

Orisangakus

Desafíos matemáticos con papiroflexia

María Belén Garrido Garrido

Prólogo de Fernando Blasco

b
i
b
l
i
o
t
e
c
a
ESTÍMULOS MATEMÁTICOS



*Real
Sociedad
Matemática
Española*



Orisangakus

Desafíos matemáticos con papiroflexia

María Belén Garrido Garrido

Prólogo de Fernando Blasco

b
i
b
l
i
o
t
e
c
a
ESTÍMULOS MATEMÁTICOS



*Real
Sociedad
Matemática
Española*



Dirección del proyecto: Adolfo Sillóniz

Diseño: Dirección de Arte Corporativa de SM

Edición: Fernando Barbero

Ilustraciones: María Belén Garrido Garrido y Rubén Garrido Garrido

Corrección: Fátima Aranzábal

© Real Sociedad Matemática Española y Ediciones SM

Autora: María Belén Garrido Garrido

Revisión científica: Fernando Barbero y Emilio Fernández Moral

Responsable de la Real Sociedad Matemática Española de la colección: María Moreno Warleta

Comisión de la Real Sociedad Matemática Española:

Bartolomé Barceló Taberner
Universidad Autónoma de Madrid

Guillermo Curbera Costello
Universidad de Sevilla

Emilio Fernández Moral
IES Sagasta, Logroño

Joaquín Hernández Gómez
IES San Juan Bautista, Madrid

María Moreno Warleta
IES Alameda de Osuna, Madrid

Juan Núñez Valdés
Universidad de Sevilla

Victoria Otero Espinar
Universidad de Santiago

Encarnación Reyes Iglesias
Universidad de Valladolid

ISBN: 978-84-675-8288-8

Depósito legal: M-17491-2015

Impreso en España / *Printed in Spain*

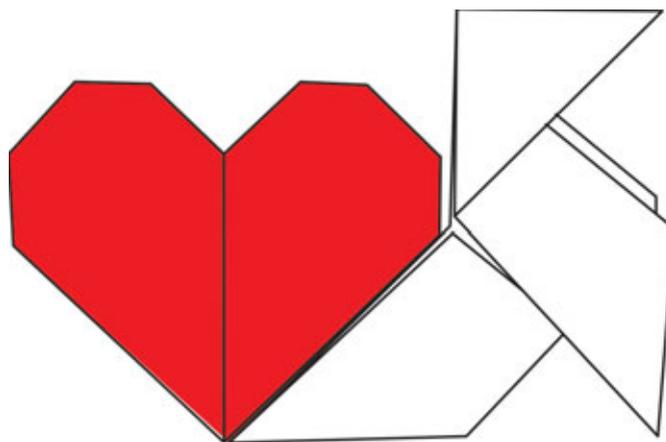
Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear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

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	7
PRÓLOGO	9
INTRODUCCIÓN.....	15
SÍMBOLOS	17
ORISANGAKUS.....	18
1. AVE ACUÁTICA. TRADICIONAL.....	19
2. DOS BARCOS DE VELA. TRADICIONAL	21
3. AVIÓN. TRADICIONAL	23
4. ESCUADRA Y CARTABÓN. BELÉN GARRIDO.....	25
5. PÁJARO ALETEADOR. TRADICIONAL	27
6. VASO DE PAPEL Y PUZLE. TRADICIONAL	29
7. PAJARITA. TRADICIONAL	31
8. LUCHADOR DE SUMO. TRADICIONAL	33
9. DIVISIONES DEL PAPEL EN 3 Y 5 PARTES. TRADICIONAL.....	35
10. RECTÁNGULOS FAMOSOS. TRADICIONAL.....	37
11. CUADRADOS Y TRIÁNGULO EQUILÁTERO. TRADICIONAL	39
12. PUZLES, CUADRADOS Y RECTÁNGULOS. TRADICIONAL	41
13. HEXÁGONOS Y PENTÁGONOS. BELÉN GARRIDO	43
14. POLÍGONOS MODULARES. BELÉN GARRIDO.....	45
15. ESTRELLA PENTAGONAL. TRADICIONAL.....	47
16. POSAVASOS. FRANCIS OW.....	49
17. SOBRE HEXAGONAL. FRANCIS OW.....	51
18. SOBRE PENTAGONAL. HUMIAKI HUZITA.....	53
19. TATO JAPONÉS. TRADICIONAL.....	55
20. TANGRAM. LUIS FERNÁNDEZ	57
21. PUZLE TEOREMA DE PITÁGORAS. BELÉN GARRIDO.....	59
22. TESELADO DE EL CAIRO. BELÉN GARRIDO	61
23. TESELADO ESCHERIANO DE PECES. NICK ROBINSON	63
24. TESELADO DE PENROSE. BELÉN GARRIDO	65
25. LA PIRÁMIDE DE KEOPS. BELÉN GARRIDO	67
26. CAJITAS JAPONESAS. TRADICIONAL	69
27. CAJA TETRAEDRO TRUNCADO. BELÉN GARRIDO.....	71
28. CAJA AUTOCERRABLE. CARMEN SPRUNG	73

29. <i>RECIPIENTE PIRAMIDAL.</i> TRADICIONAL.....	75
30. <i>CUENCO OCTOGONAL.</i> NICK ROBINSON.....	77
31. <i>ESTRELLA DE LA SUERTE.</i> TRADICIONAL.....	79
32. <i>CARACOLA.</i> JUN MAEKAWA.....	81
33. <i>ESPIRAL DE TEODORO.</i> ERNST BLÄUENSTEIN.....	83
34. <i>TETRAEDRO.</i> BELÉN GARRIDO.....	85
35. <i>CUBO.</i> BELÉN GARRIDO.....	87
36. <i>DODECAEDRO.</i> SILVANA MAMINO.....	89
37. <i>CUBO Y ROMBODODECAEDRO.</i> BELÉN GARRIDO.....	91
38. <i>POLIEDROS. TÉCNICA SNAPOLOGY.</i> HEINZ STROBL.....	93
39. <i>CÁPSIDA DE VIRUS.</i> BELÉN GARRIDO.....	95
40. <i>PAJARITAS ÁUREAS.</i> TRADICIONAL.....	97
SOLUCIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	142
SOBRE LA AUTORA.....	144

Agradecimientos



Siempre he tenido la ilusión de escribir un libro de papiroflexia y por fin aquí está.

Orisangakus. Desafíos matemáticos con papiroflexia une dos de mis intereses: la papiroflexia y la geometría.

Varias de las construcciones del libro son tradicionales y de autor desconocido, otras son originales mías y el resto son de distintos autores, lo que se indica en cada caso y también en el índice.

Agradezco a estos autores el haberme permitido publicar sus figuras en este libro.

También agradezco a Vicente Palacios su amistad y su desinteresada ayuda a lo largo de más de treinta años para mantener en mí la afición por la papiroflexia.

No olvido a Teresa Montañés por su inestimable ayuda en la revisión del manuscrito. Y, por último, aquí no pueden faltar los agradecimientos a mi madre, ya que gracias a ella disfruto de la papiroflexia desde los seis años, y, por supuesto, a mi hermano Rubén Garrido, el dibujante de las imágenes artísticas que han aportado a este trabajo una chispa de su genialidad.

Prólogo

De una hoja a una figura

Construir un objeto con nuestras propias manos es algo a lo que no estamos acostumbrados, pero que produce una gran satisfacción.

Este libro es un libro para leer pero también para tocar. Vas a tener que buscar un atril o poner peso sobre él para que no se cierren sus páginas porque, además de leerlo, necesitarás ver las figuras con las que está ilustrado. Tampoco vas a poder sujetarlo, puesto que tendrás las manos ocupadas. Necesitarás papel, no para hacer anotaciones o resúmenes de lo que se dice en el libro sino para dar forma a las construcciones que aparecen en él.

No es necesario que lo leas por completo, ni que sigas estrictamente el orden de cada capítulo (aunque sí conviene empezar por el principio, porque ahí están las figuras más sencillas). Pero, una vez elegido el modelo que quieres realizar, sí que va a ser necesario que sigas los pasos indicados con orden y precisión matemáticas.

La papiroflexia nos proporciona un modo divertido de acercarnos al rigor y al orden, a los elementos ideales y a hacer las cosas con detalle para que todo encaje. Aprenderemos también que la constancia es importante, no todo puede salir a la primera. Y que practicar es fundamental, tanto para plegar papel como para resolver problemas. En el fondo, lo realmente importante es crear un hábito de trabajo y no desesperarnos cuando las cosas no salen como deseábamos que fueran. Haciendo papiroflexia, aprenderemos matemáticas y obtendremos también otras competencias y habilidades.

Es bien conocido que al doblar una hoja de papel lo primero que producimos es una línea recta. Para conseguirla no hemos necesitado una regla, sino que lo hemos hecho con nuestras propias manos. Esta actividad, hacer cosas con las manos, nos produce felicidad, puesto que nos sentimos capaces de crear algo. Además, los

ejercicios manuales se recomiendan para ralentizar los síntomas de algunas enfermedades degenerativas. Plegar papel (también hacer puzles o punto de cruz) es un estupendo ejercicio para nuestro cerebro. ¡Y además es divertido!

Imaginemos que tenemos una hoja de papel y supongamos que queremos partirla en dos trozos iguales con las manos, sin tijeras ni *cutters* ni otro elemento. ¿Qué haríamos? Probablemente, la plegaríamos haciendo coincidir las esquinas, marcaríamos fuertemente el doblez con las uñas, y de ese modo podríamos cortarla con las manos. Así, si hemos elegido plegar por el más largo de los lados, estaríamos pasando de una hoja de tamaño A4 a una A5 o del tamaño A5 al A6. Por el camino, podríamos haber hablado de potencias o incluso de la raíz de 2, relacionada con las áreas de estos formatos de papel.

Las matemáticas aparecen de modo natural en el plegado. Si hubiésemos elegido plegar por el lado más corto de la hoja y rompiésemos después, obtendríamos 2 tiras de 10,5 cm x 29,7 cm. Si rompiéramos cada una de esas de nuevo longitudinalmente obtendríamos 4 tiras de, aproximadamente, 5 cm x 29,7 cm. Este ejercicio lo hago con estudiantes de primaria para construir cintas de Moebius. ¡No están acostumbrados a cortar con las manos!

Con este simple ejercicio de plegado hemos hecho geometría. Recordemos que el término *geometría* viene a significar «medida de la tierra» y en el ejemplo que acabamos de presentar, uno de los más sencillos que pueden presentarse, lo que estábamos haciendo era medir, ya que rompíamos el rectángulo hoja de papel en dos rectángulos con las mismas dimensiones. Y sin necesidad de regla, cartabón ni unidades de medida.

Esas son las *medidas indirectas*, que resultan muy útiles, pero no suelen aparecer explícitamente en los programas de las asignaturas. A pesar de que la medida por comparación será la que más utilicemos posteriormente: sabemos si una persona es más alta que otra comparándolas. También sabemos si un lugar está más cerca o más lejos que otro, comparando distancias percibidas. Normalmente no vamos a medir con exactitud la distancia entre dos lugares ni la altura de dos personas.

Plegando papel podemos construir polígonos regulares. ¿Cómo podemos obtener un triángulo equilátero a partir de una hoja rectangular A4? No parece que la respuesta sea muy sencilla, pero sí que es posible. No obstante, el simple hecho de plantear esta pregunta nos conduce a pensar en ángulos: en el triángulo aparecerán ángulos de 60° , mientras que los de la hoja de papel son de 90° . ¿Nos veremos obligados a tener que trisecar un ángulo? Sabemos que con regla y compás no podemos conseguirlo, pero plegando papel sí que vamos a ser capaces de hacerlo. Pero... ¿de qué modo? Está claro que lo que vamos a necesitar en todo momento es creatividad y enfrentarnos a un nuevo modo de trabajo.

Si nos quedamos en el terreno de las construcciones geométricas, podemos aumentar la complejidad de las mismas pasando del plano al espacio: construyendo polie-

dros en vez de polígonos. En este libro algunos de estos cuerpos se construirán por plegado simple, pero otros serán ejemplos de *papiroflexia modular*, en la que las estructuras se montan a partir de unos cuantos (a veces bastantes, o incluso demasiados) módulos iguales.

La papiroflexia es lo que tiene: hay figuras que se pueden construir de una manera muy sencilla pero hay otras que encierran una enorme complejidad. Esas figuras “para expertos” no son objeto de este libro, pero son auténticos retos y también encierran muchas matemáticas. De hecho, el arte de la papiroflexia está avanzando en los últimos tiempos desde que se ha introducido el uso de ordenadores en el análisis y diseño del plegado que se ha de hacer en una hoja de papel para obtener figuras increíbles.

Con papiroflexia podemos trabajar conceptos como simetrías, giros y traslaciones. También permite ilustrar la demostración de algunos teoremas fundamentales de la geometría, como el de Pitágoras. O verificar relaciones geométricas: con papiroflexia podemos constatar que la suma de los ángulos de un triángulo es de 180° . Y también tendremos que utilizar, en ocasiones, las relaciones de semejanza que nos proporciona el teorema de Thales.

En definitiva, la papiroflexia nos proporciona un sinfín de ejemplos motivadores y un método que nos permite explorar relaciones geométricas de un modo ameno. Aunque plegando papel no vamos a ser capaces, en general, de obtener pruebas matemáticas válidas (bueno, sí, podemos probar que en ese ejemplo concreto que hemos construido se cumple la propiedad que buscamos), sí que obtendremos ejemplos tangibles que nos permitirán desarrollar ideas abstractas, lo cual es muy necesario.

La papiroflexia, y ahora nos salimos del ámbito de las matemáticas, tiene otras virtudes: el movimiento manual necesario para hacer un plegado estimula más áreas cerebrales que el simple trazado de líneas con una regla en un papel. Además, mientras estamos plegando también tenemos que plantearnos la mejor manera para sujetar nuestro objeto sin que se rompa o deteriore, y así entenderemos lo que es la precisión matemática. Si estamos plegando un cuadrado de papel a lo largo de sus diagonales veremos que tiene que quedar perfecto (y en el transcurso de esa operación nos enfadaremos con los fabricantes de papel, que nos venden como cuadrados otros cuadriláteros distintos). Esa precisión es necesaria para que unas piezas encajen con las otras perfectamente y no se produzcan defectos ni excesos.

En algún momento de nuestra vida todos hemos hecho un sombrero, un barquito, una pajarita o un avión de papel. Además, seguro que nos hemos quedado con ganas de hacer estructuras más complejas y bonitas. Ahí reconocemos triángulos y rectángulos y si, una vez hecho un sombrero, desplegamos la hoja de papel que hemos utilizado, veremos todas las líneas por donde hemos ido plegando. En ese momento podemos pensar en el proceso de doblar y desdoblar que nos ha llevado a esa construcción. Ahí nos aparecerán muchas relaciones geométricas, fundamentalmente de simetría. Nos aparecerán distintos polígonos y podremos preguntarnos cosas sobre ellos.

Esa es una de las particularidades de este libro: cada figura de papiroflexia viene acompañada de una cuestión matemática, relacionada con el modelo que se acaba de construir.

La papiroflexia tiene aplicaciones en la vida diaria, en la ciencia y en la tecnología. Además de los plegados que aparecen en muchos libros infantiles, se utilizan ideas de papiroflexia en los satélites espaciales: interesa que cuando el satélite está acoplado al cohete que lo va a poner en órbita ciertas partes del mismo estén plegadas, pero que cuando ya esté circulando se abran. Eso se logra, con otros materiales, pero con construcciones similares a las que aparecen en este libro. Las técnicas empleadas para hacer modelos de origami también se emplean en arquitectura y en el diseño de moda: hay trajes hechos a partir de módulos de papiroflexia.

Hay matemáticos de primera línea que investigan y publican sobre el plegado de papel. Otros hacen construcciones que son auténticas obras de arte. También los modelos de papiroflexia se pueden utilizar en otras disciplinas: podemos ilustrar la doble hélice del DNA plegando papel. Es mucho mejor que usar simplemente una foto y, además, se puede trabajar de modo cooperativo construyendo los módulos entre diferentes personas. También podemos plegar otras estructuras, como una pelota de fútbol (icosaedro truncado para los matemáticos, fullerenos para los químicos o los arquitectos y futbolero para muchos aficionados al deporte). El papel es relativamente barato y con él se pueden hacer modelos de bajo coste.

En el título de este libro también aparece el término *sangaku*. Un *sangaku* es una tablilla de madera que contiene problemas geométricos. Estas tablillas se colgaban en los templos japoneses como ofrendas a los dioses. Del mismo modo, el arte del origami también tiene su inicio y desarrollo en Japón. Así que este título junta dos palabras de origen japonés para poder describir perfectamente el contenido del libro: por una parte aprenderemos a construir figuras por medio del origami y por otra nos plantearemos problemas geométricos, similares a los que aparecían en las tablillas de los templos.

Obviamente los problemas se restringirán a cuestiones sobre polígonos y poliedros, sin tratar problemas relativos a círculos y circunferencias, que sí aparecen en los *sangakus* reales. Así que... el extraño título de este libro es en realidad un juego de palabras que nos incita a jugar y descubrir.

Y, ya que hemos hablado del libro, ahora toca hablar sobre su autora. Belén Garrido es una polifacética profesora. No recuerdo hace cuántos años nos hemos conocido, pero sí recuerdo que ha sido en alguna Feria de Ciencia o en alguna edición de Ciencia en Acción. Cada vez que la veo tiene un nuevo proyecto. Es incansable. Si entramos en su página web podemos ver toda la actividad que ha desarrollado en el ámbito educativo. Centrándonos en los trabajos que más tienen que ver con la papi-

roflexia, podemos referirnos a sus trabajos sobre *papiromoléculas*¹, en los que describe cómo realizar diferentes moléculas plegando papel y cómo las utiliza en sus clases de química.

Es importante conocer el contexto en el que se realiza este libro. Aunque *Orisangakus* plantea fundamentalmente construcciones matemáticas, los apartados de ampliación de información que existen al final de la descripción de cada figura nos van a ayudar a afianzar la relación de las matemáticas con otras disciplinas, mostrando que no son una ciencia aislada, sino que nos encamina hacia una tarea y un conocimiento multidisciplinares. Y digo bien, ya que Belén también ha colaborado con el portal Divulgamat, centro de divulgación de las matemáticas de la Real Sociedad Matemática Española, en la sección de papiroflexia y matemáticas.

Belén y yo compartimos otra afición: la magia. Y sus progresos en magia son mayores que los míos en papiroflexia. Quiero comentar esto porque me sorprendieron mucho los estuches que hace para guardar las barajas. Normalmente las barajas se nos deterioran (eso de llevarlas siempre en el bolsillo del pantalón hace que el cartón del estuche sufra bastante). Pues Belén lo ha resuelto. No con técnicas de origami, porque ha tenido que cortar, no únicamente plegar, pero sí creo que ha influido su experiencia.

A lo que me refiero es a que ha construido (con las dimensiones adecuadas, como no podía ser de otra manera) estuches para las barajas ¡que no se deterioran! Claro, la clave es el material que se utiliza para hacer el estuche (bueno... y la habilidad para construirlo). Ese material no es caro, y además contribuye a fomentar el reciclaje, puesto que con lo que hace las fundas para las barajas de cartas es sencillamente con cartones de leche vacíos.

En definitiva, el libro que estás a punto de leer es un libro que disfrutarás. Por el camino aprenderás matemáticas y a hacer figuras de papiroflexia y, además, te divertirás. ¿Se puede pedir más? ...pues nada, busca una hoja de papel y prepárate, ¡comienza el espectáculo!

Fernando Blasco

Profesor de Matemática Aplicada
en la Universidad Politécnica de Madrid.

1 *Papiromoléculas: modelos moleculares de papiroflexia para estudio de la geometría molecular* en el libro "Aprendizaje Activo de la Física y la Química". Páginas 27-24. Varios autores. Equipo Sirius, 2007. (<http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Libro.htm>).

Introducción

En los templos sintoístas y budistas de Japón, durante el período Edo (1603-1867), podían observarse, suspendidas en los aleros de los tejados, multitud de ofrendas que los fieles hacían en papel o en tablillas de madera. Entre estas tablillas había algunas con figuras geométricas dibujadas en vivos colores que planteaban fascinantes problemas geométricos. Eran *sangaku*, término que literalmente quería decir “tablilla matemática”. En la actualidad se han llegado a recuperar y clasificar 825 *sangaku*, la más antigua de las cuales se remonta a 1683.

Todo apunta a que se trataba de matemáticas puramente recreativas y que eran practicadas por campesinos, comerciantes o samuráis, por el puro placer de resolver un problema. La mayor parte de los problemas planteados trataban sobre geometría euclidiana y específicamente sobre círculos, elipses, esferas, figuras dentro de otras figuras y también sobre el cálculo de volumen de diversos sólidos. Una gran parte de estos problemas se pueden resolver utilizando los conocimientos sobre Geometría que se imparten en los cursos de Educación Secundaria, otros requieren matemáticas superiores.

Aprovechando el concepto del reto matemático planteado en los problemas *sangaku*, presento *Orisangakus. Desafíos matemáticos con papiroflexia*, un libro con cuarenta actividades basadas en la papiroflexia (*origami* en japonés). A estas actividades las he denominado *orisangaku*; en cada una de ellas se propone la construcción de una figura de papiroflexia, a partir de unos diagramas, y se plantea un desafío consistente en la resolución de algún problema geométrico basado en esa figura. Los retos que se proponen son de distinta complejidad y todos ellos se pueden resolver utilizando conceptos geométricos básicos.

La estructura de las actividades es similar en todas ellas. En primer lugar, se dan instrucciones para construir una figura doblando papel; se usan dibujos con la simbología específica de la papiroflexia y también se incluyen algunos textos explicativos. Después se propone un problema basado en la figura de papel, a modo de desafío geométrico. Para resolverlo, necesariamente se han de analizar desde un

punto de vista geométrico los dobleces y se han de hacer distintos cálculos para llegar a la solución final. Después de cada *orisangaku*, hay un apartado de contenido variado. En el apartado de Soluciones se propone un posible camino para resolver el desafío propuesto en cada *orisangaku*.

Este libro puede ser interesante para cualquier persona amante de la papiroflexia y de las matemáticas recreativas. También puede ser utilizado como recurso en el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Secundaria.

En el estudio de la geometría resulta una ayuda eficaz el uso de recursos, como la papiroflexia, que permite a los estudiantes generar sus propias figuras y trabajar sobre ellas distintos conceptos geométricos. En una figura de papiroflexia hay un gran componente geométrico si se considera el modo exacto y riguroso en que se debe doblar el papel.

La exploración de los aspectos geométricos de las figuras de papiroflexia se puede utilizar para investigar las relaciones entre los elementos geométricos de las figuras, descubrir sus propiedades características y aprender a utilizarlas en la solución de problemas.

Se fomentan el uso y la comprensión de conceptos básicos de geometría (diagonal, mediana, vértice, bisectriz, etc.), el análisis de las propiedades de diversas figuras geométricas, la identificación de relaciones de simetría y semejanza, el uso de los teoremas de Tales y Pitágoras y de conceptos trigonométricos para obtener medidas y comprobar relaciones entre figuras.

El estudiante desarrolla igualmente la capacidad de producir conjeturas, comunicarlas y validarlas. También debe generar demostraciones utilizando un lenguaje matemático básico adecuado. Por otro lado, los desafíos con figuras geométricas llaman la atención y se puede aprovechar su potencial para generar actividades abiertas y favorables a la exploración de las propiedades de las figuras geométricas.

Ya que en muchos de los problemas propuestos no hay un único camino para llegar a la solución, el alumno ha de crear y justificar el suyo generando demostraciones con un lenguaje matemático básico adecuado. No basta con que los alumnos conozcan y utilicen con propiedad el lenguaje de la geometría y recuerden los nombres de las figuras o las fórmulas para los distintos cálculos; es necesario que exploren e investiguen las propiedades geométricas de las figuras para poder utilizarlas en la resolución de los desafíos propuestos.

Cualquier profesor puede crear sus propios *orisangakus* y, según sean sus conocimientos de papiroflexia, puede diseñar una gran cantidad de actividades de distinta complejidad tanto sobre geometría en el plano como en el espacio. También es muy interesante proponer a los alumnos que diseñen sus propios *orisangakus* para fomentar el desarrollo de su creatividad geométrica.

Belén Garrido

Símbolos

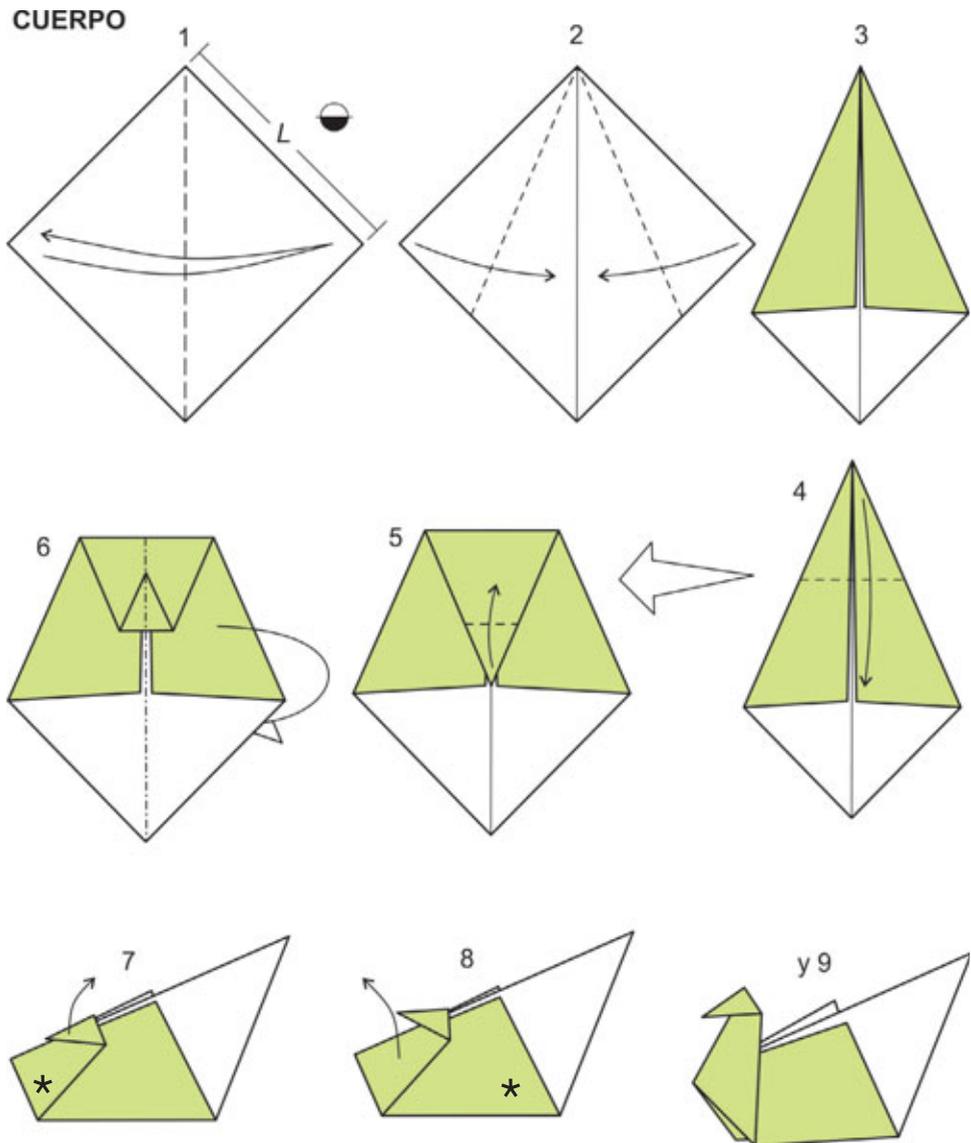
La invención, a mediados del siglo xx, de un código internacional de símbolos para representar los dobleces ha contribuido a la unificación de la papiroflexia y también a su propagación, al salvar la barrera del idioma.

SÍMBOLO				
ACCIÓN	Pliegue en valle	Pliegue en montaña	Doblar y desdoblar	Hundir, aplastar
RESULTADO				
SÍMBOLO				
ACCIÓN	Cortar	Dar la vuelta al modelo	Ampliar el dibujo	Reducir el dibujo
RESULTADO				
	Color atrás	Color delante		

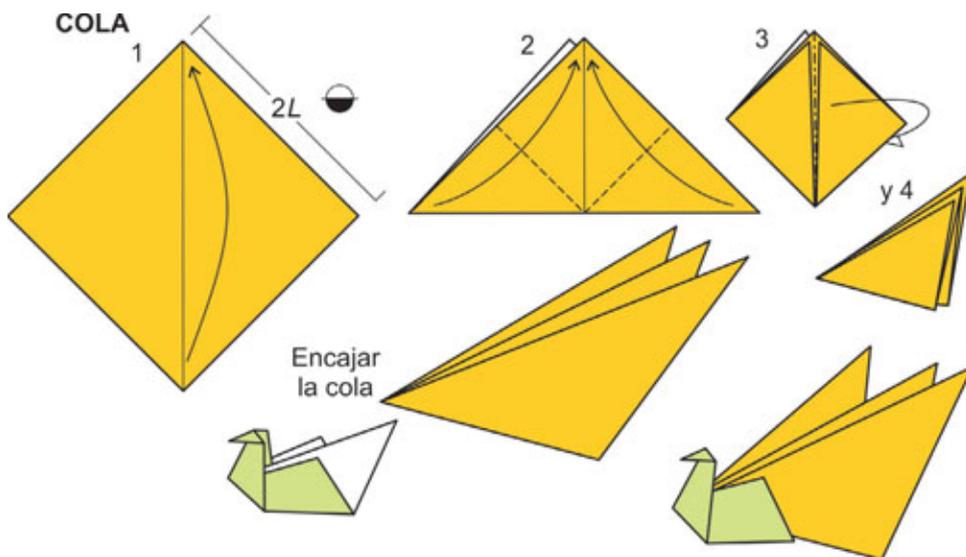
Orisangakus

1. Ave acuática

Esta figura tradicional es una de las más sencillas de este libro. Se puede hacer con o sin cola.



* Sostener firmemente en las zonas del asterisco.



El reto de este *orisangaku*

Si el papel cuadrado de partida es de $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, calcula el área del pentágono que aparece en la Figura 5.

Y además puedes descubrir...

¡Bonito servilletero!

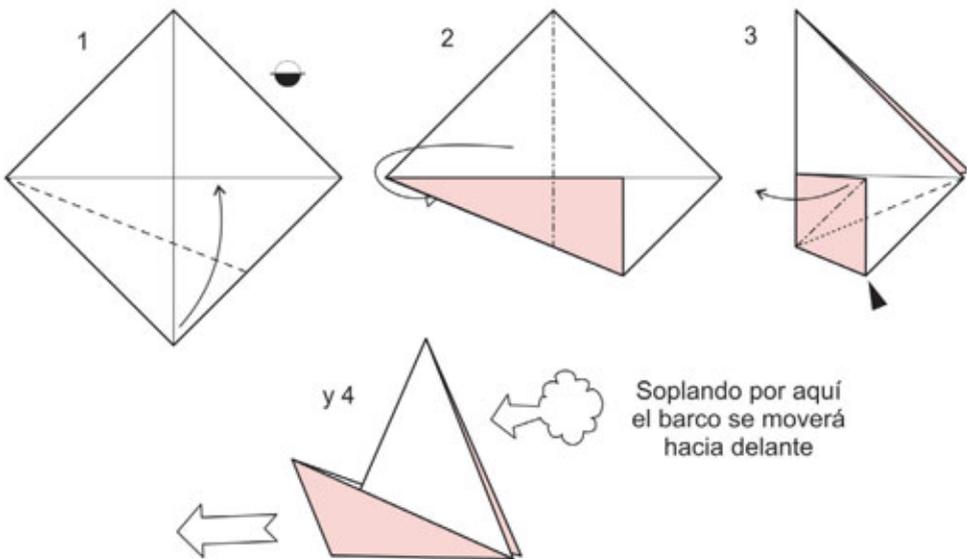
Si haces la cola con una servilleta de colores vistosos puedes utilizar esta figura como soporte de servilletas para una fiesta.



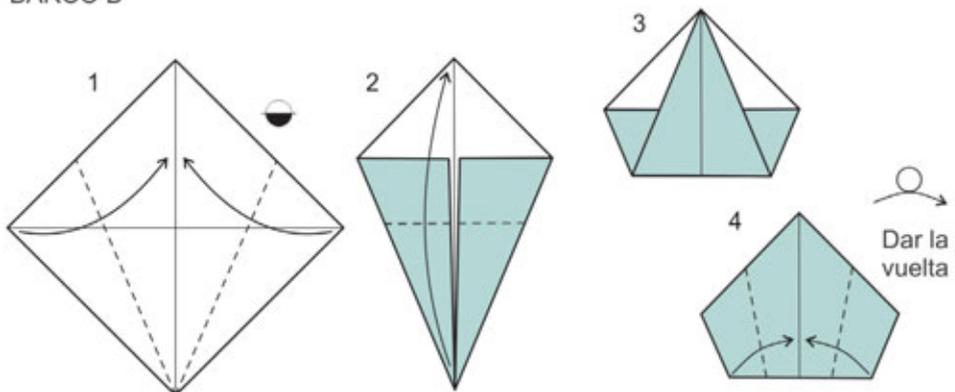
2. Dos barcos de vela

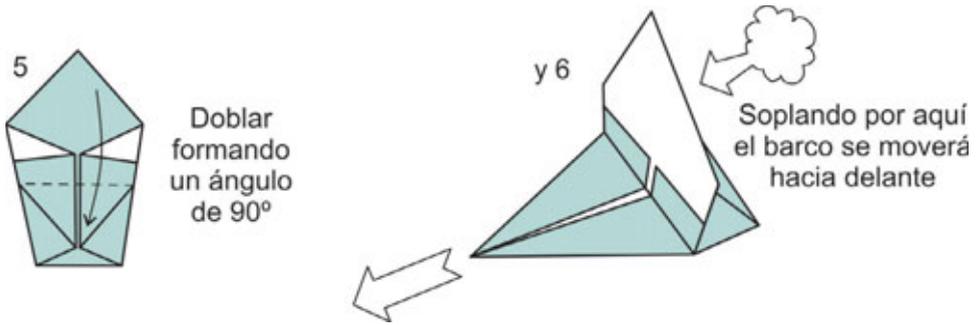
¿Quién no ha hecho alguna vez un barco de papel? Aquí se presentan dos barcos de vela tradicionales. El primero puede flotar sobre el agua y navegar si se sopla suavemente sobre él.

BARCO A



BARCO B





El reto de este *orisangaku*

Si en el barco B doblas el papel hasta la Figura 4 y desdoblas totalmente, verás muchas líneas marcadas. Identifica en ellas dos pares de ángulos complementarios y suplementarios y determina sus valores.

¿Qué relación tiene la superficie de la zona coloreada del barco A, que se ve en el diagrama 4, con respecto a la superficie del cuadrado de partida?

Y además puedes descubrir...

¡Carreras de barcos!

Antes de hacer los cálculos puedes hacer una carrera de barcos con tus amigos, colocando los barcos en una superficie lisa y soplando apropiadamente.

