presión atmosférica, Leyes de Gay Lussac

QETEO, PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

T. 661341281

olopez@qeteo.es

www.qeteo.es

Ofrece servicios educativos que fomentan el conocimiento de la geología, haciendo hincapié en aquellos aspectos que se imparten en la enseñanza formal. Sus actividades proporcionan al alumnado un reencuentro con nuestro planeta Tierra y el medio ambiente, ampliando su perspectiva de observación del medio natural que les rodea, así como su conciencia para protegerlo y conservarlo.

Actividades presenciales:

- Taller “Animales camuflados en las rocas”
- Taller “A vista de pájaro”
- Excursión: “Dinosaurios y aguas termales”

Actividades on-line:

- Charla “Un recorrido por el patrimonio geológico de Aragón”
- Charla “Dinosaurios y otros animales extinguidos”

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Es un centro de educación superior público de la comunidad de Aragón, repartido geográficamente entre los campus de Zaragoza, Huesca, Jaca, Teruel y La Almunia de Doña Godina.

A-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Carretera de Cuarte, s/n, 22071 Huesca

T. 974239301

infoeps@unizar.es
<https://eps.unizar.es/>

Centro de la Universidad de Zaragoza que imparte titulaciones relacionadas con la Ingeniería Agroalimentaria y las Ciencias Ambientales.

Sus objetivos son la docencia y la investigación en áreas relacionadas con el medio rural y el medio ambiente.

Actividades orientadas a jóvenes

- Olimpiada Regional Agroalimentaria y Ambiental, dirigida a estudiantes de segundo de bachillerato y segundo de ciclos formativos.
- Visitas a centros de secundaria, bachillerato y ciclos formativos.
- Visitas de estudiantes de dichas enseñanzas a sus instalaciones, y actividades prácticas, para acercar sus titulaciones a estas/os jóvenes.

B-FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Campus Plaza San Francisco, Unizar

Calle Menéndez Pelayo, 24, 50009 Zaragoza

T. 976761294

seccienz@unizar.es

<https://ciencias.unizar.es/>

Centro de la Universidad pública de Zaragoza dedicado a la docencia y a la investigación, en el que se imparten diversas titulaciones científicas oficiales.

Actividades para centros de Secundaria organizadas por el Decanato

- Jornadas de puertas abiertas de la Facultad
 - Jornadas de puertas abiertas de la Facultad: alumnado de 4ºESO-1º Bachillerato de Aragón.
 - Jornada de Puertas Abiertas Generales: alumnado de 2º Bachillerato.
- Visitas de Profesores a Centros de Secundaria. Actividad dirigida a alumnos de 4º de ESO y de 1º y 2º Bachillerato.
- Taller de Impresoras 3D: Noviembre a Mayo. Para estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato.
- Semana de Inmersión en Ciencias dirigida al alumnado de 4º de la ESO y 1º de bachillerato.

Actividades para centros de Secundaria en las que colabora, patroniza y/o gestiona la Facultad de Ciencias

- Taller de talento matemático: dirigido al alumnado de tercero y cuarto de ESO y de bachillerato.
- Hands on particle physics masterclasses: actividad dirigida a alumnos de bachillerato.
- Concurso de Cristalización en la Escuela de Aragón.
- Olimpiadas Científicas.
- Diviértete con la Estadística: concurso dirigido a estudiantes de Secundaria, Bachiller y Ciclos Formativos en Aragón, ayudados por su profesorado.
- Geología: la cara oculta de la ciencia: el objetivo es acercar la Geología a los Centros de Secundaria y Bachillerato de Aragón.

- Hi Score Science (Final regional): juego de preguntas y respuestas sobre ciencia, en inglés y castellano (móviles, PC y Mac) para aumentar la cultura científica.

C-ISABEL IGUACEL: MONÓLOGOS SOBRE CIENCIA

T. 655676730

iguacel@unizar.es

Profesora en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza, Isabel Iguacel hace *monólogos* en los que habla sobre ciencia de forma divertida, para poder llegar al máximo número de personas.

D-UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Edificio Paraninfo. Plaza Basilio Paraiso, 5, 50004 Zaragoza

T. 876554768/ 660010349

ucc@unizar.es

<https://ucc.unizar.es/>

Esta unidad trabaja para visibilizar el trabajo de sus investigadoras/es y los resultados de los estudios científicos y avances en innovación del campus público aragonés, que contribuyan a mejorar y a fomentar la cultura científica de la sociedad, así como a progresar hacia un modelo productivo, basado en la innovación y el conocimiento.

Organiza una serie de actividades que se han consolidado con el paso del tiempo. Entre otras acciones destacan los *Circuitos Científicos para el alumnado de 4º de ESO* de Aragón, actividad de sensibilización hacia las/los más jóvenes para despertar su interés por la ciencia y poner en valor el trabajo del tejido científico de la institución.

E-VICERRECTORADO DE CULTURA Y PROYECCIÓN SOCIAL

Calle Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza

T. 976761000

vrestu@unizar.es; vpcs@unizar.es

www.unizar.es

Desde el Vicerrectorado de Cultura y Proyección Social, a través del Museo de Ciencias Naturales, se han llevado a cabo varias *muestras expositivas* en el contexto de la celebración del 11F, el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, por ejemplo, la exposición *Las chicas somos guerreras...* y también ingenieras (y científicas, tecnólogas, matemáticas...).

Para seguir conociendo

- **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE TERUEL. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

C/ Atarazana, 2, 44.003, Teruel
T. 978618102
diringtt@unizar.es
<https://eupt.unizar.es/>

- **MUSEO AQUAGRARIA**

Ciudad del Agua, Calle Manuel Lorenzo Pardo, s/n, 50600 Ejea de los Caballeros, Zaragoza
T. 654919633 (Fundación Aquagraria)
direccion@aquagraria.com
<http://www.aquagraria.com/>

- **MUSEO ARAGONÉS DE PALEONTOLOGÍA – PARQUE PALEONTOLÓGICO DINÓPOLIS**

Polígono Los Planos, S/N
44002 Teruel (España)
T. 978617715 / 978617718
info@dinopolis.com
www.dinopolis.com/

- **MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

Edificio Paraninfo
Plaza Basilio Paraíso, 4, 50005 Zaragoza
T. 976762096
museonat@unizar.es
<https://cultura.unizar.es/actividades/museo-de-ciencias-naturales>

- **MUSEO DEL FUEGO Y LOS BOMBEROS**

Calle de Ramón y Cajal, 32, 50004 Zaragoza
T. 976724262
museofuegobomberos@zaragoza.es
www.zaragoza.es/sede/portal/bomberos/servicio/equipamiento/4465?test=s

- **MUSEO DE MATEMÁTICAS MONASTERIO DE CASBAS**

Plaza de San Bernardo (dentro del Monasterio de Casbas), 22002 Casbas (Huesca)
<http://museodematematicas.unizar.es/>

- **MUSEO DE PALEONTOLOGÍA DE JOSA**

Plaza Alta, 44792, Josa (Teruel)
T. 978810278

- **MUSEO MINERO DE ESCUCHA**

Calle Carretera, 7, 44770 Escucha, Teruel
T. 978756705 / 634892457
info@museomineroescucha.es
www.museomineroescucha.es

- **MUSEO PALEONTOLÓGICO DE GALVE**

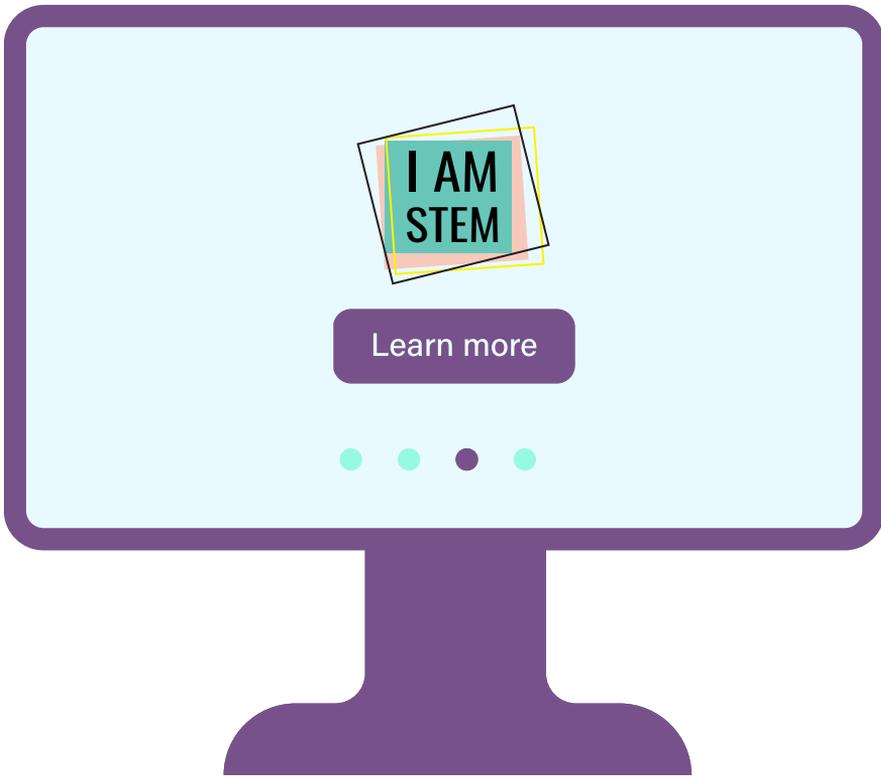
Calle San Joaquín, 2, 44168 Galve (Teruel)
T. 978776047

- **PLANETARIO DE ARAGÓN**

Parque tecnológico Walqa, Parcela 13, 22197 Cuarte (Huesca)
T. 974234593
info@planetariodearagon.com
www.planetariodearagon.com



www.ConCiencia



Webs nacionales



**11 de Febrero: Día Internacional de la
Mujer y la Niña en la Ciencia**



**Educatribu, espacio para compartir
materiales y experiencias educativas
libres y gratuitas**



**Valpat, Robótica y Tecnología,
diviértete en You Tube**



Día Internacional de la luz, 16 de mayo



InspiraSTEAM



Mujeres con Ciencia



National Geographic España: Tabla
periódica de las científicas



Para jugar en verano: “¿Quién es ella?”



STEM Talent Girls



¿Por qué tan pocas?: Tecnólogas y
científicas a la luz



Webs internacionales



Girls 4 Science



Girls in tech



Girls who code



Hypatia Project



Inspiringgirls



Million Women Mentors



Naciones Unidas: Día Internacional de la
Mujer y la Niña en la Ciencia



Nova



Power to code: Embajadores de
Technovation Girls



Science Daily, su fuente de las últimas
noticias de investigación



Women Teck, Asociación Mujer y
Tecnología



La educación de las niñas y las mujeres
en ciencias, tecnología, ingeniería y
matemáticas (STEM)



«Las maratonistas»: mujeres que siguen en
la carrera



Asociación Americana para el Avance de la
Ciencia



Ciencia, Tecnología y Cultura Digital



Howstuffworks?, ¿cómo funcionan las
cosas?



Artículos para repensar



Patiño Cárdenas, L. ¿Por qué no hay más mujeres en ciencia y tecnología?. Marzo 2020.



Ribera Molinos, A. Mujeres y ciencia: sesgos, mitos y estereotipos. Octubre 2014.



Van den Eynde, A. Género y ciencia, ¿términos contradictorios?. Revista Iberoamericana de educación, 6. Género y Educación. Septiembre-diciembre 1994.



100 años en femenino. Una historia de las mujeres de España.



Índice

Presentaciones.....	3
Maru Díaz Calvo <i>Consejera de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento</i>	
María Goikoetxea Bernad <i>Directora del IAM</i>	
Introducción.....	9
Manual de uso de esta guía I AM STEM.....	10
$F=mc^2$	15
La cara oculta de la Luna.....	31
15 experimentos.....	49
Cine y Televisión.....	81
Lecturas ConCiencia.....	95
Actividades ConCiencia.....	109
www.ConCiencia.....	127

I AM Stem. Guía para la promoción de las profesiones científicas y tecnológicas se terminó de imprimir el 11 de febrero de 2021, cuando el mundo celebra el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

Cuatro mujeres de diferentes ámbitos y formación comenzaron a soñar con este proyecto en octubre de 2020. Unidas por el compromiso con el reto propuesto por el Instituto Aragonés de la Mujer, han construido un prisma poliédrico a través del cual la luz de la ciencia se filtra y descompone en un juego caleidoscópico de propuestas didácticas.

Este libro es fruto de la colaboración de muchas personas. Algunas, especialmente Víctor Juan, Gustavo Lafuente e Iván Soler, han asesorado en la selección de materiales y otras han aportado información detallada sobre las entidades donde trabajan. Por último, queremos destacar la generosidad de las trece mujeres aragonesas que han sabido conjugar nuestro lema en todos los tiempos verbales:

I AM STEM



I AM STEM

**GUÍA PARA LA PROMOCIÓN
DE LAS PROFESIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

ISBN 978-840926493-3

