## 10001 amigas ingenieras

Descubre a 17 ingenieras y diviértete con sus experimentos

> Coord. María Villarroya Gaudó Ilustraciones Sonia Sanz Escudero



## 10001 amigas ingenieras p diviértete con sus experimentos



**Coord.** María Villarroya Gaudó **Ilustraciones** Sonia Sanz Escudero

### Idea y coordinación

María Villarroya Gaudó

#### Autoras

Rosario Araqués Muñoz Natalia Ayuso Escuer Sandra Baldassarri Yolanda Bravo Rodríguez Eva Cerezo Bagdasari Marisa Claver Barón Manuela Delgado Cruz Elena Fillola Mayoral María Herrando Zapater Isabelle Hupont Torres Dolores (Lola) Mariscal Masot

Carmen Mayoral Gastón Pilar Molina Gaudó

Ana Cristina Murillo Arnal Laura Ruberte Sánchez Raquel Trillo Lado María Villarroya Gaudó

### Edita

Prensas de la Universidad de Zaragoza. Edificio de Ciencias Geológicas, c/Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza, España. Tel.: 976 761 330. puz@unizar.es http://puz.unizar.es

#### Revisión de estilo

Cristina Baselga Mantecón Carmen Romeo Pemán

#### Ilustraciones

Sonia Sanz Escudero

### Diseño y maquetación

Marta Ester

#### Impresión

**INO** Reproducciones

- © de los textos, las autoras
- © de las ilustraciones, Sonia Sanz Escudero
- © de la presente edición, Prensas de la Universidad de Zaragoza

Depósito legal: Z 1588-2020 ISBN: 978-84-1340-235-2

Serás aquello que quieras, siempre que trabajes con perseverancia y pasión en tu sueño. No permitas que nadie se interponga en tu camino para convertirte en la mujer que desees.

Ruth Bader Ginsburg (1933-2020)

## Agradecimientos

Las autoras, profesoras o egresadas de la Universidad de Zaragoza y socias de la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas (AMIT-Aragón), queremos reconocer el apoyo de las instituciones a los proyectos de divulgación científica que llevamos realizando en los últimos veinte años:

- Universidad de Zaragoza y sus escuelas de Ingeniería.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Gobierno de Aragón, en particular, el Instituto Aragonés de la Mujer, y los departamentos con competencias en ciencia y educación, actualmente Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento y Departamento de Educación, Cultura y Deporte.

Particularmente queremos agradecer a las instituciones que además han financiado la publicación de este libro:

- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Instituto de la Mujer e Igualdad de Oportunidades.

Asimismo, se merecen una mención especial doña Cristina Baselga Mantecón y doña Carmen Romeo Pemán por su generosa implicación en la revisión lingüística.

Queremos hacer también un reconocimiento a las maestras y maestros de los centros de educación primaria y secundaria que nos han abierto las puertas de sus aulas, permitiéndonos contar nuestras experiencias y explicar en qué consiste la ingeniería. Y por supuesto a todas las ingenieras voluntarias que se han sumado a la iniciativa «Una ingeniera en cada cole». Fruto de toda esta experiencia de divulgación, nace este libro.

Y gracias a todas las pequeñas lectoras que han ido leyendo las distintas versiones, han opinado sobre el título, nos han recomendado que modificáramos lo que ellas no entendían, se han entusiasmado con la lectura y nos han animado a seguir con este proyecto.

## ÍNDICE

| 8          | María y sus amigas  |
|------------|---|
| <b>14</b>  | Pilar, ingeniera feliz  |
| 20         | Natalia en las cuevas romanas   |
| <b>26</b>  | Lola, la aventura del laboratorio   |
| <b>32</b>  | Laura y los colores   |
| <b>37</b>  | Eva y las sorpresas de la vida  |
| <b>43</b>  | Sandra, la viajera  |
| <b>49</b>  | Isabelle y las emociones de las máquinas                                      |
| <b>55</b>  | Carmen, apasionada lectora  |
| <b>61</b>  | Elena, amante de los números  |
| 66         | Yolanda, cuidadora del planeta  |
| <b>72</b>  | Manuela, exploradora del entorno  |
| <b>78</b>  | Ana consigue que los robots puedan ver  |
| <b>84</b>  | Marisa y las normas   |
| <b>89</b>  | Rosario, experta en teclas  |
| 96         | Raquel, buscando datos en internet  |
| <b>102</b> | María y la luz solar  |
| 108        | El procedimiento final. El bizcocho de chocolate                              |
| 114        | Explicación para personas adultas o que quierer saber el porqué de este libro |
| <b>116</b> | Índice de autoras   |
| 117        | Otras mujeres citadas en este libro   |
| <b>118</b> | Índice de experimentos por orden de aparición                                 |



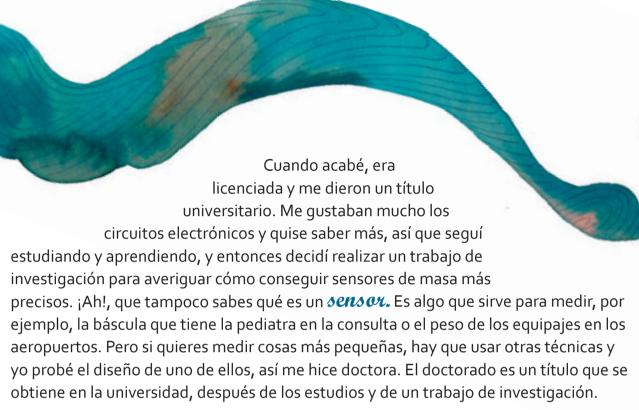
# María y sus amigas

Hola, mi nombre es María y soy doctora en Ingeniería Electrónica. **Vaya tres** palabras difíciles!, doctora, ingeniería y electrónica. En este libro hay cosas que parecen difíciles. Yo creo que cualquier cosa difícil se puede explicar de forma sencilla, y si parece difícil y lo entiendes, mola un montón.

¡Voy a intentarlo con esas tres palabras!

Habrás pensado, **doctora** como mi pediatra que cura, pero no, yo no soy ese tipo de doctora. Doctora es una palabra que tiene más de un significado. Y como te habrán dicho en el colegio, a estas palabras que sirven para varias cosas las llamamos polisémicas. El primero ya lo sabes, doctora es una médica, que te cura si enfermas. Yo no podré hacerlo. Voy a intentar explicar el segundo significado.

Hacer un doctorado es realizar una formación y aprender más, como tú aprendes ahora en primaria y después harás en la ESO. Yo fui al colegio, al instituto y luego a la universidad. Allí estudié Físicas, porque necesitaba respuestas a muchos porqués: por qué se mueve la tierra, por qué algunos metales son líquidos, por qué unos materiales se calientan antes que otros, por qué la luz al chocar con el agua puede formar un arcoíris o por qué la corriente eléctrica circula por los cables y podemos tener luz y energía en las casas.



En **ingeniería:** yo quería saber por qué funcionan las cosas y una vez que tuve esos conocimientos pude desarrollar y fabricar esa balanza que puede detectar cosas muy pequeñas como un virus o una sustancia concreta. La ingeniería busca soluciones y para ello desarrolla herramientas que ayuden en esta búsqueda.

Y la **electrónica** se ocupa de los circuitos que hacen que los ordenadores, el horno de tu casa o la *tablet* funcionen.

Me divierte mucho pensar y hacer cosas nuevas. Cuando consigo que algo funcione es superemocionante. Quizá pienses que soy un poco rara, pero hago cosas que a ti también te gustan. Me encanta pasear por el campo, el parque, el monte, estar con mis amigas y amigos, y el bizcocho de chocolate. Hago uno riquísimo: al final del libro, te doy la receta.

Ahora trabajo en la Universidad de Zaragoza, soy profesora de Ingeniería Informática e investigadora. Trabajo en Arquitectura de Computadores. Se trata de investigar en las piezas que forman el ordenador: los procesadores y las memorias, para que sean más rápidos y consuman menos energía. Seguro que quieres que tu tablet vaya rápida y no se acabe la batería. Yo investigo para que pueda ser así. No lo hago sola, somos un grupo de 12 profesores, yo soy la única mujer. También hay investigadoras que hacen la tesis. Entre ellas están Alba y Angélica que pronto serán doctoras. Para tener mejores resultados, nos organizamos en equipo y también con otro grupo de investigación de la Universidad de Cantabria, en Santander, y con personas que trabajan en universidades en otros países, como Alemania o Australia.

He decidido escribir este libro junto con mis amigas, porque quiero que las niñas y los niños sepáis qué es la ingeniería, porque quizá cuando seáis mayores os guste trabajar como ingenieras o ingenieros o ayudando a estas personas. Además, hay muchas aplicaciones muy distintas. No es fácil decir que no me gusta la ingeniería, porque es como decir que no me gustan las chuches, ¡hay tantas, que seguro que hay una que te gusta!

Igual te apetece probar y hacer un instrumento básico de ingeniería. Es un experimento muy sencillo.

¿Sabes cómo funciona un teléfono?

¿Te lo has preguntado alguna vez?

Cuando hablamos emitimos ondas. Sí, las ondas son parecidas a las olas en un líquido; cuando, por ejemplo, tiras una piedra a un río se producen ondas alrededor, no es lo mismo tirarla de golpe que si la tiras planita, paralela a la superficie del agua, las ondas que dibuja son distintas. Si no lo has comprobado, es la **tarea número uno** para cuando vayas a dar un paseo.

Las ondas de voz, o acústicas, no se ven, pero existen. Haz una prueba. Habla o lee en voz alta mientras pones la mano delante de tu boca. Notarás que soplas de manera distinta dependiendo de la letra que pronuncias. Así emites los distintos sonidos que el oyente interpreta.

Un teléfono tiene que llevar la voz de una persona a otra que está muy lejos, y resulta que los cables pueden hacerlo, pueden llevar esas ondas. ¡Vamos a probarlo!



nudo dentro del vaso, con el otro extremo haces lo mismo en el otro vaso. Necesitas que alguien te ayude, así que os ponéis en los dos extremos del pasillo con la cuerda tensa y podéis hablar al vaso y escuchar por el otro, no hace falta que gritéis, pues las ondas de voz viajan por el hilo.

Ahora podéis pedir a una tercera persona que agarre el hilo por en medio, ¿qué pasa?, ¿por qué no se oye? Lo has acertado, la mano no deja que pasen las ondas.

Tendrás que seguir leyendo para entender cómo se consigue hacer teléfonos sin cable y móviles, y además poder enviar imágenes o hacer videollamadas. Pasaron muchos años desde que se inventaron los teléfonos con cable, hasta que se transformaron en «sin cable» o inalámbricos, o móviles.



He convencido a 16 amigas ingenieras para que escriban este libro conmigo. Fue fácil persudirlas, queremos contar en qué consiste nuestro trabajo, porque sabemos que la ingeniería se conoce poco. Tengo más amigas que se dedican a otras cosas, quizá te las presente en otro cuento. ¿Y amigos? Por supuesto, muchos, e ingenieros también, pero hay ya otros cuentos que hablan de ellos aunque de chicas ingenieras menos; tanto mis amigas como yo estamos convencidas de que cuando chicas y chicos trabajamos juntos las cosas funcionan mejor.

¡Ay! Antes de presentarte a mi amiga Pilar, quiero decirte que ahora podemos enviar mensajes inalámbricos gracias a los descubrimientos de **Hedy Lamarr**, te animo a que busques quién era esa señora y por qué es importante en nuestro día a día su trabajo.

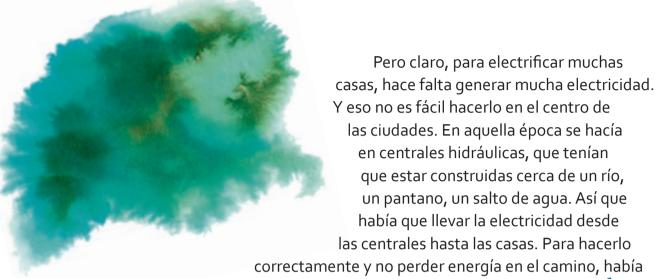
Por cierto, Pilar y yo, además de amigas, somos primas y tener primas-amigas es genial. De pequeñas nos encantaba jugar juntas en la playa o hacer teatro en casa de nuestros abuelos. Ella os va a contar que es ingeniera y jefa, siempre le ha gustado mandar y lo hace bien.



# Pilar, ingeniera feliz

Hola, mi nombre es Pilar, y soy una persona muy feliz, sobre todo, porque me encanta mi trabajo y venir a trabajar cada día es una alegría y una ilusión tremenda. Para mí trabajar no es «trabajar» sino una **diversión.** Soy profesora de Electrónica en la universidad y eso me ha permitido fundar mi propia empresa, que cuando sale de una universidad se llama *spin-off.* Ahora trabajan diez personas. Hacemos cosas chulas, y además importantes, relacionadas con la energía, cómo usarla y cómo integrar *paneles solaves y baterías* en «cosas» que hasta ahora no podían «alimentarse» de esa energía. Porque los aparatos y equipos eléctricos también se alimentan. Necesitan electricidad para funcionar. Algunos la sacan de pilas o baterías, otros de los enchufes. Las pilas hay que cambiarlas o recargarlas. Posiblemente esto ya lo sepas porque lo estás viendo y haciendo siempre: cargar la *tablet*, enchufar el portátil o la consola. Pero claro, la electricidad del enchufe, ¿de dónde viene?, ¿cómo se genera? Antes de nada, déjame contarte una historia.

A finales del siglo XIX las casas no tenían electricidad. No había enchufes, ni nada que conectar en ellos. El descubrimiento de la bombilla por Thomas A. Edison, inició el proceso de electrificar las casas. **Podían ver por la noche sin necesidad de velas.** 



que poner valores muy altos de tensión. Pero como la **alta tensión** es peligrosa para las personas había que transformarla en baja antes de llegar a las casas. ¡Demasiados cambios!

La única manera que se conocía en esa época (hacia 1900) era con la tensión que llamamos **corriente alterna** (AC), que va cambiando en el tiempo, ahora es un poco más grande y al cabo de medio segundo es un poco más baja. Así que la cosa de la distribución quedó así, en alterna AC, tras una 'guevra' de inventos entre dos genios de aquella época, el propio Edison y otro científico llamado Tesla. Al final, la ganó Tesla y la empresa para la que trabajaba, la Westinghouse. Hoy a los enchufes de las casas aún llega corriente alterna.

Eso es un poco rollo, porque en realidad muchos aparatos de hoy en día necesitan una tensión continua (DC), es decir, que sea siempre la misma. Además, las baterías también dan un valor continuo de tensión. Por ejemplo, las baterías pequeñas dan 1,5 voltios y las de coche 12 voltios. Los coches eléctricos funcionan con DC. Los paneles solares generan directamente tensión DC. Las pilas, para cargarlas, necesitan DC. Las luces de ahora, que no son bombillas, sino led, también funcionan con DC. Toooootal, que al final estamos todo el rato transformando DC en AC y AC en DC, y cada vez que se hace un cambio, algo de energía se queda en el camino.

En mi empresa nos dedicamos a demostrar que Edison no perdió la guerra. Solo perdió una batalla. Sabemos transformar corriente continua en corriente en continua, de alta a baja tensión sin pasar por alterna. Esto sirve, por ejemplo, para que un ascensor pueda funcionar con energía solar, o para que un barco de vela pueda almacenar energía del viento en baterías y entrar en el puerto sin necesitar motores que producen gases, o para no necesitar transformar tantas veces AC en DC y no desperdiciar energía tontamente. Para eso trabajo yo

y la empresa que orgullosamente he creado.

Empecé estudiando ingeniería, algo que fue divertido, y para nada tan difícil como cuentan por ahí... no hay que hacer caso de todo lo que se oye. Para este experimento necesitamos un aparato sencillo que hay en algunas casas (aunque no en todas). Se llama *polímetro*, se parece al del dibujo. Se usa para ver si hay electricidad en algunos puntos de la casa, si los cables están bien conectados entre sí. Si tu madre o tu padre hacen bricolaje, en tu casa es posible que tengas uno. Los venden baratos en las tiendas de barrio y en los centros comerciales. Si en tu casa no hay, quizá alguna amiga tenga uno. Necesitas un imán de los que pegan muy muy fuerte, si son varios juntos, mejor. También los venden en los bazares, tiendas o por internet.

Tienes que poner el aparato en un formato que te permite medir corriente en **amperios.** El cable negro está en el conector que pone COM y el rojo en el que pone mA o algo con A, lo ideal es que ponga  $\mu$ A (microamperios), ya que vamos a generar muy poquita corriente. Luego tienes que unir los cables entre sí, haciendo un bucle cerrado. Cuantas más vueltas mejor.



Ahora mueve el imán muy rápido entrando y saliendo del bucle. Deberías ver cómo el polímetro empieza a medir corriente.

Este efecto lo descubrió un señor llamado Faraday, en 1831, y fue el comienzo de la electricidad a gran escala. Relaciona la fuerza magnética, la del imán, con la eléctrica, corriente. Muchos imanes puestos juntos en una turbina, o un molino movido por la fuerza del agua, generan electricidad. Luego esta se distribuye hasta las casas para poder usarla. Al revés también pasa, puedes hacer que algo con imanes gire a partir de la electricidad, eso es un motor eléctrico, una de mis amigas te explica cómo en este libro.

En esta historia de la electrificación del mundo a partir de 1900 también hay mujeres. Por ejemplo, **Edith Clarke** (1883-1959). Fue la primera mujer en conseguir un título de ingeniera eléctrica en el famoso Massachusetts Institute of Technology, MIT. Inventó y patentó la calculadora de Clarke, que permitía resolver de forma fácil problemas de los cables de larga distancia que transportan la energía desde las centrales a las ciudades.



Y te presento a mi amiga Natalia, que también es «teleca» como yo. Así se conoce a las ingenieras de telecomunicaciones. Además, nos gusta mucho ir a correr, aprovechamos descansos de trabajo y nos vamos por la ribera del Ebro.



## Natalia en las cuevas romanas

Hace unos años, un querido profesor de la universidad me preguntó, *¿por qué siempre sonrúes?* En ese momento no supe qué responder, ni siquiera era consciente, y me quedé callada. Ahora, me he dado cuenta de que ya, desde muy pequeña, disfrutaba mucho cuando llegaba la clase de Matemáticas y la hermana Juana, la maestra, nos planteaba un problema para que lo resolviéramos. Era tan divertido que soñaba en tener un trabajo que consistiera en resolver problemas con el uso de las Matemáticas. Yo creía que esa profesión no existía, pero años más tarde descubrí que no era una fantasía, que era real y que se llamaba ingeniería.

Al cabo del tiempo también pude conocer que la ingeniería abarcaba un gran número de campos y que podías enfocarte en el que más te gustara. Muy joven y, sin conocer a nadie que se dedicara a eso, estudié Ingeniería de Telecomunicaciones. Me decidí porque esta ingeniería permite **conectar a las personas.** Aunque estén muy lejos, y ¡aquello sonaba muy futurista!

Cuando terminé los estudios, todavía no sabía a qué me quería dedicar. Un buen día recibí la llamada de este querido profesor que te he nombrado al principio. Me habló de una oferta de trabajo que pedía ingenieros para encontrar la mejor manera de comunicarse cuando estás bajo tierra. ¡Qué interesante! Y había que visitar **cuevas.** 

¡Qué chulo! Pero ¡yo no había estado nunca en una cueva! Cuando me contaron el trabajo pensé que, si mis compañeros podían entrar, yo no tendría ningún problema para conseguirlo, ya que todos me dicen que soy como una ardilla. ¡Y además podía estar en la naturaleza! Así empecé mis aventuras como ingeniera que me han llevado por cuevas impresionantes, minas en explotación, túneles laboratorio, estaciones de esquí, y yacimientos arqueológicos romanos. ¡Esto es la bomba!, trabajo con unos compañeros increíbles. Somos el Grupo de Tecnologías en Entornos Hostiles, y si nos ves por la calle, nunca te lo imaginarías, ya que cuando salimos de las cuevas vamos con cascos, arneses, cargados de cachivaches, llenos de barro. Lo mejor de todo es que nosotros somos de distintos campos de la ciencia y la ingeniería, y esa experiencia es muy enriquecedora. Además, nuestra actividad la realizamos con personas de ocupaciones muy diferentes, arqueólogos, espeleólogos y miembros de los grupos de rescate de alta montaña. De todos ellos aprendemos mucho y aunque hay momentos muy complicados, nos lo pasamos muy bien.

Somos un grupo que resuelve los problemas de los entornos difíciles donde no existe una solución que sea barata y pueda comprar todo el mundo. ¿Te ha pasado alguna vez que al entrar en un aparcamiento subterráneo o túnel cuando vas con la radio del coche en marcha o hablando por el móvil dejas de escuchar momentáneamente o se pierde la comunicación? Esto es así porque los campos electromagnéticos, las ondas que llevan los mensajes por el aire (como explicaba mi amiga María), pierden fuerza, es decir, se atenúan al atravesar el suelo. Esta pérdida de fuerza de las ondas se llama «efecto pelicular». Por eso, debemos de usar otras tecnologías que sirvan. Este es el reto y lo bonito de mi trabajo. Cuando hemos entendido cómo se propagan las señales a través del suelo, algo que ya empezó a hacer a finales del siglo xix Arnold Sommerfeld, hemos sido capaces de diseñar sistemas de comunicación a través del suelo mejores y de conseguir que encontrar algo que está bajo el suelo sea más fácil.

Así, ayudamos a investigadores de distintos campos que trabajan bajo tierra o a rescatar a personas que han quedado atrapadas bajo tierra o en un alud de nieve.

Actualmente, el campo de aplicación de nuestro estudio es muy amplio por la explosión del *internet de las cosas* o IOT, ¿no sabes a lo que me refiero? Hoy, hasta las máquinas hablan. Por ejemplo, algunos frigoríficos nos avisan cuando se ha terminado la leche o incluso la piden al supermercado. En el mundo subterráneo, es muy importante saber si los cultivos están bien regados midiendo la humedad de la tierra en sus raíces profundas o enviar a equipos de robots a almacenes de residuos muy peligrosos para poder observar si todo está bien. Y es que, en este mundo, las señales que se usan al aire libre, como la radio convencional, no funcionan bien.

¿Te acuerdas de la pregunta que me había hecho mi profesor? A que ahora ya sabes por qué voy a trabajar todos los días con la misma sonrisa que cuando tenía 10 años en clase de Matemáticas. ¿A que tú también la tendrías?

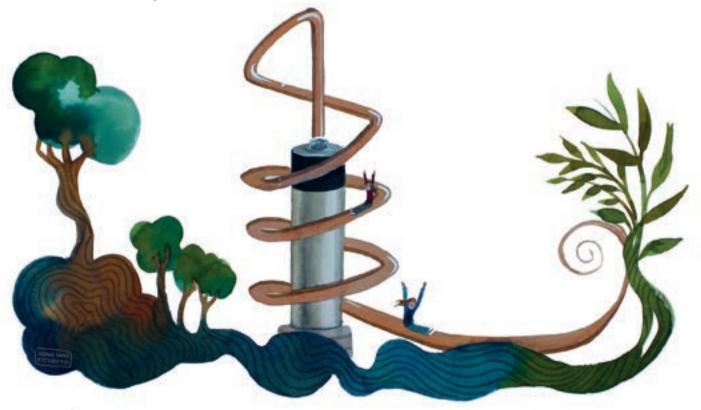
En la historia de las comunicaciones han existido grandes mujeres como **Hedy Lamarr, Radia Perlmann** o **Virginia Strazisar** cuyas aportaciones han permitido el internet que tú conoces y el que está por venir.

Te propongo seguir el juego, descubre quién tuvo la idea que ha hecho posible la wiFi, quién fue la inventora del router y quién ha hecho posible tener muchos ordenadores conectados a internet en lugares como los colegios.

Si buscas en internet sus vidas, seguro que te sorprenderás. Los campos magnéticos los podemos usar para comunicar información a través del suelo, pero también podemos hacer un **motor.** Michael Faraday inventó el motor homopolar en 1820.

### Para este experimento vas a necesitar:

- ★ 1 pila de 1,5 V (seguro que tienes muchas en casa, de los mandos o juguetes).
- ★ 3 o 4 imanes de neodimio (puedes encontrarlos en tiendas donde vendan material eléctrico o en casa en algún juguete o imán de la nevera o en algunos electrodomésticos, pero puede que no tenga fuerza suficiente). Es muy barato.
- Hilo de cobre esmaltado (lo puedes conseguir de un viejo motor).
- Alicates o tijeras fuertes.



Cortamos un trozo del hilo y le damos la forma deseada como un corazón, una espiral o una bailarina. Se unen los imanes a la base de la pila y apoyamos el cobre esmaltado en el otro extremo de la pila después de pelar el esmalte con una tijera.

### ¿Qué pasa? **i Empieza a girar!**

Lo que ocurre es que la pila genera una corriente eléctrica a través del hilo de cobre y esto genera un campo magnético. Cuando este campo magnético entra en contacto con el campo magnético de los imanes, la fuerza entre los dos impulsa el giro.

Prueba a hacerlo con pilas de distinto voltaje, con una descargada, añade o quita imanes. Verás que la velocidad del giro depende de lo cargada que esté la pila o el número de imanes que hayas utilizado. Esto es así porque la fuerza que se genera depende de la intensidad de los campos magnéticos que se han creado.



Mi amiga Lola te va a hablar ahora de otra rama de la ingeniería, la de los materiales. De qué están hechas las cosas. Es muy importante, porque algunos sirven para el experimento anterior y otros no, así que hay que buscar el mejor en cada uso.



## Lola, la aventura del laboratorio

Soy Lola. Cuando era pequeña, no sabía qué quería ser de mayor. Como casi todas ¿no? Ahora trabajo en la universidad y me gusta mucho. Cuando terminé el colegio estudié, estudié mucho. Unas asignaturas me gustaban y otras no. ¿Te pasa a ti la mismo? Tuve mis dudas, pero ahora estoy segura de que todo esto me ha sido muy útil y me ha servido para hacer lo que me gusta en mi trabajo y en mi vida.

Ahora entiendo muchas cosas y puedo ayudar a los demás a que las entiendan también. Estudié Química y luego me acerqué a la ingeniería. Los ingenieros y, claro, también las ingenieras, son capaces de hacer **cosas maravillosas.** Mira a tu alrededor. En la Escuela de Ingeniería, he dado clases a muchos estudiantes, que ahora están haciendo cosas importantes para el bienestar de las personas y el progreso de la humanidad. Les enseñé Ingeniería de Materiales, para que pudieran entender de qué están hechas las cosas y cómo pueden ser utilizadas para nuevas aplicaciones.

En mi trabajo he podido realizar tareas diferentes. Una de las cosas que más me gusta es que la universidad es un lugar donde conoces muchas personas y tienes oportunidad de hacer muchas cosas. Durante varios años fui directora de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial, la primera mujer que lo fue en España. En Zaragoza hay muchas pioneras, es decir, mujeres que hicieron algo por primera vez, por ejemplo, la primera mujer titulada en ingeniería en España, fue doña Rosa Franco Rivas en esa escuela que muchos años más tarde dirigí yo, y era perito industrial en la

He trabajado con muchos ingenieros e ingenieras, pero sobre todo, con muchos estudiantes. Siempre me ha gustado el trato con las personas. Ahora soy la Defensora universitaria y mi trabajo consiste en conocer los problemas de todos (estudiantes, profesores y trabajadores) y ayudarles a resolverlos.

especialidad de Química.

Nada de lo que he hecho hubiera podido hacerlo sin estudiar. Es verdad que requiere un poco de esfuerzo, pero te aseguro que merece la pena. Además, te voy a contar un secreto: al principio cuesta un poco, pero, si no abandonas, cada vez es más fácil y divertido.

Ya te he dicho algunas cosas de mí. Ahora voy a hablarte un poco de la Ingeniería de Materiales. Si te fijas en lo que tienes a tu alrededor verás *materiales* por todas partes: si estás en un edificio, paredes de ladrillos y vigas de hormigón, madera en las puertas, vidrio en las ventanas, metales en la lavadora o frigorífico, los envases de plástico en los que están guardados los alimentos y las bebidas, y muchas cosas más. Cada coche, avión, barco o bicicleta está compuesto de muchos materiales. A algunas personas, los cirujanos les han implantado prótesis para que puedan seguir moviéndose o viviendo. Las pilas y baterías eléctricas pueden desde mover un coche eléctrico o de hidrógeno a hacer que funcione el teléfono móvil. Precisamente un móvil necesita muchos materiales, algunos de ellos muy especiales.

La primera vez que entré en el laboratorio de calidad de materiales, en el que luego fui profesora, me encantó. Utilizando un microscopio óptico, vi los diversos componentes que forman el acero, que son imposibles de ver a simple vista. Gracias a eso, luego pude entender los diferentes tipos de aceros que se fabrican y por qué servían para diferentes aplicaciones. Había un equipo que utilizaba ultrasonidos, que permitía ver defectos invisibles en las piezas, como los que se utilizan para hacer ecografías a las mamás embarazadas y ver al bebé que llevan dentro. También vi radiografías de soldaduras para observar si se habían unido bien los materiales. Esto, por ejemplo, es lo que se hace para evitar que los depósitos de combustible de las naves espaciales tengan una fuga que provoque un accidente. Ese día decidí que mi trabajo iba a ir por el mundo de los materiales y que también quería enseñar a los estudiantes de ingeniería a utilizarlos.

# ¿Quieres que pasemos a la práctica?

Vamos a emplear un material muy útil y que, sin embargo, está escondido: se trata del absorbente que se encuentra en el interior de los pañales. Seguro que cuando eras bebé lo utilizaste.

Lo primero que hacemos es abrir un pañal y sacar de su interior la celulosa, que sirve para empapar el pipí. Después, lo desmenuzamos y frotamos para que vaya saliendo lo que buscamos: un polvo blanco, que se llama poliacrilato de sodio, y que es superabsorbente. Recogemos todo ese polvo blanco en un recipiente y añadimos agua, poco a poco, para ver los cambios. Veremos cómo el polvo se convierte en pequeñas bolitas y en su interior está atrapada el agua. ¡Parece nieve! Conforme vamos añadiendo más agua, las bolitas van creciendo al absorberla. El producto que se forma se llama gel, y no es ni un sólido ni un líquido, sino una especie de unión de ambos.

Los pañales que usaban los bebés hasta hace unos setenta años eran de tela y había que lavarlos cada vez, muchas veces se escapaba el pipí ¡puaj, qué asco! **Marion Donovan**, en 1946, inventó y fabricó el primer pañal desechable. Lo fue mejorando para que cada vez fuera más absorbente, no traspasara y escapara el líquido





y así cuidar la piel de los bebés. En los últimos años, casi todas las marcas de pañales utilizan ese polvo superabsorbente, que retiene el pis, conserva seca la ropa del bebé, y le evita irritaciones muy molestas.



Hemos visto una aplicación de los materiales superabsorbentes, pero tienen más. Por ejemplo, el riego de cultivos en zonas con sequía o para que nuestras plantas de casa tengan agua cuando salimos de vacaciones y no podemos regarlas. Se comercializan con el nombre de geles de riego. El gel que has obtenido, del poliacrilato sódico del pañal, lo guardas en un recipiente cerrado y cuando te vayas de vacaciones, lo dejas sobre la tierra de tus macetas. Así, las plantas irán absorbiendo poco a poco el agua que necesitan. En la universidad conocí a mi amiga Laura, ella también estudiaba Química. Cuando podemos vamos juntas a los colegios a explicar algunos experimentos de Química como el que te he contado.



## Laura y los colores

Hola, mi nombre es Laura y soy doctora en Química. ¡Vaya, no soy ingeniera! Pero he formado en Química a gran cantidad de estudiantes de Ingeniería.

Cuando terminé el instituto estaba fascinada con cómo había *mejorado la vida* cotidiana gracias a la química, sin ella no tendríamos productos como jabones, geles de baño, champús, bronceadores, colonias, tampoco electrodomésticos como televisores, lavadoras, frigoríficos y microondas, ni ordenadores, ni *tablets*, ni teléfonos móviles o patinetes, bicicletas y automóviles porque todos ellos están hechos con compuestos químicos.

**Gracias a la química** sabemos lo que nos aportan los distintos alimentos, conocemos qué compuestos pueden dañar nuestra salud, disponemos de medicamentos para muchas enfermedades, podemos elegir muchos tejidos diferentes para vestirnos y los deportistas pueden tener un equipamiento que mejora su rendimiento. En definitiva, me di cuenta de que la combinación de la química con la tecnología mejoraba la calidad de vida y yo quería participar en ese proyecto.

Te confieso que al estudiar química en la universidad no todas las asignaturas me gustaron igual. Descubrí que las que más me gustaban eran las que me permitían saber qué compuestos químicos había en un determinado producto y en qué cantidad

estaban, así que profundicé en su estudio. Con un par de ejemplos voy a tratar de que veas su utilidad.

Pensemos en los alimentos, unos nos aportan más azúcares, otros más proteínas o grasas o vitaminas. Cuando nos recomiendan que tomemos unos determinados alimentos o que evitemos otros es porque se conoce qué compuestos químicos contienen y en qué cantidad están.

En los productos de nuestra vida cotidiana, como en los tejidos, las pinturas, los juguetes o las chuches hay mucho color. Para conseguir estos colores se les añaden unos compuestos químicos que además de darles un bonito color no nos produzcan daños, así que no sirve cualquier colorante, hay que controlar que sea uno de los buenos y que esté en la cantidad adecuada.



Hay algunos anuncios publicitarios que nos dicen que un determinado gel o champú es mejor para nuestra piel. La razón es que es ligeramente ácido o neutro. Y eso es mejor que si fuera básico. Así que puede resultarte útil tener una herramienta que te permita distinguirlos. Para ello se pueden utilizar unos compuestos químicos que se llaman *indicadores ácido-base* porque tienen la propiedad de dar un color diferente si están en un medio ácido, básico o neutro. Estos indicadores pueden ser sintéticos (son los que se utilizan en los laboratorios o en las industrias), pero también se pueden obtener de productos naturales. Por ejemplo, en la col lombarda, el color morado se lo da un compuesto químico que se llama cianidina, que se puede utilizar como indicador ácido-base. Es el que te propongo que obtengas y que utilices en el siguiente experimento, sabiendo que en medio ácido da un color rojizo, en medio neutro morado y en medio básico de azul a verdoso.



#### Necesitarás:

★ 2 o 3 hojas de col lombarda morada.

★ Un mortero.

Un colador de cocina.

★ Alcohol de 96°, el que se usa para desinfectar.

★ 4 vasos pequeños de plástico transparente.

★ Un cuentagotas.

\* Agua embotellada o del grifo.

★ Vinagre que no tenga mucho color.

**\*** Zumo de limón.

**b** Bicarbonato.

Cortas con la mano las hojas de col en trocitos pequeños, las colocas en el mortero y las machacas para sacarles el jugo. Entonces, les añades alcohol hasta que las cubra y remueves hasta que salga más jugo. A continuación lo cuelas con el colador presionando y el jugo es lo que utilizarás como indicador. En uno de los vasos colocas al menos tres dedos de agua embotellada, en otro de vinagre, en el siguiente de zumo de limón y en el último una cucharita de bicarbonato que disolverás con agua; a cada de uno de estos vasos les añades un poco del jugo de la col, lo puedes coger con el **cuentagotas**. Si aparece un color rojizo es que lo que has puesto en el vaso es ácido, si el color es morado es que es neutro, si el color es azul es que es un poco básico, si es más verdosos es que es más básico. Si tienes en casa algún gel o champú con poco color también puedes comprobar si es ácido, neutro o básico, si tienen mucho color no se ve bien el cambio de color.

Se pueden obtener indicadores ácido-base de otros productos naturales, te animo a buscar a partir de cuáles. Si quieres investigar más, puedes indagar en qué materiales trabajaban las primeras doctoras en Química de la Universidad de Zaragoza. Te doy una pista, se llamaban Jenara Vicenta Arnal Yarza, Ángela García de la Puerta y María Antonia Zorraquino Zorraquino.



Ahora te va a contar su historia mi amiga Eva, a las dos nos gusta mucho ir al cine, voy a pensar qué película le puedo recomendar para la semana próxima.

## Eva y las sorpresas de la vida

Hola, mi nombre es Eva y soy doctora en Ingeniería Informática. Cuando lo escribo aún me sorprendo porque no es, ni mucho menos, lo que pensé que sería y es que no siempre las cosas suceden como una las imagina. Pero eso no es malo, ¡puede ser incluso mejor!

De pequeña en casa jugaba a ser profesora, ponía en el suelo sentaditas a todas mis muñecas y les daba clase, ¿de qué? ¡Pues no me acuerdo, pobrecitas! Cuando yo era la que me sentaba en el cole, a veces las profesoras se enfadaban conmigo porque hablaba mucho en clase con mis amigas. Pero me iba muy bien y me gustaba un poco todo. Cuando fui al instituto me quise apuntar a una clase de Informática, pero había pocas plazas y no pude; tampoco lo sentí mucho porque, la verdad, entonces no sabía muy bien ni qué era. Cuando llegó el momento de elegir qué estudiar en la universidad estaba hecha un lío. Hay gente que desde pequeñita sabe que quiere ser médica, o pianista, o bombera, ¡pero yo no! Me gustaban mucho las Matemáticas, pero quería algo un poco más práctico, así que dudé entre física e ingeniería y escogí física. Pensarás «vaya, visto lo visto ¡la fastidió!». Pero para nada, me lo pasé muy bien



estudiando física, **hice un montón de amigos** y aprendí cosas muy interesantes.

Acabé la carrera y otra vez la misma duda. No sabía muy bien qué hacer. Estuve un tiempo trabajando en un laboratorio de física en la universidad, luego decidí irme a trabajar a una empresa a Salamanca. Allí me pusieron en el Departamento de Informática ¡a programar! Aunque entonces yo no sabía apenas, me puse las pilas y todo lo que había estudiado me ayudó mucho. Al acabar el año estaban tan contentos que querían que me quedase. Pero a mí me había entrado el gusanillo y ¡quería más! Volví a Zaragoza y en una cena con amigos me dijeron que en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, entonces se llamaba Centro Politécnico Superior, buscaban gente para trabajar. Fui, hice el doctorado, y me convertí en iprofesora de Informática!

Así que no te preocupes mucho cada vez que tengas que elegir, o si a la primera no encuentras lo que te gusta. Lo importante es que lo que hagas lo hagas bien y aprendas todo lo que puedas y, si no te convence, siempre hay tiempo de cambiar y probar otras cosas, siempre surgen sorpresas y oportunidades, ¡hasta cenando con amigos! ¡No tengas miedo de lanzarte a hacer nuevas cosas!

Después de lo que te he contado creo que entenderás por qué me gusta tanto y me inspira una mujer llamada Mary Allen Wilkes. Ella quiso ser abogada, pero sus padres no la dejaron, así que empezó a trabajar de programadora ¡aunque había estudiado Filosofía! Se le dio tan bien que desarrolló un sistema de reconocimiento de voz y participó en la creación del primer ordenador personal. Cuando su madre se puso enferma pidió permiso para llevarse ese ordenador a casa y trabajar desde allí, inventó el teletrabajo. Te cuento un secreto. Ya de muy mayor, se puso a estudiar Derecho y trabajó de abogada.

Con todo esto no te he contado qué hago yo ahora. Mi trabajo en la Universidad de Zaragoza me encanta. Yo enseño Informática a estudiantes de ingeniería, sí, sí, como a mis muñecas. También hago investigación y he montado un grupo con mi compañera Sandra a la que encontrarás un poco más adelante. Lo que nos interesa no es cómo son los ordenadores por dentro, sino cómo los usan las **personas**. Y no solo ordenadores,



hemos diseñado mesas interactivas para que los niños jueguen y aprendan. También para que niños y abuelos compartan espacios de juego diferentes ayudados por la tecnología. He dedicado tiempo a crear personajes virtuales que ayuden a las personas a que se sientan más seguras cuando usan las aplicaciones. Aunque no lo parezca, todo ese trabajo con las personas, probando con ellas todo, es también Ingeniería Informática. No todo es estar sentada delante de un ordenador. Hay tanto qué hacer, qué pensar, qué inventar.

Eso sí, por debajo siempre hay un sistema informático que se encarga de que todo funcione, de calcular, de guardar, de mostrar el resultado. Ya sabrás que lo hacen los ordenadores usando ceros y unos, en binario. Aunque es sencillo cuesta un poco entenderlo.

Por eso te voy a plantear una actividad para que veas cómo funciona.

## Coge:



tuna cartulina, cartón de una caja o papel grueso.

Corta 5 cartas. Por un lado, van a estar en blanco y por el otro vas a pintar puntos, como los de las fichas del dominó.

Ponlas encima de la mesa una al lado de otra. En la de más a la derecha dibuja un punto gordo, en la siguiente dos, en la siguiente cuatro, luego ocho, luego dieciséis, como en el dibujo. Puedes hacer más cartas, siempre poniendo el doble de puntos cada vez. Pregunta: si hubiera una sexta carta, *cuántos puntos crees que tendría?* 

Ahora vamos a usarlas para representar números. Para ello, pondremos algunas cartas boca arriba, con los puntos visibles y otras con los puntos boca abajo, de forma



que solo contaremos los puntos que veamos. ¿Cómo conseguimos un 5? Empieza por la izquierda y piensa si necesitas la carta de 16 o no y así hasta el final. Si has acertado al sumar los puntos verás que da 5.

Ahora empieza por la izquierda y ve diciendo «sí» o «no», según los puntos de la carta sean visibles o no. Así, el 5 sería «no, no, sí, no, sí». ¡Fíjate! Acabas de describir el 5 solo con síes y noes (2 valores).

Ahora te voy a decir otro número de esta forma: «sí, no, sí, sí, no». Pon las cartas visibles o no según corresponda y suma los puntos que ves, ¿qué número es?

Como ves, según los síes y los noes el número es diferente, prueba distintas combinaciones.

Bueno, pues si ahora sustituimos el «no» por un 0 y el «sí» por un 1, el 5 sería: 00101

¡Ya lo tienes en binario!

Y así, almacenando números en binario es como el ordenador guarda todo.

iAhora entiendes por qué somos 10001 amigas ingenieras!





En el experimento de mi amiga Sandra verás cómo se usan los números para guardar imágenes.

# Sandra, la viajera

¡Hola! Mi nombre es Sandra y soy doctora en Ingeniería Informática.

Desde muy chiquita, me gustaron los números. Fui al cole, al instituto, y cuando llegó la hora de elegir carrera, no sabía por cuál decidirme. Hay un montón de posibilidades cuando te gustan los números. En mi casa me sugirieron algo relacionado con contabilidad, para poder encargarme de las cuentas en el negocio familiar. A mí me encantaban las Matemáticas, pero no quería ser profesora, y era la única salida laboral que creía que había en ese momento. Así que opté por hacer informática, con muchas mates, pero más aplicadas, resolviendo problemas reales mediante ordenadores. Estudié en Argentina, porque yo nací allí, y la carrera que hice era licenciatura en Computación Científica, *la que impresiona el nombre!* 

Hice toda la carrera a tiempo parcial, eso significa que no dedicaba todo el tiempo al estudio, sino que también trabajaba en una empresa. Tardé un poco más que otras personas en terminarla, pero cuando lo hice, como había trabajado y ahorrado un poco de dinero, decidí irme de **viaje** de mochilera durante seis meses. Fue una experiencia fascinante, en la que conocí a muchísimas personas y recorrí muchísimos países de América del Norte como Estados Unidos y Canadá; países de Europa como Inglaterra, Irlanda, Francia, Suecia, Dinamarca, Austria, Alemania, Suiza, Italia, Holanda o Grecia;



y también Marruecos, Egipto e Israel. Como ya te habrás dado cuenta, falta España. Y es que a España vine con la idea de buscar trabajo por algunos meses para ganar algo más de dinero y poder seguir viajando. Aquí me ofrecieron un trabajo relacionado con mi formación en Informática. Fue genial. Acepté rápidamente y, después de unos meses, surgió la posibilidad de realizar una tesis doctoral, ¿recuerdas qué es? Lo explicaba María al principio. Podría estudiar e investigar en cosas nuevas, algo que siempre me apasionó.

Mi investigación en el doctorado en Informática estaba centrada en *creax personajes vixtuales* que caminaran de manera realista. No creáis que es fácil, ya que el ojo humano está muy habituado a ver gente caminando y detecta al instante cualquier fallo. ¿O no te pasó alguna vez que jugando a un videojuego o viendo una película con personajes hechos por ordenador enseguida te das cuenta de que algún personaje no se mueve bien, que se mueve raro aunque no sepas decir exactamente qué es lo que hace mal?

Mientras hice mi tesis, comencé a dar clases en la universidad. Sí, recuerdas bien, eso que dije que no quería hacer cuando estaba eligiendo carrera y ¿sabes qué?

Me encanta mi trabajo de profesora en la universidad, me gusta contar los constantes cambios y avances en el campo de la Informática mientras investigo, aprendo y busco nuevas soluciones a los problemas de cada día.

Mi área actual de investigación es la interacción entre las personas y los ordenadores, los móviles y las *tablets*, y los relojes inteligentes. Quiero mejorar nuestra comunicación con esos dispositivos, especialmente para las personas que tienen dificultades para usarlos, como las abuelitas y los abuelitos, los que no ven o no oyen bien, para niños y niñas muy pequeños.

Os quería nombrar a una pionera, su trabajo me ha **inspirado** en mi trayectoria. Ella es **Joan Clarke**, matemática y criptóloga. Con los números creaba claves secretas para enviar mensajes que nadie pudiera leer y era capaz de leer mensajes escritos por otra persona en códigos especiales. Su participación y trabajo en el proyecto «Enigma» fue fundamental para descifrar los mensajes secretos del ejército alemán durante

la Segunda Guerra Mundial. Con un pequeño experimento tú también vas a poder descodificar un mensaje.

¿Has pensado alguna vez cómo guarda la información un ordenador? Lo primero que tienes que saber es que toda la información la guarda en números, bien sea una letra, bien sea un dibujo o una película. Para las letras es fácil, se ordenan alfabéticamente y a cada letra se le da un número. Hay distintos sistemas, pero uno de los más usados es el ASCII.

¿Qué hacemos con los dibujos? Si te has fijado, todas las imágenes que guarda un ordenador están formadas por cuadraditos. Cada cuadradito se llama *pixel*, *picture element*, que en inglés significa 'elemento de la foto'. Si la haces muy grande, los acabas viendo.

Así que una foto o dibujo está formado por un montón de cuadraditos de colores. Podemos guardar así el número de cuadraditos que hay en cada línea o fila de un mismo color y ya tendremos el dibujo. Después a cada color le damos un número.

¿Quieres probar?

## ¿CÓMO GUARDA LA INFORMACIÓN UN ORDENADOR?

Te lo pongo fácil, los números son en base 10, los que usamos las personas normalmente, y los colores aparecen en letras, aunque el ordenador guarda todo en un número en binario, como te ha explicado Eva.

A continuación tienes dos tablas con la información que guarda el ordenador para dos dibujos, tienes que coger un papel cuadriculado, numerar cada fila de cuadraditos y pintar en cada fila los que diga de cada color, sin dejar huecos y empezando por la misma columna. **¡Suerte!** 

| Línea | Color + N.º pixeles  |
|-------|--|
| 1     | ROJO-1 AZUL CLARO-7 ROJO-1                                 |
| 2     | ROJO-2 AZUL CLARO-5 ROJO-2                                 |
| 3     | ROJO-1 BLANCO-1 ROJO-1 AZUL CLARO-3 ROJO-1 BLANCO-1 ROJO-1 |
| 4     | ROJO-9   |
| 5     | ROJO-9   |
| 6     | BLANCO-1 ROJO-1 NEGRO-1 ROJO-3 NEGRO-1 ROJO-1 BLANCO-1     |
| 7     | AZUL CLARO-1 BLANCO-1 ROJO-5 BLANCO-1 AZUL CLARO-1         |
| 8     | AZUL CLARO-2 BLANCO-1 ROJO-3 BLANCO-1 AZUL CLARO-2         |
| 9     | AZUL CLARO-3 BLANCO-1 NEGRO-1 BLANCO-1 AZUL CLARO-3        |



El segundo dibujo lo hicieron y codificaron en el colegio público Andrés Oliván, en San Juan de Mozarrifar (Zaragoza), un grupo de niñas y niños. Les dijimos que lo compartiríamos, por ello va en este libro.

| Línea | Color + N.º pixeles  |
|-------|--|
| 1     | AZUL OSCURO-7 LILA-3                                       |
| 2     | AZUL OSCURO-8 LILA-2                                       |
| 3     | LILA-9 AZUL OSCURO-1                                       |
| 4     | LILA-2 GRIS-1 LILA-2 BLANCO-2 LILA-1 AZUL OSCURO-2         |
| 5     | LILA-1 GRIS-1 LILA-3 NEGRO-1 BLANCO-1 LILA-1 AZUL-2        |
| 6     | LILA-1 GRIS-1 LILA-1 NEGRO-1 LILA-4 AMARILLO-2             |
| 7     | LILA-1 GRIS-1 LILA-6 AMARILLLO-2                           |
| 8     | LILA-1 GRIS-1 LILA-1 NEGRO-1 LILA-4 AMARILLO-2             |
| 9     | LILA-1 GRIS-1 LILA-3 BLANCO-2 LILA-1 AZUL OSCURO-2         |
| 10    | LILA-2 GRIS-1 LILA-2 NEGRO-1 BLANCO-1 LILA-1 AZUL OSCURO-2 |
| 11    | LILA-9 AZUL OSCURO-1                                       |
| 12    | AZUL OSCURO-8 LILA-2                                       |
| 13    | AZUL OSCURO-7 LILA-3                                       |

Como ya te habrás dado cuenta, una vez que hayas terminado de realizar el dibujo, debes girar el folio para verlo correctamente.

Y si te lo has pasado bien, ahora viene la segunda parte. Haz otro dibujo y escribe el código, si nos lo envías lo usaremos en nuestras actividades en los colegios.



Aunque yo te he contado solo unos pocos, como ya te habrás dado cuenta los campos de aplicación de la Informática son muchísimos. Desde videojuegos, a aplicaciones para ver imágenes médicas y cuidar enfermedades o para controlar máquinas de todo tipo. Por ejemplo, mi amiga Isabelle te va a contar cómo se puede usar la informática para que las máquinas piensen y sientan. Nos hicimos amigas tras trabajar juntas para que los ordenadores supieran entender nuestras emociones.

## Isabelle y las emociones de las máquinas

Hola, soy Isabelle. Además de una apasionada música —toco el piano, la guitarra y la batería requetebién— también soy ingeniera de Telecomunicaciones y doctora en Inteligencia Artificial. Mi amiga María ya te ha explicado qué es ser doctora o doctor en Ingeniería ¿y eso de la **inteligencia artificial?** ¿Qué es?

Como bien sabes, los humanos somos seres inteligentes. Bueno, en realidad no siempre, a veces mi hermano Sergio cuando me chincha es un poco tonto. Pero en general, somos el animal más inteligente del planeta. Esto es porque tenemos un gran cerebro, que nos permite razonar, pensar de forma lógica, tomar decisiones. Aunque no creas que la inteligencia solo sirve para resolver ejercicios de Matemáticas, ¡de eso nada! También tenemos un tipo de inteligencia muy particular: la inteligencia emocional. Es la que nos permite emocionarnos al ver una película, consolar a un amigo cuando está triste, o reír cuando estamos divirtiéndonos.

A mí me daba mucha pena que los ordenadores, las máquinas y los robots no tuvieran inteligencia ni **emociones**. Si lo piensas, solo son un conjunto de placas



metálicas, cables y tornillos. ¿Te imaginas, por ejemplo, a un coche o un frigorífico riéndose con tus bromas, consolándote por haber tenido un mal día, ayudándote a tomar decisiones importantes, o proponiéndote escuchar una canción de tu cantante favorito? Dirás: «¡es imposible!, ¡qué locura!». Pues lo mismo sucedía hace pocos años con los ordenadores y robots. Yo fui una de las muchas personas que decidió investigar este problema para cambiar las cosas. Así nació la inteligencia artificial.

Seguro que lo habrás adivinado ya: la inteligencia artificial es una rama de la ingeniería que tiene como objetivo dotar de inteligencia a los ordenadores y a las máquinas. ¿Pero cómo, si no tienen un cerebro como el nuestro? Pues ya que no lo tienen, los ingenieros e ingenieras tenemos que programarles una serie de reglas para simularlo. Estas reglas les permiten reconocer objetos del día a día, detectar emociones, responder a preguntas, o aprender qué tipo de música nos gusta. Por ejemplo, les enseñamos que un objeto con cuatro patas, un respaldo y una tabla horizontal para sentarse es una silla; que cuando las esquinas de los labios se elevan hacia arriba, estamos sonriendo; que, si una persona les dice «hola, ¿qué tal?», deben contestar con un «bien, ¿y tú?»; o que cuando escuchamos muchas veces seguidas una canción, es que nos gusta el cantante.

# Así, las máquinas no piensan de manera natural, como nosotros,

pero sí podemos conseguir que lo hagan de manera artificial. Te propongo un experimento sencillo para demostrar que realmente utilizamos la inteligencia artificial todos los días sin quizás saberlo. En un ordenador o *tablet*, abre un buscador de internet. En la barra de búsqueda, introduce algún término y mira cómo te propone varias opciones para autocompletarlo. Por ejemplo, yo he introducido «rest» y me ha propuesto autocompletar con «restaurante», «restaurante de Barcelona» (porque vivo en esa ciudad) y «restaurante japonés» (porque me encanta la comida japonesa). Esto es gracias a la inteligencia artificial del buscador. Ha sido capaz de aprender de mis búsquedas anteriores en qué ciudad vivo y mis gustos.





Lo que más me gusta de ser doctora en Inteligencia Artificial es que viajo mucho. Me encanta viajar, y conocer nuevas personas, culturas y países. Muy a menudo,

me reúno con otros investigadores e investigadoras de todo el mundo para compartir el conocimiento que hemos ido descubriendo cada uno. De eso trata la ciencia, de compartir. Si cada uno guardásemos en secreto lo que investigamos sería un rollo, no sabríamos en qué están trabajando los demás y no podríamos unir nuestros inventos para lograr uno más grande. Por ejemplo, mi amigo italiano Salvatore es experto en hacer que los robots se muevan, pero no en emociones, así que yo le indico cómo tiene que programar el robot para que dé un abrazo. ¡Es divertidísimo! Eso sí, me resultaría imposible comunicarme con gente de otros países si no hablara español, inglés, francés y un poquito de italiano. Qué importantes son los idiomas en la ciencia.

Una de las mayores puertas que me han abierto los idiomas, ha sido trabajar en La Sorbona. ¡No, La Sorbona no es una señora que bebe muchos sorbetes! Es una gran universidad que hay en la ciudad de París, en Francia. En ella impartía clases hace ya bastantes años Marie Curie, una mujer a la que admiro muchísimo. Se puede decir que es mi referente, es decir, una persona a la que admiro tanto que gracias a ella decidí ser científica. Marie descubrió muchas cosas importantes, como el radio, que es un elemento químico que permite hacer radiografías cuando nos rompemos una pierna, o curar enfermedades graves como la de mi mamá. Además, fue la primera mujer en ser profesora en La Sorbona. Hasta entonces solo lo habían sido hombres. Increíble ¿verdad? Total, que yo decidí trabajar en La Sorbona, siguiendo los pasos de Marie. Fue una etapa estupenda, teníamos un laboratorio lleno de robots, y pude trabajar con grandes doctores y doctoras de los que aprendí muchísimas cosas nuevas.

Huy, te tengo que dejar. Mi gatita Ada quiere que juguemos y lleva un rato esperándome. Por cierto, ¿sabes por qué la llamé Ada? Por Ada Byron, otra gran mujer que fue la primera en inventar un lenguaje para poder programar ordenadores y máquinas. En parte gracias a ella pude dar inteligencia a mis robots.

Te dejo con mi amiga Carmen, con quien comparto el amor por la lectura, y a las dos nos encanta conocer vidas de otras científicas, investigadoras y tecnólogas. Ella es de Huesca y yo trabajé una temporada en Walqa. Es el parque tecnológico que hay allí, pero es un parque sin columpios, aunque se hacen cosas también divertidas y hay muchas empresas de ingeniería. Allí está el Planetario de Aragón y hay un edificio que se llama M.ª Josefa Yzuel. Si aún no la conoces, ella es una doctora en Física de Jaca experta en investigar la luz, tan importante en las comunicaciones ópticas y que permite que, con las fibras ópticas, internet llegue sin problemas a las casas. Si no has ido todavía a Walqa, es una excursión muy divertida. Yo volveré en mis próximas vacaciones, seguro que Carmen me acompaña.



# Carmen, apasionada lectora

Hola, yo soy Carmen, y soy doctora en Ciencias Químicas como mi amiga Laura, que has visto antes. Trabajo en un laboratorio de investigación de ingeniería química donde hacemos experimentos para intentar *obtener energía sin contaminar* el planeta. Me gusta mucho trabajar allí, porque con lo que hacemos estamos intentando cuidar el medio ambiente y contribuimos a mejorar el progreso y el futuro de las personas. Tratamos de evitar el cambio climático que sería devastador para el planeta Tierra. Por ejemplo, ahora estamos trabajando en producir electricidad a partir de residuos de agricultura. Es muy importante también para que los cultivos sean más rentables y asegurar el futuro de nuestra gente del campo.

Con toda la leña que se produce cuando se podan los árboles frutales, con la paja que sobra de los cultivos de cereales y con gran variedad de otros residuos como plásticos o ruedas de coche, se puede obtener energía ecológica. Yo cada día hago pruebas en un aparato que se llama **termobalanza.** Sí, es lo que parece, una balanza que se calienta. Donde pruebo con pequeñas cantidades de cada biomasa para ver cuánto calor desprenden y con eso poder diseñar las centrales térmicas más adecuadas para ello. Yo trabajo en el laboratorio con mis compañeros Cristina, Begoña y José Manuel. Luego mis **coleças** Ana Iris y Luis, que son ingenieros mecánicos, hacen los cálculos en el



ordenador y entre todos intentamos construir un gran horno donde poner en práctica todo esto. Ya lo estás viendo: lo que más me gusta de trabajar en ingeniería química es que nunca estoy sola. El trabajo en equipo nos permite tener las mejores ideas, que los experimentos salgan bien y que cada día aprendamos más los unos de los otros.

Cuando era pequeña no me podía ni imaginar que iba a trabajar en esto. Cuando iba al colegio, me gustaba mucho leer y escuchar música, estaba todo el día a mi bola, con mis libros y la música. Me gustaban los libros que contaban historias de internados y de aventuras de grupos de amigos. De música, lo que me gustaba eran canciones que yo no podía entender porque eran en inglés, así que decidí aprender inglés para poder entenderlas, el inglés me encantaba. Mi hermana mayor, mucho mayor, ya estaba en la universidad estudiando la carrera de Matemáticas. Yo no lo podía entender, cómo le podían gustar tanto las mates si a mí me parecía a veces que se me daban fatal y que no servían para nada. Por entonces ella no me hacía mucho caso, si tienes hermanos mayores seguro que me entiendes. Yo seguía con mis libros y mi música. Pero un día, hablando con mi hermana y con mi madre, me preguntaron un poco más en serio qué quería ser de mayor. Yo que no conocía otra cosa que lo que veía a mi alrededor, les contesté: «profesora de lengua o de inglés, porque es lo que se me da bien». Entonces mi hermana me miró sonriendo y me dijo: «hay un montón de trabajos que no conocemos a nadie que los esté haciendo, pero de verdad que hay mucha gente haciendo cosas que no imaginamos. Por ejemplo, las personas que calculan y construyen un puente para unir los dos lados de la ciudad y que todos vivamos mejor, o los grupos de trabajo que estudian cómo las imágenes de una radiografía sirven para prevenir enfermedades o cómo hay mucha gente buscando soluciones para limpiar el aqua del mar y de los ríos». Yo no conocía a nadie que se dedicara a esas cosas, y mucho menos chicas. Y me dijo: «para eso sirven las mates, sirven para que todos tengamos una forma de hacer cuentas y cálculos para ayudar a los demás, y lo chulo es que cada oficio usa las mates como lo considera mejor». Me dijo algo más que me hizo pensar mucho: «ya sé que dices que no se te dan bien las mates o cualquier otra cosa. No es verdad y no dejes que te lo diga nadie». Y es cierto, yo lo pensaba porque me daba mucho miedo cuando tenía examen de mates,

pero a los exámenes de lengua y de inglés iba tan tranquila. **Ya no tuve más miedo** y desde entonces los hice mejor.

Después de esta conversación aún tardé muchos cursos en saber qué quería estudiar y en qué quería trabajar, supongo que le pasa a mucha gente. Ya en el en bachillerato me empezó a gustar la Ingeniería Química, sobre todo sus aplicaciones para mejorar la vida de las personas. Lo que he conseguido con un poco de suerte y estudio, es trabajar en cuidar el planeta y el futuro de todos nosotros. Lo que más me gusta es intentar frenar el calentamiento global del planeta, para que tengamos un futuro mejor. La primera persona que se dio cuenta de que los gases de la atmósfera podían ser perjudiciales por ese calentamiento fue **Eunice Newton Foote** en 1856. En su casa, esta científica americana se puso a hacer experimentos con gases en botellas de cristal. Observó cómo se calentaban con la luz del sol y demostró cómo los rayos del sol afectaban a los gases del aire de maneras diferentes. Después ha habido muchos científicos en laboratorios estupendos que pudieron estudiarlo mejor, y se hicieron más famosos, pero a mí me gusta pensar que esta chica en su casa observando la naturaleza la supo entender y explicarla a los demás.

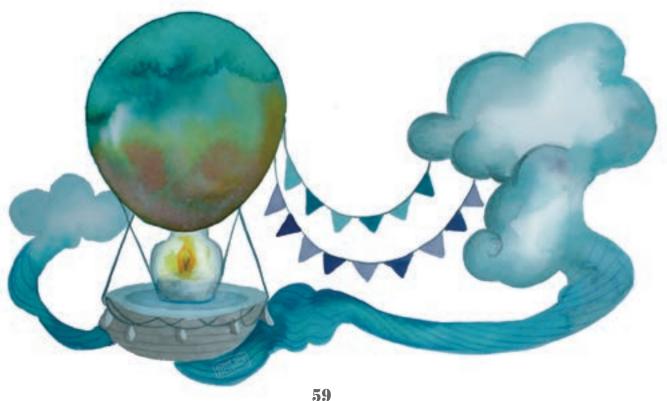
Y para que tú también formes parte de este gran equipo de trabajo por el medio ambiente, <mark>te propongo un experimento casero.</mark>

Vamos a comprobar que el aire que respiramos tiene oxígeno, necesario para la combustión, es decir, para que nos entendamos, para que algo se queme.

### Necesitamos:

- ★ Un plato hondo.
- Agua.
- tuna vela pequeña de estas que son planitas.
- ★ Una copa que no sea muy valiosa, o un vaso de boca estrecha.

Llenamos el plato de agua. Si tienes un poco de colorante alimentario o tinta, y tiñes un poco el agua, el experimento se verá mejor. Ponemos la vela sobre el agua,





la encendemos con una cerilla o un mechero de cocina con mucho cuidado, no nos quememos, y la tapamos con el vaso. Observa lo que pasa. El agua sube por el vaso y al final la vela se apaga. Esto sucede porque la vela para arder consume el oxígeno del aire, entonces disminuye la presión en el interior de la copa y la presión atmosférica empuja el agua hacia arriba. Al final el oxígeno se agota y la vela se apaga. Con esto tan sencillo vemos varias cosas: la composición del aire, la presión y podemos pensar en ¡¡cuántos fenómenos de la naturaleza se pueden aplicar a mover máquinas y a generar energía para todos!!



Y como se me fue el miedo a las Matemáticas, mi hija nunca lo tuvo y ahora estudia Ingeniería Matemática, se llama Elena y también participa en este libro, es la siguiente.

## Elena, amante de los números

¡Hola! Me llamo Elena y estudio Ingeniería Matemática en la universidad. Soy la ingeniera más joven de este libro, porque como tú, aún estoy aprendiendo. Seguro que Ingeniería Matemática te da una pista de lo que más estudio: Matemáticas. Sin embargo, hace mucho tiempo que no hago cuentas o problemas como los que estudias en clase. Esto es porque yo me dedico a *las matemáticas escondidas*, que están presentes en secreto en todo lo que nos rodea. A veces cuesta entender para qué sirven todas esas operaciones que hacemos en el cole, pero en cuanto aprendemos lo importantes que son en nuestras vidas se convierten en una llave que abre muchas puertas. ¿Quieres encontrar las matemáticas escondidas conmigo?





Piensa en cómo aparecen los números en cosas que hacemos a menudo. Comprar es un ejemplo muy fácil. Usamos las matemáticas para saber cuánto dinero tenemos o cuánto valdrá la compra. También hay matemáticas escondidas aquí. ¿Te has fijado alguna vez en una tarjeta de crédito? Tienen una serie de números y en cada tarjeta son diferentes. Pero esos números no están elegidos al azar, sino que están pensados con cuidado para evitar falsificaciones o robos. El número está diseñado para comprobar si nos hemos equivocado al introducirlo al comprar por internet. Te propongo que hagas un pequeño experimento para comprobarlo. Solo necesitarás papel, lápiz y el número de una tarjeta de crédito VISA:

- ★ Escribe los quince primeros números de la tarjeta en el papel, separados. En la tabla de la página siguiente tienes un ejemplo. Yo voy a usar el número de tarjeta 5333619503714705.
- → Debajo de cada número en una posición impar escribe ese número multiplicado por dos.
- Ahora, comprueba si alguno de los números calculados en el paso dos tiene más de dos cifras. Si es así, escríbelo debajo sumando ambos números. Por ejemplo, si en el segundo paso tienes el número 12, escribe 1+2 = 3.
- ★ Ya hemos preparado los números en posición impar. Cópialos en una cuarta fila. Coge el número que esté más abajo de los pasos 2 y 3.
- Ahora, copia los números en posición par tal y como están, en la quinta fila, como indican las flechas.
- \* Suma todos los números de las filas cuatro y cinco.
- ★ Este es el último paso. Del número que has calculado, quédate con las unidades, y réstalas a diez. El número obtenido debería ser el último número de la tarjeta. ¿Te ha salido? Si no es así, puedes volver a empezar y comprobar si ha habido algún pequeño error por el camino. Y si no, no pasa nada. Sigue leyendo y te explico por qué.

| Paso 1 | 5  | 3        | 3 | 3        | 6  | 1 | 9  | 5 | 0 | 3 | 7  | 1        | 4 | 7 | 0 |
|--------|--|----------|---|----------|----|---|----|---|---|---|----|----------|---|---|---|
| Paso 2 | 10   |          | 6 |          | 12 | 1 | 18 |   | 0 |   | 14 |          | 8 |   | 0 |
| Paso 3 | 1  | <b>V</b> |   | <b>\</b> | 3  | • | 9  | • |   | • | 5  | <b>\</b> |   | • |   |
| Paso 4 | 1  |          | 6 |          | 3  |   | 9  |   | 0 |   | 5  |          | 8 |   | 0 |
| Paso 5 |  | 3        |   | 3        |    | 1 |    | 5 |   | 3 |    | 1        |   | 7 |   |
| Paso 6 | 1+3+6+3+3+1+9+5+0+3+5+1+8+7+0 = 55                                     |          |   |          |    |   |    |   |   |   |    |          |   |   |   |
| Paso 7 | De 55, las unidades son 5. Así que $10$ – unidades es $10$ – $5$ = $5$ |          |   |          |    |   |    |   |   |   |    |          |   |   |   |



Lo mejor de las matemáticas modernas es que los ordenadores pueden hacer las cuentas por nosotros. Por ejemplo, cada vez que ponemos el número de tarjeta al comprar por internet, un ordenador calcula rápidamente el último número y comprueba que coincida con el que hemos escrito. Si no es así, es porque la



tarjeta es falsa o porque nos hemos equivocado al escribirla. Este **truco** tan sencillo evita un montón de errores. A estos trucos los llamamos algoritmos. Podríamos definir un algoritmo como un conjunto de operaciones y pasos que nos permiten encontrar la solución a un problema. Algunos algoritmos, como el que te he enseñado antes, se pueden hacer a mano, pero otros son tan complicados que tardaríamos días. Por eso los ordenadores son tan útiles.

Las matemáticas que yo estudio son muy parecidas a estas que acabamos de investigar. ¿Cómo podemos diseñar algoritmos para hacer nuestras compras y comunicaciones más seguras? Y una vez diseñados, ¿cómo podemos programar a los ordenadores para que los lleven a cabo?

La **seguridad** en internet es solo una de las muchas áreas en las que los algoritmos son muy útiles. Por ejemplo, cuando usamos un mapa de internet para llegar a los sitios, un algoritmo encuentra la ruta más corta hasta nuestro destino. Incluso en medicina existen algoritmos que nos ayudan a determinar cuál es el mejor tratamiento para un paciente dados sus síntomas. **¿Te das cuenta de lo importantes que son las mates?** Cuando en clase resuelves problemas, estás aprendiendo sin darte cuenta a diseñar pequeños algoritmos. Y cuantas más mates aprendes, más matemáticas escondidas descubres. Otra gran ventaja de que las matemáticas estén por todas partes es que puedes aplicarlas a cualquier área y trabajar con gente con unas aficiones completamente distintas. Por ejemplo, este verano yo trabajaré con un grupo de químicos para crear un algoritmo que nos ayude a entender mejor el calentamiento global. Tengo muchas ganas.

Hay una matemática que admiro. Es **Clara Grima**. Con su investigación descubrió una nueva forma geométrica, el escutoide, que forma las células de la piel. Además, escribe cuentos y hasta tiene dibujos animados.

Te dejo con mi amiga Yolanda que también está muy preocupada con el calentamiento global y el cuidado del planeta.



# Yolanda, cuidadora del planeta

Mi nombre es Yolanda y para mí es un placer introducirte al apasionante mundo de la ingeniería. La ingeniería tiene muchísimas aplicaciones, como habrás podido ir viendo o verás en este libro. Yo te voy a hablar de mi trabajo. Hago investigación para hacer coches más limpios y eficientes, es decir, que aprovechan mucho la energía y los materiales que usan. Es todo un reto. Los ingenieros somos especialistas en asumir retos, en resolver problemas. ¿Alguna vez te has sentido muy orgullosa cuándo consigues resolver un problema de Matemáticas? Pues así nos sentimos los ingenieros e ingenieras cuando tenemos que investigar y resolver un problema.

Yo trabajo en una empresa francesa, y colaboramos en equipo con gente de todo el mundo. Mis colegas son alemanes, ingleses, holandeses, chinos, estadounidenses, coreanos y, por supuesto, franceses. Es muy importante trabajar en equipo, compartir nuestros problemas y apoyarnos. Juntos siempre avanzamos más.

Queremos diseñar y fabricar coches que contaminen cada vez menos, que consuman pocos materiales en su construcción y que sean *reciclables*. Un coche tiene tantas partes y es tan complejo que hay muchas personas trabajando en su diseño. Cada uno de nosotros es especialista en una cosa. En concreto, yo me dedico a la gestión térmica. ¿Y qué es eso? Nos aseguramos de que las piezas del coche tengan

la temperatura adecuada para su funcionamiento.

Trabajo para desarrollar los sistemas en coches eléctricos, esos que no tienen tubo de escape y son tan silenciosos. Con estos coches no tienes que mirar a otro lado, como cuando pasan a tu lado los coches que hoy circulan por la ciudad y sueltan su humo, tan molesto y perjudicial para nuestra salud. Puedes comprobar la importancia de la temperatura en los sistemas eléctricos dejando un móvil mucho rato al sol. Dará una alarma de sobrecalentamiento. No lo dejes mucho rato, porque se estropea y tus padres se enfadarán. Imagina que, si los componentes del coche se estropean por la temperatura, no podremos llegar a ese sitio de vacaciones que nos hacía tanta ilusión.

Para mí es muy **motivador** trabajar en algo que mejora nuestra vida y nuestro planeta. Creo que tenemos la responsabilidad de cuidar el medio ambiente para ti y para los que vendrán después. Es una responsabilidad de todas las personas, así que espero que tú también estés aprendiendo a cuidar el medio ambiente con lo que esté a tu alcance.

¿Cómo llegué a estudiar Ingeniería? De pequeña me gustaba mucho montar y desmontar cosas, aún me gusta montar muebles. Tenía mucha curiosidad por saber cómo funcionaban y también me gustaba mucho resolver problemas. Los juegos donde había algo que descubrir o que descifrar me encantaban. Y, por supuesto, la magia. Porque todos los trucos de magia tienen una explicación física. **Soshhh, no lo cuentes por ahí.** 

Con el tiempo fui también adquiriendo conciencia de la importancia de nuestra aportación a la sociedad. Como te he dicho antes, los ingenieros somos especialistas en aplicar nuestros conocimientos para asumir retos que todavía no han sido resueltos. Decidí estudiar Ingeniería sin saber exactamente a qué me acabaría dedicando. Y en el camino de mis estudios me encontré con el tema de la energía, que es algo que está alrededor de

nosotros en muchas formas (energía solar, del viento, de la combustión). ¿Sabes que la energía no se crea ni se destruye, **solo se transforma?** Luego te propongo un experimento para que lo compruebes. Después de terminar en la universidad, encontré cómo aplicar este conocimiento en algo concreto, en el desarrollo de nuevos coches, que es lo que ya te he contado.

¿Eres fan de alguien? Yo me hice fan de Mary Barra, que también es ingeniera que se dedica a la fabricación de coches, además es super jefa de su empresa; yo de mayor quiero ser como ella.

Además de mi trabajo me gustan muchas otras cosas. Me encanta el deporte, sobre todo correr, como a Natalia y Pilar. Me ayuda a pensar. También me gusta mucho ir al campo, un buen paseo con la familia y los amigos. En mi tiempo libre, *leo mucho* y leo de todo. Me encanta aprender. Aunque te suene raro ahora, creo que podría dedicarme solo a estudiar. ¿Te parece extraño? Es que pienso que es mucho más lo que no conocemos, así que tengo curiosidad por muchísimas cosas. También me gusta cocinar, pero solo si lo hago para mis hijas, porque me encanta ver cómo disfrutan un buen postre de chocolate. Me muero de ganas por probar la receta del final del libro.

Ahora que te he introducido un poquito en lo que yo hago, me gustaría animarte a hacer un experimento

fabricando un coche que funciona con aire.

## **Materiales:**

- ★ 1 plataforma de plástico o cartón.
- ★ 4 tapones de botellas de plástico o tapas de vasos desechables.
- 🖈 4 pajitas.
- ★ Cola blanca (o pistola de pegamento termofusible).
- ★ 2 pinchos de madera.
- ★ 1 globo.
- ★ 1 goma elástica.
- 📌 1 punzón o elemento punzante para perforar.



### Instrucciones:

- Perfora los cuatro tapones de plástico con un punzón.
- Corta dos pajitas de la anchura de la plataforma y pégalas con cola blanca o silicona en la parte inferior para que queden bien sujetos, asegurándote de que estén paralelos y las ruedas queden más o menos alineadas.
- Introduce un pincho de madera en cada una de las pajitas, en cada extremo de los dos pinchos de madera y pégalos con cola blanca.
- Introduce los tapones de plástico en los extremos de los pinchos. Si quedan sueltos, pégalos. Cuando esté seca la cola o silicona, comprueba que se mueve el coche.
- Introduce una pajita en el globo, que deberá ir en la parte posterior del coche, y une ambos elementos con una goma elástica.
- Pega la pajita ya unida al globo en la mitad de la superficie con un trozo de celo.
- Por último, sopla por el extremo libre de la pajita hasta que el globo esté bien inflado. Suéltalo y observa cómo se mueve.

Puedes diseñar dos coches y **hacer una competición** a ver cuál corre más. Otra opción es montar un coche de piezas de construcción y pegarle la pajita con el globo en la parte superior.

## Explicación:

Este experimento sirve para mostrar uno de los principios más básicos de la ciencia: la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Utilizamos nuestra propia energía para hinchar el globo, que se convierte en una fuente de energía para el coche (energía cinética).

Además, puedes incorporar las matemáticas a este experimento midiendo la distancia que recorre el coche en función del aire que insuflamos al globo. También podemos medir el tiempo que tarda en recorrer una determinada distancia con un cronómetro.



Estoy muy contenta porque te presento a Manuela, mi amiga que también trabaja en una empresa de ingeniería. Diseña otro medio de transporte, ¿quieres saber cuál?



## Manuela, exploradora del entorno

Hola, soy Manuela y soy ingeniera.

Dicen que cómo vives tus primeros años marcará el resto de tu vida.

Yo fui la guinta, última e inesperada hija de la familia.

Hace 44 años cuando yo nací, mi padre trabajaba en la construcción, mi madre se hacía cargo de la casa y de los niños. Unos de mis hermanos ya trabajaban y otros estudiaban en busca de su vocación.

Entre esos quehaceres de mi familia nací yo. Como quinta hija que llega a una familia con muchos años de convivencia, siempre tuve la sensación de que llegué a un mundo ya creado y me dedicaba a **observar**. Y así dediqué mi infancia a saciar mi curiosidad y entender el entorno en el que estaba, que amplié después al de fuera de mi familia.

Creo que hacer preguntas sobre el entorno ayuda a crear tu propia identidad.

En el colegio era una estudiante con buenas notas. Eran buenas en general en todas las asignaturas sin ser las más altas de la clase. Mis profesores y profesoras siempre añadían en el boletín: es una niña **muy curios a.** Tiene gran capacidad de líder. Pero eso, no contaba para nota.

En esa búsqueda por entender mi entorno encontré la arqueología en 1987, con 11 años, le dije a mi padre: «Yo quiero ser arqueóloga». Mi padre me contestó: «Cuando tú seas arqueóloga estará todo descubierto». Nunca he sabido si lo dijo de broma o no, pero yo me lo creí y mi camino se desvaneció.

Tras unos años de búsqueda, conocí la **ecología**, el medio ambiente. Por aquel entonces no se tenía la conciencia que se tiene ahora sobre este tema. Descubrí que quería crear máquinas que no perjudicasen el medio ambiente, quería cuidar el mundo y crear cosas nuevas.

En ese momento elegí la ingeniería. La verdad, no recuerdo quién me la dio a conocer. Fue poco a poco, en el instituto. Os puedo decir que los conocimientos que adquirí en Matemáticas, Física, Ciencias Naturales me han permitido explorar campos muy amplios.

Lo primero que estudié fue Ingeniería Técnica Industrial en la especialidad de Cálculo de Máquinas para **poder crear máquinas.** Después me posgradué en Ingeniería Medio Ambiental para tener conocimientos más concretos en esa área.

Con esa especialidad trabajo en una empresa que diseña ascensores que cuidan el medio ambiente. Ese trabajo me ha dado la oportunidad de viajar por muchos países y conocer otras áreas de la empresa que me permiten ampliar mis conocimientos en otros aspectos como el *marketing*, las ventas, el comercio electrónico, la dirección y la gestión.

Una función importante de las ingenieras y los ingenieros en las empresas es traducir los datos técnicos que muy pocos entienden en argumentos que entiendan todos. Es una función muy bonita si te gusta la comunicación, como a mí.

En los últimos años, la tecnología, sobre todo debido a internet, ha tenido un impacto en el entorno tal, que ha hecho que cambie cómo funcionan las cosas. Para poder entenderlo me formé en Transformación Digital que viene a ser algo así como: **¿cómo hacemos las cosas utilizando la tecnología?**, pero sobre todo ¿qué conseguimos nuevo si utilizamos la tecnología para hacer las cosas? Por ejemplo, si las empresas venden a través de una página web en lugar de solo en su tienda pueden vender más. Eso supone nuevos puestos de trabajo y crecimiento de la región.

De esta manera llegamos a los **datos**. Los datos son el motor de las empresas porque les permiten conocer muchísimo mejor quién les compra, cuándo, cuánto, y así mejorar sus productos y procesos.

De nuevo, decidí sumergirme en la formación y adquisición de conocimientos para entender este nuevo entorno generado por los datos especializándome así en análisis de **big data**, de muchos datos, pero ya sabes en informática se usa mucho el inglés. Es la técnica que permite conocer cómo trabajar con datos que dan información a las empresas.

Como ves, la ingeniería me ha dado la posibilidad de explorar tantos campos como he querido.

Lo siguiente en lo que me especialice, ¿qué será? Aún no lo sé, pero tengo claro que seguiré formándome porque es la manera de entender, de crecer, de encontrar nuevos caminos y conseguir nuevas metas.

Espero que te atraiga el mundo de la ingeniería. No te preocupes por encontrar la especialidad, ya aparecerá. La ingeniería tiene la capacidad de adaptarse a ti, de crecer contigo y transformarse en lo que tú quieras hacer con ella. La ingeniería tiene la capacidad de crear.

Te digo lo contrario que me dijeron a mí.

Está todo por crear.

Te propongo un taller aplicando ingeniería.

Empezamos con mi primera especialidad, Ingeniería Industrial seguido de Ingeniería Medio Ambiental.

Vamos a crear una torre resistente y medioambientalmente eficiente para después venderla y crear muchos puestos de trabajo.

#### Necesitas:

★ Espaguetis. ★ Un muñeco de plástico pequeño.

Plastilina.
Y mucha creatividad.

#### Objetivo:

Crear una torre más alta de 20 cm, resistente para que no caiga con el viento y capaz de soportar el peso de tu muñeco. Debes utilizar el mínimo material posible para que sea eficiente con el medio ambiente y tener un bonito diseño para que la compren



Es muy importante al crear una estructura que sea muy resistente a pequeñas fuerzas. ¿Te imaginas que las casas se cayeran por el viento como las de los tres cerditos? Las de Zaragoza son muy sólidas porque tienen que aguantar el cierzo. Los cálculos de las resistencias son más difíciles cuando los edificios son más grandes, por ejemplo, los rascacielos. Diane Hartley, cuando estaba haciendo el doctorado, repasó los cálculos de la resistencia al viento de un rascacielos, tuvo una duda y llamó a los ingenieros que lo habían hecho y ¡menos mal! No hubiera aguantado los vientos de Nueva York. Es muy importante preguntar aquello que no se entiende, casi siempre una pregunta lleva a una mejor solución.

Ahora, seguimos con la transformación digital y piensa de qué manera podrías vender esa torre en una página web para que te la compren en muchas partes del mundo, vender muchas y poder crear muchos puestos de trabajo.

Para acabar, vamos con el *big data* y piensa qué datos necesitas conocer de las personas que visiten tu página web para poder personalizar tu torre, que les guste más y te compren más.

¡Este taller es de nota! Me encantará que me cuentes y me envíes los resultados, al final del libro se explica cómo.



Te voy a presentar a mi amiga Ana, que trabaja con otro tipo de máquinas que se mueven, los robots. Intenta que las máquinas puedan ver. Su trabajo mola también mucho.



# Ana consigue que los robots puedan ver

¡Hola! Soy Ana. Cuando era como tú me gustaba hacer muchas cosas con mis amigos y mi familia, como salir a **pasear por el monte**, jugar con construcciones o viajar. ¿Qué es lo que más te gusta a ti? Yo vivía con mi familia en la ciudad de Logroño. Cuando me hice mayor, decidí aprender cómo funcionaban algunas cosas como, por ejemplo, los ordenadores, ¿quién los había inventado?, ¿para qué?, ¿cómo funciona un ordenador?, ¿cómo se hacen los videojuegos? ¡Tenía mucha curiosidad! Así que fui a vivir a Zaragoza para estudiar algo que se llama Ingeniería Informática. Así podría entender todo eso que quería conocer.

En Zaragoza aprendí *qué hay por dentro de los ordenadores* y cómo se comunican entre sí. Qué interesante. También descubrí cómo enseñarles a hacer cosas, cómo entrenar a un ordenador a reconocer qué hay en una imagen. ¡Sí! Los ordenadores también aprenden, ya te lo había explicado Isabelle, y en muchas cosas les pasa como a nosotros, necesitan entrenar y cuanto más practican, mejor les salen las cosas. Como dicen las personas mayores, los que trabajamos haciendo estas cosas intentamos conseguir inteligencia artificial.

A los ordenadores les enseñamos las personas cuando hemos aprendido su lenguaje, es una de las cosas que aprendí a hacer estudiando Ingeniería Informática. Los ordenadores pueden aprender muchas cosas. Algunos ordenadores nos hablan, buscan las cosas que les pedimos o consiguen llevarnos de un lado a otro construyendo mapas que podemos seguir. Cuántas cosas saben hacer. Hoy hay ordenadores en muchos lugares, por ejemplo, en coches, en aviones, en frigoríficos, en la aspiradora o en el móvil.

Cuando a un ordenador le añadimos, por ejemplo, pies, brazos, manos o ruedas, tenemos un **robot**. Es muy gracioso ver a un robot, ¿verdad?

Así que yo empecé a trabajar en conseguir que los robots *vieran mejor y fueran un poco más listos.* Los robots no tienen ojos como las personas, pero pueden tener muchas cámaras. Con ellas ven el mundo si les ayudamos un poquito las personas. Como me pareció que mis proyectos para conseguir que los robots vieran mejor eran muy interesantes, me presenté a un concurso que se llamaba *Anita Borg*, en recuerdo de una de las primeras científicas que se preocupó de animar a las mujeres para que trabajasen en ingeniería. Y no gané, pero comprobé que es verdad que lo importante es participar. Como finalista del concurso ¡me invitaron a un viaje igualmente! Donde conocí a un montón de chicas que también trabajaban en proyectos de ingeniería por todo el mundo.

Hoy, ya mayor, sigo aprendiendo y viajando, que era lo que soñaba hacer de pequeña. Soy la mamá de un niño pequeñito y, junto con su papá, viajamos mucho, porque viajar nos encanta, pero también para aprender más de los ordenadores y los robots. Gracias a trabajar como ingeniera, he podido viajar y vivir en muchos países, algunos en Europa, como Italia, Suiza o Dinamarca, y otros mucho más lejos, como Australia, Japón o Estados Unidos, y hemos conocido ciudades lejanas y bonitas como San Francisco o Pekín, y he podido hacer muchos amigos.

## Conocer los ordenadores me ha hecho muy feliz.

He aprendido cómo funcionan, cómo se comunican, cómo pueden aprender cosas y también me ha encantado poder enseñar a otras personas cómo funcionan y cuántas cosas se pueden hacer con ellos.

#### LA CÁMARA «PIN-HOLE»

**EXPERIMENTO 13** 

Si te ha gustado esta pequeña historia, seguro que te gustará el experimento que te voy a contar y que puedes hacer con tu familia o con tus amigas y amigos, para fabricar en tu casa la cámara de fotos más sencilla del mundo, se llama «la cámara pin-hole».

#### Para construir nuestra cámara casera necesitaremos:

- r Un lápiz bien afilado.
- ★ Una caja de zapatos con tapa incluida.
- richter, para usarlo pide que te ayude una persona adulta.
- **†** Tijeras.

- Regla.
- tun trozo de papel encerado puedes probar también con papel de hornear.
- ★ Una lamparita de mesilla o alguna lámpara pequeña similar.
- ★ Una manta o tela oscura.

Primero haz un agujerito muy pequeño en uno de los lados más cortos de la caja de zapatos usando la punta del lápiz bien afilado. La caja tendrá que estar siempre cerrada con la tapa puesta.

Luego pide que algún adulto te ayude a cortar con el cúter un cuadrado en el extremo opuesto de la caja, es decir, justo enfrente del agujerito que has hecho. El cuadrado debe medir 5 centímetros de cada lado.

Con las tijeras recorta un cuadrado de papel encerado que mida 7 u 8 centímetros por cada lado (según como de grande sea tu caja, no debe ser más alto que la caja). Coloca este cuadrado de papel recortado tapando el agujero grande cuadrado que has cortado en la caja y pega los bordes del papel a la caja con celo.



Ve con tu caja-cámara a una habitación con muy poca luz, baja las persianas, apaga la luz del techo y enciende solamente una lamparita, por ejemplo, una de una mesilla.

Ponte a 1,5 metros más o menos de la lámpara.

Ahora tienes que esconderte debajo de la manta con tu caja-cámara. Estando debajo de la manta, apunta el lado de la caja donde está el agujerito del lápiz hacia la lamparita. Tú tendrás que mirar en el interior de la caja por la ventana que has hecho con el papel recortado que has pegado en un lado de la caja.

Coge la caja y sujétala delante de tu cara, como si fuera una cámara, y apunta hacia la lamparita, como si intentaras ver la lámpara a través de la ventana de papel y el agujerito que has hecho con el lápiz. Mantén la caja fija hasta que veas una imagen invertida de la lámpara.

¿Qué ha pasado? Tu cámara casera funciona gracias a los mismos principios científicos que las cámaras de verdad. Los modelos antiguos grababan las imágenes en papel directamente. Las modernas cámaras digitales, como las de nuestros móviles, las guardan directamente en el disco del ordenador que tienen conectado.

El agujerito funciona como si fuera la lente de una cámara y crea una imagen boca abajo de lo que estas apuntando con la caja. Por tu agujero, igual que por las lentes de las cámaras, pasa la luz. El papel encerado funciona como si fuera el papel fotográfico. Las cámaras de verdad tienen un papel recubierto de productos químicos o sensores especiales que hacen que la imagen se quede grabada cuando la luz incide allí. En tu cámara casera no se quedará grabada la foto, pero es increíble ver lo que hay al otro lado por ese agujerito tan pequeño.



Te voy a presentar a una amiga, es motera, se llama Marisa y también es ingeniera. Con ella siempre me río un montón.



## Marisa y las normas

¡Hola! Mi nombre es Marisa, nací hace 55 años.

Soy ingeniera industrial, una cosa que ahora se llama máster en Tecnologías Industriales. Cuando llegué a la universidad, esta carrera duraba cinco años de clases y luego se debía hacer un proyecto fin de carrera, una pequeña investigación.

Dicho así, parece un castigo, pero fue una de las épocas más bonitas de mi vida, donde hice amigos a los que todavía sigo viendo y, aunque había que estudiar y practicar mucho, como en casi todo lo que quieras estudiar, creo que fue una magnífica decisión la que tomé al elegir ser ingeniera. Quizá te digan que es difícil, que hay Matemáticas, y cosas que os puedan desanimar, pero no hay nada chulo que no cueste un poquito, y si te gusta lo que estás haciendo, ¿a que no se hace tan difícil?

¿Y por qué ingeniera? Bueno, *me gustaba construir* cosas y casas. Al principio pensaba ser arquitecta para hacer casas muy bonitas, luego te vienen dudas. Creo que a tu edad todos tenemos bastante lío en la cabeza.

Como al final no quise irme de mi ciudad lejos de mi familia, elegí algo que pudiera estudiar en Zaragoza, y no tenía muy claro qué era la ingeniería, pero me pareció muy interesante y allí me matriculé.

Aprendí muchas cosas. Porque la ingeniería industrial es para después trabajar en las industrias y hay tantas y tan diferentes, que puedes elegir un montón de sitios y encontrar aquel en el que más te guste trabajar y desarrollar tu capacidad, tu **inteligencia**, tu creatividad, tus ideas, y puedes inventar máquinas que funcionen mejor que las anteriores.

Me especialicé en electricidad. Mi primer trabajo fue hacer normas para todo lo que funciona con electricidad,

para que todos los países del mundo fabriquen los aparatos de forma segura y puedan funcionar bien en cualquier país.

Como hablaba inglés, era la representante de España en las reuniones donde los países tenían que ponerse de acuerdo para hacer normas iguales para todos. Y viajé por el mundo. Incluso estuve en Australia. Intenta enchufar la plancha de casa en todos los enchufes que encuentres. Los enchufes de las paredes llaman bases. No hagas fuerza si la clavija no entra. Si tu casa es nueva, probablemente podrás hacerlo en todos, pero si ya tiene unos cuantos años, verás que donde haya una lamparita enchufada, seguramente no cabe el de la plancha. El de la plancha seguro que es más gordo. Se llama **Schuko.** ¿Y por qué no se ponen todos los países de acuerdo en hacer todos los enchufes iguales? En eso trabajé aquellos años haciendo normas.



Después cambié de ciudad y de trabajo, y durante muchos años junto con mi equipo de ingenieros e ingenieras auditores visitamos a las empresas, industrias, incluso a los gobiernos, para ver si lo que fabricaban o hacían era seguro, tenía calidad, cuidaban el medio ambiente y los empleados contaban con medidas de seguridad. ¿Y cómo sabíamos si lo hacían bien o no? Viendo si cumplían las normas internacionales que existían para eso. Para medir a todos por igual.

Como ves, no he diseñado ninguna máquina, ni he creado ninguna industria, pero he visto muchas, he aprendido mucho de las personas que trabajan cada día fabricando todo lo que usamos: coches, zapatos, papel, herramientas u ordenadores, y he intentado decirles cómo podían hacerlo mejor.

¿No te parece superinteresante ser ingeniera industrial? A mí me encanta.

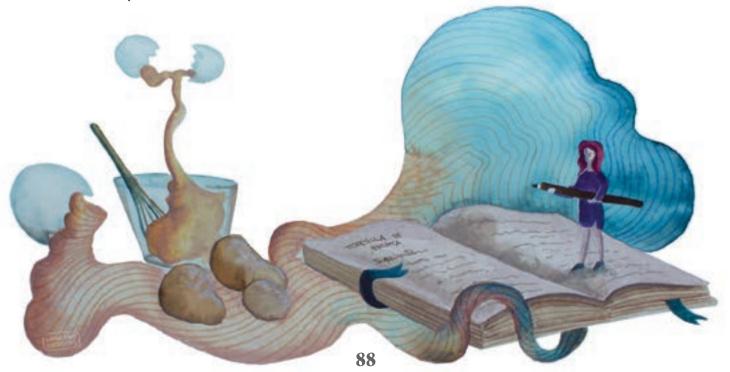
#### LA INGENIERÍA APLICADA A LA TORTILLA DE PATATA

Solo, o con ayuda de papá y/o mamá, escribe el procedimiento para fabricar una tortilla de patata. Anota bien los ingredientes, las medidas, el tiempo y el método. Si tienes dudas, puedes leer la receta final. Ahora fabrica con su ayuda tu primera tortilla de patata. Si a la primera no sale perfecta, repasa el procedimiento para descubrir cómo mejorarlo y vuelve a intentarlo. Te saldrá estupenda, de máxima calidad, estoy segura.

#### **#SerIngeniera/oEsDivertido**



Con mi moto, me encanta pasear por carreteras y pueblos con mis amigos. Mi amiga Rosario prefiere hacerlo a pie por el campo, ella también quiere contarte su historia, hace robots.



## Rosario, experta en teclas

¡Hola!, soy Rosario. Soy ingeniera informática y doctora en Robótica. ¿Y por qué lo elegí? Cuando era muy pequeña, quería ser pianista. Me gustaba mucho tocar el **piano**, pero bueno, también me gustaban otras cosas. Me gustaba pintar, leer, los videojuegos y las matemáticas.

En el instituto, me enseñaron a programar. ¿Y qué es eso de programar? Para empezar, usaba un ordenador. Tiene un teclado, como el piano y, cuando presionas las teclas, en lugar de música, aparecen palabras en el ordenador.

¿Y qué puedes hacer con esas palabras que escribes en el ordenador? Pues verás, yo tenía una **tortuguita** en la pantalla, que llevaba un boli de colores. Al moverla por la pantalla iba haciendo dibujos. ¿Y cómo había que hacer para moverla? Pues escribiendo con el teclado. Le podía pedir que se moviese hacia delante varias casillas, o que girase, o que cambiase el color del boli. Quedaban unos dibujos muy chulos. Claro, hay que pensar un poco. Por ejemplo, si quieres dibujar una casa, tienes que pensar dónde empezará la tortuga. En qué orden se irá moviendo. Cuando quieres que gire, hay que pensar si quieres que gire un poco o mucho y eso son matemáticas. ¿Ya sabes lo que son los grados? Si quieres hacer una esquina con tu tortuga, entonces

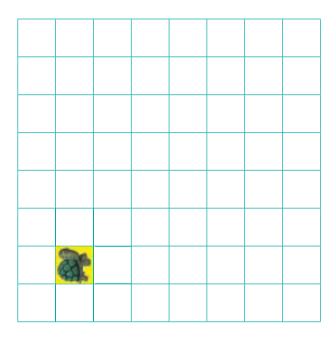


le dirás que gire 90 grados. Si aún no sabes lo que son los grados, seguro que te lo cuentan muy pronto en el cole.

Bueno, pues resulta que eso era programar, y estaba muy bien.



Coge una hoja de papel, de esas con cuadrículas, vamos, una hoja que se parezca a esto:

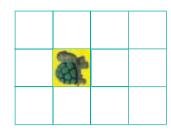


Necesitas también bolígrafos de varios colores y una tortuguita. Puedes dibujar y recortar una o usar algún muñeco pequeño.

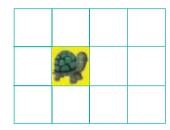
Para empezar, coloca la tortuguita en una de las casillas.

Las reglas son muy sencillas. Cada vez que aparece «Avanza 1», la tortuga se mueve una casilla hacia adelante. Si quieres que avance tres casillas, puedes escribir «Avanza 3». La tortuga solo se mueve hacia adelante. Si quieres que vaya a la derecha, primero tienes que decirle «Gira Derecha 1», y luego «Avanza 1», como ves aquí:

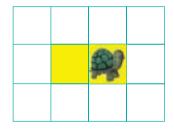
1. Nuestra tortuguita



2. Ahora, le decimos «Gira Derecha 1» a la tortuguita



3. Y ahora, le decimos «Avanza 1» a la tortuguita

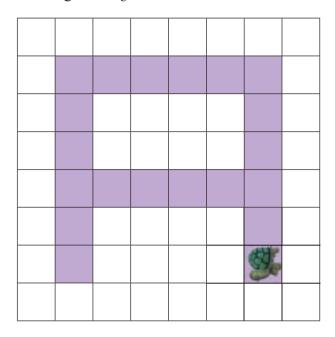


Al ir moviendo la tortuguita por las casillas, tendrás que ir pintando cada casilla del color que digamos. Si decimos «Color Azul», entonces cambiaremos y empezaremos a usar el bolígrafo azul. Y si decimos «Sin Color», solo moveremos la tortuga, sin dibujar nada, hasta que elijamos otro boli, por ejemplo, «Color Rojo».

Se entienden las reglas del juego, ¿verdad? Venga, pues cuando estés lista con los bolis y la hoja de papel, empezamos. Ponemos la tortuga en la casilla de salida. ¿Qué dibujo nos sale si hacemos?

- >> Color Violeta >> Avanza 5 >> Gira Derecha 1 >> Avanza 5 >> Gira Derecha 1
- >> Avanza 3 >> Gira Derecha 1 >> Avanza 4 >> Gira Derecha 2 >> Avanza 4
- >> Gira Derecha 1 >> Avanza 2.

Ha dibujado una letra A grande, ¿verdad?



Perfecto. Esto ya lo tienes dominado. Ahora puedes seguir dibujando otras letras distintas o hacer los dibujos que prefieras. Piensa qué instrucciones le tendrás que dar



a la tortuga para que haga los dibujos. Si tiene que avanzar, si tiene que girar, qué colores quieres que use. Si le enseñas este juego a tus amigas, podéis pasaros mensajes secretos.

Dibujar está bastante bien, pero también es muy divertido colocar personas y animales y hacer que se muevan como tú elijas. **¿Te animas?** Pide a tus padres que te presten la *tablet* y que te pongan esta App: ScratchJr.



Cuando terminé Ingeniería Informática en la universidad, empecé el doctorado en Robótica. Imagino que ya sabrás lo que es un robot. ¿Y eso de programar es útil para trabajar con robots? Pues a ver, sí, porque al fin y al cabo a un robot también se le puede decir a dónde tiene que ir, ¿verdad? Como a la tortuga. También se pueden programar coches, o los cohetes, como el Apolo XI, con el que llegó el hombre a la Luna. Lo programó Margaret Hamilton, quien transformó la programación en una ciencia.

El doctorado es hacer investigación, pensar en problemas no resueltos o que sí tienen alguna solución, pero tú puedes proponer algo mejor. Está muy bien, porque hay gente investigando en muchas partes del mundo, y los conoces, también su trabajo, y siempre estás aprendiendo y descubriendo cosas nuevas. A mí me gustan mucho los equipos de robots. Imagina que quieres hacer que todos los robots se muevan a la vez, hacia donde tú quieres, y sin chocarse, claro. ¿Cómo lo resolveríamos?

A veces, puedes inspirarte en la naturaleza para resolver un problema. ¿Has visto alguna vez una bandada de pájaros? Lo hacen bien, ¿verdad? Pues yo investigo en una cosa que se llama algoritmos distribuidos multi-robot, que intentan imitar a las bandadas de pájaros.

Por cierto, me encanta pasear por el campo y observar los pájaros. También a mi amiga Raquel.



## Raquel, buscando datos en internet

Muchas veces, compañeras, amigos y familiares me preguntan por qué cuando tenía 18 años decidí estudiar Ingeniería Informática. La verdad es que no lo sé y no creo que exista una única razón. A lo largo de la vida tomas decisiones, consideras alternativas. Las decisiones te permiten crecer y poco a poco vas aprendiendo a abordar diferentes situaciones. Cuantas más cosas aprendemos y experimentamos, más sabemos para afrontar nuevas situaciones y seguir creciendo.

Me llamo Raquel y nací en la aldea Raso-Brens, muy cerca del cabo de Fisterra en Galicia. Cuando era niña pasaba tiempo con mi abuelo en su **carpintería**. Él fabricaba pequeños muebles como *hobby*. Me gustaba pasar tiempo juntos y hacerle preguntas. Para qué servía cada una de las herramientas, cuántos tablones se podían obtener de un árbol, por qué trazaba rayas y ángulos en los tablones antes de cortarlos, qué se hacía con el serrín. En primaria y secundaria, descubrí que *las matemáticas servían para responder muchas de las preguntas* que le hacía a mi abuelo. Aprendí que no existe una única forma de hacer las cosas o resolver los problemas. Explorando diferentes alternativas descubrimos nuevos

métodos y herramientas que llevan a mejores resultados.

En el instituto, la pasión y ganas que nos mostraba el profesorado por las diferentes materias

hacía que quisiese aprender más de casi todas ellas.

Pero había que elegir una de las opciones para cursar el bachillerato. Por aquel entonces existían cuatro posibilidades: científico-tecnológico, biosanitario, humanidades y letras y ciencias sociales. Tenía dudas entre las dos primeras opciones, pero cuando alguna persona cercana tenía alguna herida y veía sangre no era capaz de reaccionar rápidamente para ayudarla y el miedo me invadía. Por eso elegí bachillerato científico-tecnológico. Al finalizar el instituto había muchas más opciones. No sabía qué elegir y *tenía miedo a equivocarme*. En ese momento, la profesora de matemáticas me habló de la Ingeniería Informática. En ella se aplicaban las Matemáticas para gestionar datos digitales en diferentes campos o áreas, desde la medicina hasta la astronomía, la economía o los videojuegos. Y lo más importante, me indicó que no pasaba nada si tomaba una elección que no era la mejor, que **se podía cambiar y volver a intentarlo** de una forma diferente. Todo lo que vives te va aportando y enriqueciendo. Finalmente, opté por la Ingeniería Informática en la Universidad de A Coruña.

Hoy, al igual que otras compañeras y amigas de este libro, trabajo en la Universidad de Zaragoza como profesora e investigadora en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Colaboro con diferentes grupos y compañeros en mejorar diferentes sistemas de búsqueda de información para que den respuestas mejores y más rápidamente. Por ejemplo, para que cuando hacemos la búsqueda de algo en Google, YouTube o Wikipedia nos muestre lo que queremos sin tener que esperar mucho tiempo. O cuando le preguntamos a Alexa, Google Home o Siri alguna cuestión nos responda correctamente y con lo que necesitamos.

Lo apasionante de este trabajo es que cada vez tenemos más datos y ordenadores con más potencia. Así que hay nuevas posibilidades para obtener información y tomar decisiones. A partir de los datos y con los programas de búsqueda y aprendizaje, se puede también hacer medicina personalizada, saber qué productos se van a vender cuando se avecina algún evento, determinar cómo se puede propagar la COVID-19 en función de cómo nos movemos las personas o ayudar a decidir los mejores fichajes para un equipo deportivo, por citar algunos ejemplos. Además, realizamos nuestro trabajo en equipos donde intervienen personas de diferentes perfiles y conocimientos y todas aportamos. Por ejemplo, desde hace algún tiempo un grupo de ingenieras en Informática trabajamos con meteorólogos, arquitectas e ingenieras químicas y físicas para predecir la meteorología y la calidad del aire que respiramos.

### ¿Sabes que es Wikipedia u Open Street Maps?

Vamos a ver cómo funcionan y también cómo puedes poner información tú en estos sitios.

Wikipedia es la **enciclopedia** *on-line* libre más grande que existe. Una enciclopedia es como un diccionario, pero además de palabras, tiene información sobre personas importantes, eventos, ciudades, pueblos y un montón de cosas más.

Antes de internet, esa información estaba en libros, que habían escrito personas expertas, es decir, que sabían mucho de ese tema. Por ejemplo, para describir animales, buscaban a gente que supiera de veterinaria o de zoología, para describir unas montañas a personas expertas en geología y geografía, etc. En Wikipedia cualquiera puede escribir. Pero no cualquier cosa.

Para escribir en Wikipedia, primero hay que crear una cuenta para editar, así saben que tú eres la persona que ha puesto una información y si está mal, te lo dirán, si siempre lo pones mal no te dejarán escribir más, en cambio, si pones información veraz y otras personas lo valoran, dejarán de revisar lo que escribes.

Después tienes que decidir de qué quieres escribir. Eso irá en una determinada entrada o artículo o página. Algunas páginas ya existen, pero puedes mejorarlas, otras todavía no



buscar información para crearlas y además *las fuentes de información deben ser fiables.* Hace falta una noticia de periódico, una referencia a un archivo, un libro en el que ponga esa información y, además, debemos citar esa fuente de información.

Para empezar a escribir en Wikipedia podemos mirar cómo se han hecho otros artículos y seguir el formato que tienen, con los tipos de letra, títulos, apartados, pero es realmente fácil, básicamente es como escribir con el ordenador. Además, como lo hacemos entre muchas personas, también explicamos paso a paso cómo lo vamos haciendo. A veces hay Editatones para que muchas personas a la vez escriban sobre una temática. En un **Editatón**, también puedes aprender a editar, si te da un poco de miedo la primera vez, pero es superfácil.



Puedes buscar a todas las mujeres y grandes tecnólogas que aparecen en este libro en Wikipedia. Para que sea más fácil, al final está la lista completa.

Para finalizar mi historia, quiero hablarte de una gran inventora **Ángela Ruiz Robles**. Esta mujer consideraba que debemos vivir nuestra vida lo más cómodamente posible y también debemos preocuparnos por los demás. Tenemos que poder ofrecer algo a otras personas. Así construyó la primera enciclopedia mecánica en 1949. Quería construir un libro que aligerase las carteras de sus estudiantes y que hiciese más atractivo el proceso de aprendizaje apoyando la lectura con imágenes y sonidos y que permitiese la enseñanza en varios idiomas con un coste reducido. Esta enciclopedia mecánica es la antecesora del libro electrónico y las *tablets* actuales y es un invento español. Puedes ver una réplica de esta en la sede del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología en A Coruña. Un buen plan para unas vacaciones.

En la Universidad de Zaragoza conocí a mi amiga María. Nos encanta ir a los colegios a contar nuestro trabajo. Como con el coronavirus en 2020 no hemos podido ir, hemos escrito este libro. Esperamos que te esté gustando.



## María y la luz solar

Hola, mi nombre es María, soy doctora ingeniera industrial. Quizás ahora, después de los relatos de todas mis amigas, tengas más claro qué es la ingeniería y por qué todas decidimos estudiarla. Yo te voy a contar por qué lo decidí yo y cuál es el trabajo que realizo ahora.

Cuando era como tú, me gustaba mucho jugar al lego y al mecano, montar y desmontar cosas: casas, coches, y *ihasta helicópteros!* Así que le pregunté a mi padre quién hacía esas cosas y me dijo que los ingenieros e ingenieras. Ya no lo dudé más. Yo también quería ser ingeniera.

Y, ¿por qué industrial? Ya habrás leído que otras de mis amigas también son ingenieras industriales, y es que los ingenieros industriales son tan **polivalentes**. Vaya, qué palabro. Polivalentes es que pueden hacer muchas cosas distintas.

Durante la carrera aprendemos cosas muy variadas. Y al final decidimos qué nos gusta más y nos especializamos. Te preguntarás qué es especializarse. Pues volverse experta en algo. ¿Cómo qué? Pues trabajos en todo tipo de industrias, desde las que fabrican lavadoras hasta las que fabrican coches. También podemos ayudar a los arquitectos en el diseño de edificios o trabajar en la generación de energía, que es a lo que yo me dedico.



Seguro que sabes qué es la energía, que hay varios tipos y que sin ella no podríamos vivir. Las más conocidas son la electricidad, esa que sale por los enchufes de casa para cargar el móvil o que funcione la nevera, te la ha explicado Pilar. Y la energía térmica, que es la que nos calienta en invierno y gracias a la que nos damos las duchas calientes. Pues bien, la energía siempre ha existido, pero como habrás oído en las noticias, para conseguirla hemos quemado mucho, mucho carbón y otros materiales contaminantes para el medio ambiente. Ya sabes que el medio ambiente es todo lo que nos rodea: las plantas, los árboles, los ríos y los mares.

Pues bien, el carbón y otros *materiales contaminantes* generan CO2, dióxido de carbono, que es un gas que ensucia, que contamina la atmósfera. En conclusión, que nos estamos cargando el planeta. Este fue el motivo más importante que me hizo decidir hace diez años, cuando terminé la carrera, especializarme en **energías renovables** y para eso hice el doctorado, como otras de mis amigas de este libro.

¿Sabes lo que son las energías renovables? Son unas tecnologías que nos permiten generar, es decir, producir energía limpia, de esa que no genera CO2 y, por tanto, no contamina el planeta. Hay distintos tipos de energías renovables, que usan medios naturales para generar energía: la eólica, que usa el viento (como en el experimento de Yolanda), la hidroeléctrica, que usa el agua, y la solar, que usa el sol. Yo investigo sobre esta última, la energía solar.

¿Y qué es lo que hago yo exactamente? Pues intento que la tecnología solar sea lo más eficiente posible, es decir, que consiga generar mucha energía a partir de los rayos del sol, para que no necesitemos quemar carbón. Para ello investigo en unos paneles solares. Seguro que los has visto en los tejados de alguna casa, de color azul oscuro.

Estos paneles capturan los rayos del sol, y generan a la vez electricidad y agua caliente. Así, si los ponemos en nuestra casa,

podemos cargar nuestro móvil con energía del sol y también darnos una ducha de agua caliente.

#### EL AGUA Y EL SOL

**EXPERIMENTO 18** 

Te propongo un experimento muy sencillo: coge una **botella** de agua llena y ponla al sol varias horas. ¿Qué ha pasado? Que se calienta mucho, ¿verdad? Pues eso es, más o menos, lo que hacen los paneles solares para generar agua caliente para nuestras duchas. Parece sencillo pero, para que los paneles funcionen bien, hay que tener en cuenta muchas cosas, especialmente para que no se rompan y nos duren mucho.

Seguimos con el experimento. Coge esa misma botella de agua llena hasta el cuello de la botella, pero no la llenes hasta arriba del todo. Haz una marca con un rotulador para marcar hasta dónde llega el agua y métela en el congelador. Al día siguiente sácala. ¿Qué ha pasado? Como verás el agua ahora llega más arriba. Es decir, *ha aumentado* de volumen. Quizá la botella se ha deformado, ¿verdad?

Pero ¿por qué pasa eso? Porque el agua líquida tiene mayor densidad que el hielo. Y te preguntarás, ¿qué es la densidad? La densidad es una propiedad específica de cada material, es decir, algo único de cada material que lo caracteriza. Se define como la masa, la cantidad de kilos dividido entre el volumen, el espacio que ocupa.

Y dirás, **ipero si el hielo está hecho de agua!**, tienes razón. El hielo y el agua son un caso muy particular, porque el hielo tiene menos densidad que el agua, por tanto, como la masa, la cantidad es la misma (nadie ha abierto el congelador de tu casa y echado más agua en la botella), el agua al convertirse en hielo aumenta en volumen, es decir, ocupa más espacio como has podido comprobar con la botella.

Imagina que un día de invierno, de esos que hiela, dejamos los paneles que investigo llenos de agua. ¿Qué pasaría? Pues que el agua, al aumentar de volumen, rompería las tuberías por las que circula dentro del panel, ¡menudo desastre! Así que es muy importante diseñar bien los paneles. Esto es parte de mi trabajo.





Vamos a hacer otro experimento más sencillo para entender mejor esto de la densidad. Coge dos globos hinchables. En uno mete agua hasta llenarlo a la mitad más o menos, ¡ojo!, no lo llenes del todo porque explotará. Hincha el otro globo con aire, hasta que tenga el mismo tamaño, el mismo volumen, que el de agua, ¿cuál pesa más? El de agua, ¿verdad? Pero en cambio el volumen es el mismo. ¿Por qué pasa esto? También se debe a la densidad. La del agua es casi mil veces más alta que la del aire. Por eso, el mismo volumen de agua tiene mayor peso que el de aire.



Me ha tocado ser la última y es que entre Marías anda este cuento. Una de las primeras científicas de las que se sabe su nombre es **María de Judea** o **María la Judía**, la que da nombre al baño María. Ahora que ya has acabado de leer puedes buscar a todas las mujeres famosas que aparecen en este libro, seguro que con una *tablet* encuentras mucha información sobre ellas. Si quieres, después de probar el bizcocho.



## El procedimiento final

# El bizcocho de chocolate

No me he olvidado, te voy a dar la receta del bizcocho de chocolate. En la última parte de este libro vamos a descubrir que también en la cocina necesitamos las Matemáticas y utilizamos la Ingeniería.

### **Ingredientes:**

- ★ Harina de trigo.
- ★ Azúcar.
- ★ Cacao en polvo 100%.
- ★ Aceite de oliva.

- ★ Leche.
- **#** Huevos.
- ★ Levadura química.

#### **Materiales:**

Peso, taza o vaso medidor de volumen, bol grande, batidora, molde (de 24-27 cm de diámetro) y horno.

#### Procedimiento:

- Enciende el horno a 180 °C para que se vaya calentando.
- Prepara los ingredientes en las cantidades necesarias. Para medir yo uso una taza en la que caben 150 ml. Necesitas:
  - Dos tazas y media de harina.
  - Media taza de cacao.
  - Una taza y media de azúcar.
  - Una taza de aceite.
  - Dos tazas de leche.
  - Tres huevos.
  - Un sobre de levadura química, pesa 16 gramos.
- Echa todos los ingredientes en un bol grande.
- Mézclalos. Puedes hacerlo con una batidora o con un mezclador manual.
- Unta el molde con un poquito de aceite y llénalo con la mezcla.
- Mete el molde con la masa en el horno, colócalo sobra la rejilla a media altura.
- Hornea a 180 grados entre 30 y 35 minutos. Pon el reloj del horno para que te avise a los 30 minutos y ve si ya está o le falta un poco. Puedes pinchar con un palillo o tenedor para comprobarlo.
- Sácalo del horno.
- 🌞 Desmolda cuando ya no queme.
- Espera un poco más a que se enfríe para comértelo.

Como igual no tienes una taza como la mía, en la siguiente tabla, puedes ver los ingredientes en volumen y peso. Como los materiales tienen distintas densidades, como explica María en la última historia, aunque ocupen el mismo volumen, pesan distinto.



|          | Tazas    | Volumen | Peso  |
|----------|----------|---------|-------|
| Harina   | 2 y ½    | 375 ml  | 225 g |
| Azúcar   | 1 y ½    | 225 ml  | 211 g |
| Cacao    | 1/2      | 75 ml   | 30 g  |
| Aceite   | 1        | 150 ml  | 138 g |
| Leche    | 2        | 300 ml  | 270 g |
| 3 huevos | No caben | 195 ml  | 219 g |

Si te fijas, las cantidades de la primera columna son más fáciles de reconocer y también de medir en la cocina que las otras. Puede ocurrir que si usas otro tipo de leche o de harina pesa más o menos, por ejemplo, si la leche es desnatada o entera cambia un poco. Conseguir los pesos o volúmenes exactos no es fácil. En un bizcocho no pasa nada si pones cinco o diez gramos más o menos de algo, pero en experimentos químicos o en procedimientos industriales puede no funcionar o ser peligroso echar más de la cuenta.

Una vez que has llegado hasta aquí, ya tienes que saber qué es la ingeniería y qué tipo de cosas hacen ingenieras o ingenieros, además habrás comprobado que la tenemos muy cerca. Mientras se hornea el bizcocho puedes pensar en toda la **tecnología** que hay en la cocina:

Las batidoras funcionan con electricidad y tienen un motor que es el que hace que gire. El horno transforma electricidad en energía térmica.

El tiempo de horneado depende de la **forma** y **material** del molde, del **tamaño** del horno y por ello hay un rango en la receta. Tendrás que ir probando. Aprovecho para que conozcas a una gran matemática, **Marta Macho-Stadler**. Tiene un blog genial que se titula «Mujeres con ciencia». Ella explica cuánto importa la forma en la cocina, puedes buscar cuál es la mejor forma de cortar las patatas.

Si tu horno lo programas y se apaga solo, es porque tiene un **microcontrolador**, sí, un ordenador pequeñito.

Como has podido comprobar, la ingeniería nos rodea mucho más de lo que pensamos.

¿A que está rico el bizcocho? Es una receta adaptada, porque hacer las cosas como se han hecho siempre no nos permite disfrutar de cosas mejores. La original era el bizcocho de la tía Concha, una tía que había en mi familia, que nunca conocí ni he visto una foto suya.

Yo modifiqué la receta original, a mis hijas les gusta mucho el chocolate, a mí también, y así nos gusta más. Puedes probar a echar otros ingredientes o a decorarlo.





Y si te has quedado con ganas de saber más de ingeniería o si quieres contarnos cómo han ido los experimentos o si estaba rico el pastel, nos puedes escribir a:

Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas, AMIT-Aragón Universidad de Zaragoza. Escuela de Ingeniería y Arquitectura C/ María de Luna, 1 50018 Zaragoza (España)

Tenemos muchos correos electrónicos y WhatsApp cada día, por ello hemos pensado que nos encantará recibir tus cartas en papel.

Si tienes dudas con algún experimento, los vídeos de los mismos están disponibles en el canal «Una ingeniera en cada cole» en Youtube y en Youtube Kids.

Esperamos que hayas disfrutado con este cuento.

¡Hasta pronto!

María, Pilar, Natalia, Lola, Laura, Eva, Sandra, Isabelle, Carmen, Elena, Yolanda, Manuela, Ana, Marisa, Rosario, Raquel y María

# Explicación para personas adultas o que quieren saber el porqué de este libro

Queridas familias, queridos equipos educadores:

Este libro que está en vuestras manos es el resultado del proyecto «Una ingeniera en cada cole» de la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas de Aragón (AMIT-Aragón)¹ en este extraño año 2020 en el que no pudimos acercarnos a las escuelas a realizar nuestros encuentros con las alumnas y alumnos de primaria, tal como llevábamos haciendo desde hace veinte años.

Las mujeres profesionales que escriben estos textos son socias que participan activamente en las distintas actividades de la Asociación, pero especialmente en la más querida, la que se dedica a mostrar su pasión por su trabajo en las escuelas, a la vez que proponen actividades creativas y experimentos científicos. El fin último no es aumentar los conocimientos científicos, sino dejar un mensaje de mucho mayor calado para todos, pero especialmente a las niñas: ¡tú puedes! Los informes PISA,² que no solo comparan rendimiento académico entre países y comunidades autónomas, sino que también estudian los gustos personales y perspectivas laborales de los jóvenes de 15 años, encuentran un menor interés en las ciencias y las tecnologías en las chicas. Esto hace que haya una minoría de chicas que elijan estudios superiores en ciencias e ingeniería.³ Recientes investigaciones⁴ han demostrado que existe una brecha de género en la autopercepción de las competencias matemáticas, que indican que incluso a los 6 años las

<sup>(1) «</sup>Transformemos el mundo con la pasión por las ciencias y la tecnología: Una ingeniera en cada cole». M. Villarroya et al. Il Congreso Internacional de Innovación Educativa. Zaragoza, 21 y 22 de septiembre de 2018. <a href="https://congresoinnovacion.educa.aragon.es/">https://congresoinnovacion.educa.aragon.es/</a>

<sup>(2)</sup> PISA Programa para la evaluación internacional de los alumnos, OCDE: PISA 2016, centrado en Ciencias; The ABC of Gender Equality in Education (2015); y Teaching Strategies For Instructional Quality 2016 (2016).

<sup>(3)</sup> Why Europe's girls aren't studying STEM. Microsoft, Report 2017. <a href="http://bit.ly/2qiFT5u">http://bit.ly/2qiFT5u</a>

<sup>(4)</sup> L. Bian, S. J. Leslie y A. Cimpian, «Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests», *Science*, vol. 355, n.º 6323, pp. 389–391, 2017. <a href="https://science.sciencemag.org/content/355/6323/389">https://science.sciencemag.org/content/355/6323/389</a>

niñas ya consideran más inteligentes a sus compañeros, aunque tengan mejor rendimiento académico que ellos, y cómo eso condiciona sus decisiones futuras. También nuestros estudios propios de datos de Aragón, publicados recientemente a nivel internacional,<sup>5</sup> indican que las niñas sufren más ansiedad frente a los exámenes de Matemáticas que sus compañeros, y que el profesorado tiene dificultades en apreciar ese estrés y la menor percepción de la autoeficacia en las niñas.

En este mundo cada vez más tecnológico, por el bien de toda la sociedad, necesitamos que la ingeniería en todas sus vertientes sea hecha por equipos diversos, en particular que cuenten con mujeres y hombres.

Por todo ello, desde la Asociación nos dirigimos al alumnado de educación primaria porque queremos aportar nuestro trabajo y ser modelos referentes reales de estas profesiones alejados de los estereotipos, a la vez que intentamos transmitir la ilusión por la ciencia, la observación, el descubrimiento y las aplicaciones de la tecnología.

El libro es para nosotras una forma de difundir este mensaje a todas las escuelas de Aragón a las que no hemos podido acercarnos, a las instituciones que nos financian y a los amigos que nos apoyan. Esperamos que este cariño e ilusión sea recogido por cada niña y niño que lea nuestros cuentos, y por cada adulto que lo lea y lo comparta.



<sup>(5)</sup> N. Ayuso et al., «Gender Gap in STEM: A Cross-Sectional Study of Primary School Students' Self-Perception and Test Anxiety in Mathematics», in *IEEE Transactions on Education*, 2020 doi:10.1109/TE.2020.3004075.

## Índice de autoras

| María Villarroya Gaudó     | 8               |
|----------------------------|-----------------|
| Pilar Molina Gaudó         | 14              |
| Natalia Ayuso Escuer       | <b>20</b>       |
| Lola Mariscal Masot        | <b>26</b>       |
| Laura Ruberte Sánchez      | 32              |
| Eva Cerezo Bagdassarian    | 37              |
| Sandra Baldassarri         | 43              |
| Isabelle Hupont Torres     | <b>49</b>       |
| Carmen Mayoral Gastón      | 55              |
| Elena Fillola Mayoral      | <b>61</b>       |
| Yolanda Bravo Rodríguez    | <b>66</b>       |
| Manuela Delgado Cruz       | <mark>72</mark> |
| Ana Cristina Murillo Arnal | <b>78</b>       |
| Marisa Claver Barón        | 84              |
| Rosario Aragüés Muñoz      | 89              |
| Raquel Trillo Lado         | 96              |
| María Herrando Zapater     | 102             |

### Otras mujeres citadas en este libro

Mary Allen Wilkes, 39 Jenara Vicenta Arnal Yarza, 36 Ruth Bader Ginsburg, 5 Mary Barra, 69 Anita Borg, 80 Ada Byron, 54 Edith Clarke, 19 Joan Clarke, 45 Marie Curie, 53 María de Judea, 107 Marion Donovan, 30 Rosa Franco Rivas, 28 Ángela García de la Puerta, 36 Clara Grima, 65 Margaret Hamilton, 95 Diane Hartley, 77 Hedy Lamarr, 13 Marta Macho-Stadler, 111 Eunice Newton Foote, 58 Radia Perlmann, 23 Ángela Ruiz Robles, 101 Virginia Strazisar, 23 M.ª Josefa Yzuel, 54 María Antonia Zorraquino Zorraquino, 36

## Índice de experimentos por orden de aparición

| Experimento 1: Teléfono con vasos                              | 12         |
|--|------------|
| Experimento 2: ¿Qué es la corriente?                           | 18         |
| Experimento 3: Cómo hacer un motor homopolar                   | <b>24</b>  |
| Experimento 4: Materiales superabsorbentes                     | <b>30</b>  |
| Experimento 5: Ácido, base o neutro                            | 35         |
| Experimento 6: Representando en binario                        | 41         |
| Experimento 7: ¿Cómo guarda la información un ordenador?       | 4 <b>7</b> |
| Experimento 8: Inteligencia artificial                         | <b>52</b>  |
| Experimento 9: El aire tiene oxígeno                           | <b>59</b>  |
| Experimento 10: Las matemáticas escondidas                     | 63         |
| Experimento 11: Coche propulsado con aire                      | 70         |
| Experimento 12: Torre de espaguetis                            | <b>76</b>  |
| Experimento 13: La cámara «Pin-Hole»                           | 81         |
| Experimento 14: Los enchufes                                   | 87         |
| Experimento 15: La ingeniería aplicada a la tortilla de patata | <b>88</b>  |
| Experimento 16: De programación                                | <b>92</b>  |
| Experimento 17: Cómo editar en wikipedia                       | 100        |
| Experimento 18: El agua y el sol                               | 105        |
| El bizcocho de chocolate                                       | 108        |



Este libro se acabó de imprimir en Zaragoza el 30 de noviembre de 2020, 300 aniversario del nacimiento de María Andresa Casamayor y de la Coma, matemática y primera científica española con nombre conocido.

