



te lo cuentan las matemáticas

Te lo cuentan una **espía**,
una **astrónoma** y una **piloto**



Beatriz Álvarez Díaz
Ixchel Dzohara Gutiérrez Rodríguez
Marta Pérez Rodríguez

te lo cuentan las matemáticas

Te lo cuentan una **espía**,
una **astrónoma** y una **piloto**

Recursos

Beatriz Álvarez Díaz
Ixchel Dzohara Gutiérrez Rodríguez
Marta Pérez Rodríguez

te lo cuentan las
matemáticas

Te lo cuentan una **espía**,
una **astrónoma** y una **piloto**

Colección Recursos

Título: *Te lo cuentan las matemáticas. Te lo cuentan una espía, una astrónoma y una piloto*



Financiado por el Consello Social de la Universidade de Vigo

Universidade de Vigo

Financiado por la Universidade de Vigo a través de la Convocatoria de ayudas económicas para la divulgación de las actividades de los Grupos de Innovación Docente 2021

Primera edición: octubre de 2022

© Beatriz Álvarez Díaz, Ixchel Dzohara Gutiérrez Rodríguez, Marta Pérez Rodríguez

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S. L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
[http: www.octaedro.com](http://www.octaedro.com)
email: octaedro@octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN (papel): 978-84-19506-23-8

ISBN (pdf): 978-84-19023-25-4

Depósito legal: B 19025-2022

Ilustraciones: las autoras

Realización y producción: Octaedro Editorial

Impresión: Ulzama

Impreso en España - *Printed in Spain*

Sumario

Introducción.....	9
1. Te lo cuenta la criptografía	13
Te lo cuenta una espía.....	16
Taller manipulativo.....	16
Taller tecnológico.....	35
Te lo cuenta Ada Lovelace.....	55
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado.....	58
Fuentes bibliográficas de fácil acceso.....	60
2. Te lo cuentan las cónicas	61
Te lo cuenta una astrónoma.....	64
Taller manipulativo.....	64
Taller tecnológico.....	83
Te lo cuenta Hipatia de Alejandría.....	99
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado.....	102
Fuentes bibliográficas de fácil acceso.....	104
3. Te lo cuentan los mapas	105
Te lo cuenta una piloto.....	108
Taller manipulativo.....	108
Taller tecnológico.....	124
Te lo cuenta Maryam Mirzakhani.....	141
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado.....	145
Fuentes bibliográficas de fácil acceso.....	147
Enlaces a los recursos.....	149

Introducción

A pesar de que la sociedad reconoce la importancia de las matemáticas en el día a día y en el desarrollo de la humanidad, se constata un gran desconocimiento acerca de situaciones y contextos concretos de su uso y aplicación más allá del manejo del dinero o la medida de magnitudes. Esto viene acompañado de una percepción de las matemáticas como una disciplina compleja y de un alejamiento, desinterés e incluso rechazo hacia ellas. La comunidad científica debe participar en la divulgación de las matemáticas dando a conocer su relevancia en el mundo que nos rodea. Un canal idóneo para ello son los primeros niveles educativos, donde la educación matemática está dominada por el cálculo numérico y sus aplicaciones en transacciones monetarias, y donde las acciones de divulgación de áreas como el álgebra o la geometría son escasas.

Este libro nace con el propósito de fomentar la utilidad personal, social, científica y humanística de las matemáticas, mostrando un acercamiento diferente al área. Está dirigido a estudiantes del Grado en Educación Primaria, maestros y maestras de Educación Primaria y Educación Secundaria y al público en general interesado en la divulgación de las matemáticas. Sus contenidos se pueden usar para complementar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la última etapa de Educación Primaria y en la Educación Secundaria, desde un punto de vista científico, tecnológico, transversal, funcional, histórico y de género. Su objetivo principal es promover el gusto, la curiosidad y el interés por las matemáticas, con el fin último de generar vocaciones en edades tempranas.

Para la comprensión del mundo que nos rodea y para afrontar los desafíos a los que nos enfrentamos día a día, es esencial conocer el papel transcendental de las matemáticas en la ciencia, la tecnología y la ingeniería. Por ello, desde los primeros niveles de la educación es importante fomentar la relación entre las competencias STEM (en inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics), favoreciendo el espíritu científico con el soporte de la tecnología; y el fin último de describir, explicar o resolver situaciones, cuestiones y problemas del entorno próximo y global. En esta tarea es importante proporcionar referentes

femeninos matemáticos, resaltando desde una perspectiva histórica su contribución al desarrollo de la humanidad.

En este sentido, los procedimientos instrumentales basados en la manipulación, la acción, la tecnología o las tareas auténticas son herramientas idóneas para establecer un aprendizaje de carácter significativo, transversal y funcional en la educación matemática. Su uso favorece la autoestima, la autonomía, la reflexión y la implicación en los procesos de aprendizaje de las matemáticas; potenciando así la creatividad, la curiosidad, el interés y la motivación por aprender.

Es importante mencionar que la adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes de las matemáticas mediante el uso de estas herramientas instrumentales no debe suponer la banalización de la disciplina. Las metodologías activas y sus instrumentos deben contribuir a resaltar su valor propio, abordando su naturaleza abstracta y características únicas, como el lenguaje, el rigor y el razonamiento matemáticos. Este conocimiento profundo es fundamental para comprender y resolver problemas en distintos contextos de la vida.

Este texto es un recurso para la adquisición de saberes y procedimientos matemáticos y el fomento de su aplicación en contextos reales y en las otras disciplinas STEM. Este carácter transversal es fundamental para el logro del objetivo planteado: aumentar el interés y el gusto por las matemáticas. Mediante el uso de metodologías activas de aprendizaje se invita a experimentar las matemáticas en diferentes ámbitos, conociendo y valorando su aportación al desarrollo de la sociedad con perspectiva histórica y de género. Para ello se proponen actividades relacionadas con una temática matemática y asociadas a la celebración de fechas importantes para la investigación en matemáticas y/o el apoyo a la presencia de las mujeres en las áreas STEM:

te lo cuenta la
criptografía

te lo cuentan las
cónicas

te lo cuentan los
mapas

En cada capítulo se presentan dos talleres dedicados al tema protagonista (criptografía, cónicas y mapas), uno manipulativo y otro tecnológico, cada uno con secciones de explicación de contenidos, descripción de materiales y desarrollo de las actividades.

En los talleres se presentan situaciones de aprendizaje de matemáticas que son significativas y relevantes para el desarrollo de una profesión, en concreto espía, astrónoma y piloto. Con los talleres manipulativos se pretende fomentar el aprendizaje activo por indagación desde un punto de vista científico y a través del manejo de objetos y materiales a su disposición. Por otra parte, para afianzar y extender los saberes adquiridos de forma manipulativa, en el taller tecnológico se proponen actividades para trabajar las matemáticas a través de programas informáticos como Scratch o Geogebra. Estas actividades se plantean para realizarse en distintos tipos de agrupamientos, individuales y en grupos, con la intención de favorecer la autoconfianza, la autonomía y la cooperación en la resolución de las tareas propuestas.

Para el desarrollo de los talleres se incluyen: enlaces a diapositivas para la presentación de los contenidos, fichas para la realización de las actividades, enlaces a contenidos de Scratch y Geogebra, retos para afianzar los conceptos tratados y fichas de evaluación. El material incluido se ha utilizado con más de 700 escolares en 12 centros escolares de la provincia de Pontevedra (España), que participaron en el proyecto educativo de fomento de vocaciones matemáticas *Te lo cuentan las matemáticas* con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Ciencia e Innovación (curso 2020/21) y el Consello Social de la Universidade de Vigo (cursos 2020/21 y 2021/22).

Al final del capítulo se incluye una breve reseña bibliográfica de una matemática cuya labor científica ha sido relevante en el campo matemático relacionado con el tema presentado. En concreto, se pretende dar a conocer las figuras de las matemáticas Hipatia de Alejandría, Ada Lovelace y Maryam Mirzakhani con la intención de dotar de referentes femeninos al público objetivo. Además, se presentan una serie de recursos didácticos (libros, cuentos, películas...) que pueden utilizarse para realizar un acercamiento a estas figuras y su obra, así como fuentes bibliográficas de fácil acceso para profundizar en su relevancia.

te lo cuenta la
criptografía



La primera parte de esta propuesta recibe el nombre de *Te lo cuenta la criptografía* y está diseñada para realizarse en torno al segundo martes de octubre, día en el que se celebra el Día Internacional de Ada Lovelace.

En este capítulo se proponen dos acciones: *Te lo cuenta una espía*, formada por dos talleres diferenciados (uno manipulativo y otro tecnológico), y *Te lo cuenta Ada Lovelace*, donde se relata la vida científica y personal de Ada Lovelace.

En la siguiente tabla se describen la estructura, los contenidos y los objetivos de esta primera parte:

Tabla 1. Organización de los talleres *Te lo cuenta la criptografía*

<i>Te lo cuenta la criptografía</i>			
DÍA INTERNACIONAL DE ADA LOVELACE			
Nombre acción	Tipo acción	Contenidos	Objetivos
<i>Te lo cuenta una espía</i>	Taller manipulativo	Transmisión de mensajes: cifrado César y cifrados de sustitución. Aplicaciones: espionaje.	Utilizar métodos de cifrado para la emisión de mensajes secretos. Identificar los roles involucrados en la comunicación cifrada.
	Taller tecnológico	Los algoritmos. Aplicación: cifrado y descifrado de mensajes.	Comprender el proceso de diseño de algoritmos. Crear algoritmos sencillos de cifrado y descifrado con Scratch.
<i>Te lo cuenta Ada Lovelace</i>	Reseña bibliográfica	Historia personal y científica de Ada Lovelace.	Conocer figuras matemáticas vinculadas a los algoritmos. Difundir la investigación matemática de estos referentes.

Te lo cuenta una espía

Objetivos

En el taller manipulativo asociado a *Te lo cuenta una espía* se pretende que el alumnado comprenda la implicación de las matemáticas en el cifrado y descifrado de mensajes. Más concretamente, en el taller llevarán a cabo el cifrado y descifrado del César en primera persona, protagonizando personalmente los roles implicados en una comunicación cifrada: emisor, interceptor y receptor.

En el taller tecnológico se abordará el concepto de algoritmo, desarrollando algoritmos concretos para el cifrado y descifrado de mensajes en Scratch. De este modo se pretende que los participantes afiancen los conceptos del taller manipulativo, comprendan la importancia de las matemáticas en el mundo tecnológico que nos rodea y se conviertan en programadores por un día.

Taller manipulativo

En este taller aprenderemos a:

- ▶ Cifrar y descifrar mensajes con el cifrado César.
- ▶ Emplear métodos deductivos para averiguar el sistema de cifrado utilizado en un mensaje.
- ▶ Construir una máquina de cifrado y descifrado.
- ▶ Identificar los protagonistas de una comunicación cifrada.
- ▶ Comprender el papel de la clave en la comunicación cifrada.
- ▶ Crear distintos cifrados de sustitución con distintas claves.
- ▶ Cifrar y descifrar con distintos sistemas de sustitución.
- ▶ Hallar la clave del cifrado de sustitución conociendo parte del mensaje original.
- ▶ Comprender la implicación de las matemáticas en comunicaciones secretas.

Contenidos (para el profesorado)

La criptografía y el criptoanálisis

El taller manipulativo *Te lo cuenta una espía* se centrará en la **criptografía**, la ciencia que estudia las técnicas de cifrado de mensajes con la finalidad de hacerlos solamente comprensibles para los receptores autorizados. Históricamente, en contraposición a la criptografía nace el **criptoanálisis**, que es la ciencia que estudia los cifrados con el objetivo de romper su seguridad, permitiendo que los mensajes puedan ser descifrados por receptores no autorizados.

El cifrado César

Uno de los primeros sistemas de cifrado conocidos en la historia es el **cifrado César**. Recibe su nombre del emperador Julio César (I a.C.), quien observaba cómo sus mensajeros eran interceptados constantemente por sus enemigos para descubrir las instrucciones militares que enviaba a sus ejércitos y así obtener ventaja en las batallas.

Para evitarlo, el emperador decidió enviar a sus soldados mensajes cifrados, de forma que solamente las personas destinatarias de esos mensajes fuesen capaces de entenderlos. Aunque cualquier otra persona interceptara al mensajero, el contenido de la carta no tendría sentido aparentemente.

El sistema utilizado por el César funcionaba de la siguiente manera: consistía en sustituir cada letra del mensaje original por la que está situada 3 posiciones más adelante en el abecedario. De esta forma la A sería sustituida por la D, la B por la E... y así sucesivamente.

Por ejemplo, la palabra «SOLDADO» se cifraría de la siguiente forma:

	S	O	L	D	A	D	O
Cifrado	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	V	R	Ñ	G	D	G	R

Figura 1. Cifrado de César de la palabra «SOLDADO», utilizando clave 3

De esta forma, si el mensaje era interceptado por un enemigo la única información que este recibiría sería «VRÑGDGR».

Ayudándose de la tabla 2, para cifrar un mensaje bastaría con buscar las letras en la primera fila y sustituirlas por las que están inmediatamente debajo en la segunda fila.

Tabla 2. Correspondencia del alfabeto desplazando tres puestos cada letra

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

Cuando el receptor recibía el mensaje, como conocía este desplazamiento de 3 letras, le bastaba con sustituir cada letra por la que se encontraba 3 puestos antes en el abecedario. Utilizando de nuevo la tabla, sería pasar de la fila inferior a la superior. Recuperando el ejemplo anterior, el proceso de descifrado sería:

Figura 2. Descifrado de la palabra «VRÑGDGR» con cifrado César

	V	R	Ñ	G	D	G	R
Decifrado	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	S	O	L	D	A	D	O

Los cifrados de sustitución

El cifrado utilizado por el emperador Julio César es el primer cifrado de sustitución que se conoce. Como su propio nombre indica, los **cifrados de sustitución** son aquellos en los que los mensajes se dividen en unidades más pequeñas, que pueden ser letras (lo más habitual) o grupos de letras, y se sustituyen por otras unidades siguiendo un patrón conocido por el emisor y el receptor. Este patrón es el que permite realizar el proceso de cifrado y también el de descifrado, y es importante que sea:

- ▶ sencillo de utilizar: ya que los mensajes tienen que poder cifrarse y descifrarse rápidamente;
- ▶ fácil de transmitir: si para transmitir el patrón necesitamos enviar otro mensaje, este puede ser interceptado por el enemigo dándole la posibilidad de descifrar también los mensajes, aun no siendo en un principio una persona autorizada.

Por estas razones, los sistemas de cifrado suelen utilizar una clave. En cualquier sistema de cifrado se denomina **clave** a cierta información (puede ser una palabra, un número...), que es conocida *a priori* solamente por el emisor y el receptor, ya que permite cifrar y descifrar cualquier mensaje. Concretamente, en el cifrado César, la clave sería el número 3, es decir, el número que indica el desplazamiento del alfabeto utilizado. Solamente con esta información, en este caso un número, ambos protagonistas pueden llevar a cabo la comunicación cifrada.

Cambiando esta clave por cualquier otro número del 1 al 26, ya que nuestro abecedario tiene 27 letras, obtenemos otro cifrado de sustitución distinto. Este será diferente al del César y tendrá por clave el número de letras que debemos desplazar en el alfabeto. Por ejemplo, si escogemos como clave el 5, el cifrado de la palabra «SOLDADO» sería el siguiente:

Figura 3. Cifrado de la palabra «SOLDADO», utilizando clave 5

S	O	L	D	A	D	O
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
X	T	P	I	F	I	T

El mensaje cifrado sería «XTPIFIT», que vemos que difiere del cifrado con clave César (figura 1), por lo que da lugar a otro sistema de cifrado de sustitución.

Muchos siglos después del nacimiento de este primer cifrado de sustitución, en 1466, Leon Battista Alberti publicó en su tratado *De Cifris* el primer sistema de cifrado de sustitución polialfabético que se conoce. Un **cifrado de sustitución polialfabético** es aquel en el que no hay una correspondencia unívoca letra a letra, es decir, una misma letra en dos posiciones diferentes puede dar lugar a dos letras distintas en el mensaje cifrado. Este tipo de cifrado proporciona una mayor seguridad que el precedente, el de César.

Además, en dicha obra se describe un artilugio que permite cifrar y descifrar con ese nuevo método: el conocido como disco de Alberti. Esta máquina de cifrado consistía en dos discos ensamblados que giran uno sobre otro y el cifrado y descifrado propuestos requerían realizar varios giros en el proceso. Obsérvese que estos discos incluyen caracteres, como números o símbolos, ajenos al abecedario.

Figura 4. Disco de Alberti

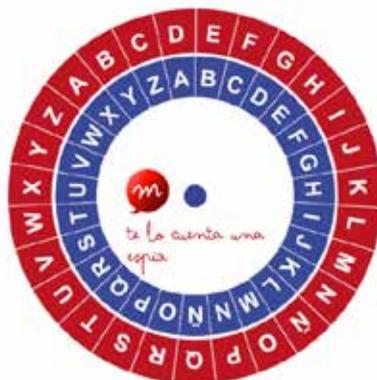


Nota. Tomada de *Disco de Alberti* [Imagen], 2021, Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Cifrado_de_Alberti).

Si simplificamos esta máquina y colocamos un alfabeto completo en cada uno de los discos, podremos escoger una correspondencia entre el alfabeto del disco externo y del interno para llevar a cabo el cifrado César. Estos discos harían el papel de la tabla de correspondencias (tabla 2), pero en este caso bastará con ajustar la letra con la que cifraremos la A para obtener directamente la correspondencia del resto del alfabeto.

En la siguiente figura vemos cómo deberíamos colocar los discos para el cifrado César, haciendo coincidir la A azul del disco interior con la D roja del disco exterior.

Figura 5. Posición de los discos para el cifrado y descifrado de sustitución de clave 3



Las ventajas de utilizar este objeto que acabamos de diseñar es que nos permitirá, por un lado, trabajar más rápidamente y, por otro, cifrar y

descifrar mediante cualquier desplazamiento del alfabeto, no solamente para el de 3 posiciones.

Material

Para este taller necesitaremos:

- ▶ Material escolar básico (bolígrafos azul y rojo).
- ▶ Dos discos (uno de color rojo y otro azul) con los alfabetos, que se pueden encontrar en [enlace 1](#).
- ▶ Un encuadernador o chincheta abierta (figura 6).
- ▶ La ficha «Comunicación cifrada», disponible en [enlace 2](#) (figura 7).

Figura 6. Material específico del taller manipulativo Te lo cuentan una espía



Temporización y secuenciación

Las actividades están pensadas para una duración aproximada de hora y media. En este caso, la sesión estará dividida en cuatro partes diferenciadas:

- ▶ Primera parte: el origen de la clave César
- ▶ Segunda parte: ejemplo de cifrado y descifrado
- ▶ Tercera parte: construcción de la máquina de cifrado y juego de roles
- ▶ Cuarta parte: para profundizar en los cifrados de sustitución

Si desea más información
o adquirir el libro
diríjase a:

www.octaedro.com

Índice

Introducción.....	9
1. Te lo cuenta la criptografía	13
Te lo cuenta una espía.....	16
Objetivos.....	16
Taller manipulativo.....	16
Contenidos (para el profesorado).....	17
La criptografía y el criptoanálisis.....	17
El cifrado César.....	17
Los cifrados de sustitución.....	18
Material.....	21
Temporización y secuenciación	21
Desarrollo de la sesión.....	23
Primera parte: el origen de la clave César.....	23
Segunda parte: ejemplo de cifrado y descifrado.....	25
Tercera parte: construcción de la máquina de cifrado y juego de roles.....	27
Cuarta parte: para profundizar en los cifrados de sustitución.....	31
Reto propuesto: en busca de la clave.....	32
Para la evaluación	33
Taller tecnológico.....	35
Contenidos (para el profesorado).....	35
Los algoritmos y su diseño.....	35
Uso de los algoritmos.....	37
Algoritmos para el cifrado de mensajes.....	37
Actividades previas.....	39
Material.....	40
Temporización y secuenciación	40
Desarrollo de la sesión.....	40
Primera parte: primeros pasos con Scratch.....	40
Segunda parte: diseño de un algoritmo de cifrado César... ..	45
Tercera parte: algoritmo completo del cifrado César.....	50
Reto propuesto: mensaje de Julio César.....	51

Para la evaluación	52
Te lo cuenta Ada Lovelace	55
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado	58
Fuentes bibliográficas de fácil acceso	60
2. Te lo cuentan las cónicas	61
Te lo cuenta una astrónoma	64
Taller manipulativo	64
Contenidos (para el profesorado)	65
Las cónicas	65
La geometría de las órbitas de los planetas	67
Material	69
Temporización y secuenciación	70
Desarrollo de la sesión	71
Primera parte: las órbitas circulares	71
Segunda parte: las órbitas elípticas	72
Tercera parte: la estrella oculta en el foco	74
Cuarta parte: las cónicas	76
Reto propuesto: en busca de las cónicas ocultas	79
Para la evaluación	80
Taller tecnológico	83
Contenidos (para el profesorado)	83
La órbita terrestre	83
Satélites artificiales	84
Excentricidad	85
Actividades previas	86
Material	87
Temporización y secuenciación	88
Desarrollo de la sesión	88
Primera parte: la órbita terrestre	88
Segunda parte: lanzamiento de un satélite	90
Tercera parte: excentricidad	92
Reto propuesto: ¿quién es quién?	94
Para la evaluación	95
Te lo cuenta Hipatia de Alejandría	99
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado	102
Fuentes bibliográficas de fácil acceso	104

3. Te lo cuentan los mapas	105
Te lo cuenta una piloto	108
Taller manipulativo.....	108
Contenidos (para el profesorado).....	109
Distintas representaciones del planeta Tierra	109
El mapa perfecto no existe	110
Material.....	112
Temporización y secuenciación	114
Desarrollo de la sesión.....	114
Primera parte: diseño del camino más corto en el mapa....	114
Segunda parte: comparación del mapa y el globo.....	115
Tercera parte: los mapas nos engañan.....	116
Cuarta parte: diseño del camino más corto en el globo terráqueo.....	118
Reto propuesto: el mapa adecuado.....	120
Para la evaluación	121
Taller tecnológico.....	124
Contenidos (para el profesorado).....	124
Coordenadas geográficas.....	124
El camino más corto	127
Material.....	129
Temporización y secuenciación	129
Desarrollo de la sesión.....	129
Primera parte: coordenadas geográficas	129
Segunda parte: geodésicas, el camino más corto.....	131
Tercera parte: los mapas nos engañan.....	133
Comparación de caminos en el mapa de Mercator y el globo.....	134
Reto propuesto: en busca de las antípodas	135
Para la evaluación	138
Te lo cuenta Maryam Mirzakhani.....	141
Recursos didácticos para trabajar con el alumnado	145
Fuentes bibliográficas de fácil acceso.....	147
Enlaces a los recursos.....	149
Te lo cuenta la criptografía.....	149
Te lo cuentan las cónicas.....	150
Te lo cuentan los mapas.....	150

Te lo cuentan las matemáticas es una obra dedicada a la divulgación de las matemáticas en la última etapa de Educación Primaria y los primeros años de Educación Secundaria. Con ella se pretende fomentar la utilidad social y económica de las matemáticas desde un punto de vista científico y funcional, promoviendo el gusto e interés por ellas, con el fin último de generar vocaciones matemáticas, en especial entre las niñas.

Los logros científicos de tres mujeres matemáticas y las aplicaciones de las matemáticas en la comunicación cifrada, la descripción del movimiento de los astros y las rutas de los aviones son el punto de partida para el desarrollo de contenidos y actividades relacionadas con: criptografía (*Te lo cuenta una espía*), cónicas (*Te lo cuenta una astrónoma*) y mapas (*Te lo cuenta una piloto*). En el libro se incluyen talleres con recursos manipulativos y tecnológicos, con acceso a presentaciones y fichas para realizarlos. Además se presentan breves biografías de Ada Lovelace, Hipatia de Alejandría y Maryam Mirzakhani que se completan con información sobre recursos didácticos para profundizar en el estudio de su figura.

Beatriz Álvarez Díaz es investigadora en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Santiago de Compostela, en el área de Geometría Algebraica. A su vez, forma parte de diversos proyectos de divulgación de las matemáticas orientados a distintas edades y etapas educativas, enfocados tanto hacia el sistema educativo como a otros sectores de la sociedad.

Ixchel Dzohara Gutiérrez Rodríguez es profesora Ayudante Doctora en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Vigo, integrando su investigación la Geometría Riemanniana y la didáctica de las matemáticas. Es lectora de la Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas del CIMAT (Centro de Investigación en Matemáticas) en México.

Marta Pérez Rodríguez es profesora Titular en Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de Vigo, coordinando el grupo de innovación docente MaReMa (Materiales y Recursos en Matemáticas). Además de su actividad como investigadora en el área de Geometría Algebraica, es investigadora principal de proyectos de divulgación e innovación docente relacionados con las vocaciones matemáticas y la metodología Aprendizaje y Servicio.

Las tres autoras pertenecen al grupo de innovación docente MaReMa de la Universidad de Vigo y son miembros de CITMAga (Centro de Investigación y Tecnología Matemática de Galicia).