

LEONARDO DA VINCI: la obsesión por volar

Atenayhs Castro y Adriana Elisa Espinosa

Las puertas de la *bottega*, el prestigiado taller del maestro Andrea del Verrocchio, se abrían cada mañana y los curiosos podían admirar las pinturas y esculturas. Aprendices somnolientos recogían la paja donde dormían y se preparaban para continuar con sus obras. Uno de ellos era Leonardo, de escasos 15 años, quien solía pasearse por las calles de Florencia comprando pájaros enjaulados para liberarlos. Por las noches amenizaba reuniones tocando magistralmente un laúd que él mismo había construido. Y a menudo hacía de lado sus tareas artísticas y se ponía a fantasear con volar.

GENIO UNIVERSAL; ícono del Renacimiento; primero en todo; pintor perfeccionista; arquitecto que proyectó una ciudad perfecta; escultor monumental, ingeniero diseñador de puentes plegadizos; inventor de fantásticas máquinas; científico que hizo aportaciones a la anatomía, la geología, las matemáticas, la física y la filosofía, y hasta creador de la alta cocina. Éstas son algunas de las imágenes que nos han llegado de Leonardo da Vinci (1452-1519), aunque en realidad no estamos seguros de que tuviera tantísimas habilidades, porque fue un hombre difícil de visualizar en todas sus facetas y la reconstrucción de su vida se ha hecho únicamente a través de su obra y sus cuadernos de notas, de unas 13 mil páginas, donde se descubrió al Leonardo interesado en la ciencia y en la ingeniería.

Con la muerte de Leonardo, los cuadernos pasaron a manos del pintor aristócrata Francesco Melzi, quien se propuso ordenar y publicar las notas tal como lo hubiera querido su maestro. Sólo logró publicar el tratado de pintura y a su muerte heredó las notas a su hijo Orazio, quien no valoraba este legado y las regaló a distintas familias nobles así como a pontífices. En esta travesía se perdieron más de la mitad de las notas y quedaron muchas otras sueltas que resultan casi imposibles de reconstruir.

✦ Creador de máquinas

Con una mirada innovadora, Leonardo se consagró a la idea de experimentar en distintas ramas de la ciencia y constantemente se trazó nuevos retos para satisfacer su carácter curioso y analítico. Dejaba de lado sus habilidades como pintor y aplicaba sus dotes científicas y técnicas para buscar, con insistencia, las formas de resolver problemas cotidianos.

Leonardo inició su formación como artista en la *bottega* de Verrocchio, uno de los dos talleres artísticos con más prestigio en Florencia, adonde su padre lo llevó a los 13 años de edad. Rápidamente superó su posición de aprendiz y fue incluso más reconocido que su maestro por su sorprendente habilidad en la técnica y en la expresión de sus personajes.

Aunque no hay evidencia escrita de que durante su estancia en la *bottega* Leonardo hubiera diseñado máquinas, sí existe un manuscrito, fechado en 1478, donde hay trazos de algunos mecanismos sencillos, lo que habla de su incipiente interés en la ingeniería.

En ese tiempo la mayoría de los artistas no podía sobrevivir sin el apoyo económico de un mecenas y la familia con la más alta posición en Florencia era la de los Médicis. Aunque Leonardo no era muy bien visto por el jefe de esta familia, Lorenzo (quien nunca

le hizo ningún encargo ya que prefería a Miguel Ángel, quien vivía con ellos desde muy niño), consiguió encargos muy importantes en los que ejercía su estilo propio, lo que le permitió separarse de Verrocchio en 1477 y sostenerse económicamente.

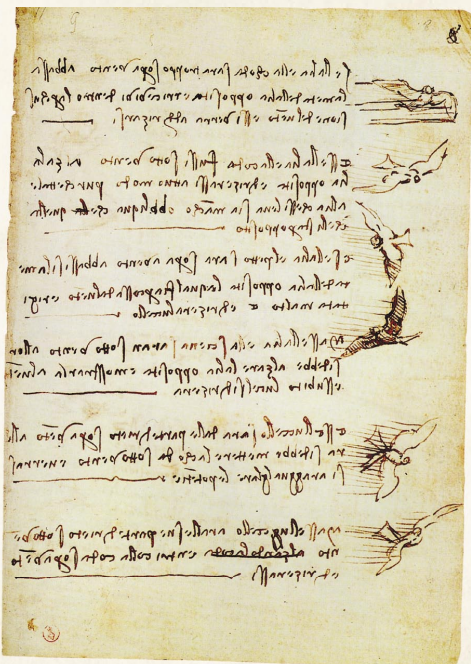
No obstante que en Florencia Leonardo se codeaba con grandes pensadores y artistas, vivía una crisis emocional que lo mantenía insatisfecho con todo lo que hacía. Esa crisis se agudizó después de que se le acusara de sodomía contra un tal Jacopo Saltarelli, posiblemente por motivos políticos. Junto con Leonardo otros fueron acusados, entre ellos un pariente de los Médicis; al parecer lo que se buscaba era desacreditar a esta poderosa familia. Aunque el fallo declaró inocente a Da Vinci, su vida social se vio ensombrecida.

Desilusionado, a los 30 años Leonardo decidió partir a Milán para renovar su arte y plantearse nuevos retos. Hacia 1482 fue acogido por el duque Ludovico Sforza, no se sabe si gracias a la recomendación de Lorenzo de Médicis —quien curiosamente lo recomendaba como músico y no como pintor, quizá para mantenerlo lejos— o a una carta que Leonardo envió a Ludovico donde enumeraba, entre otras cosas, su capacidad para construir fuertes, puentes, bombardas, túneles, carros resistentes a la artillería, morteros, catapultas y navíos de

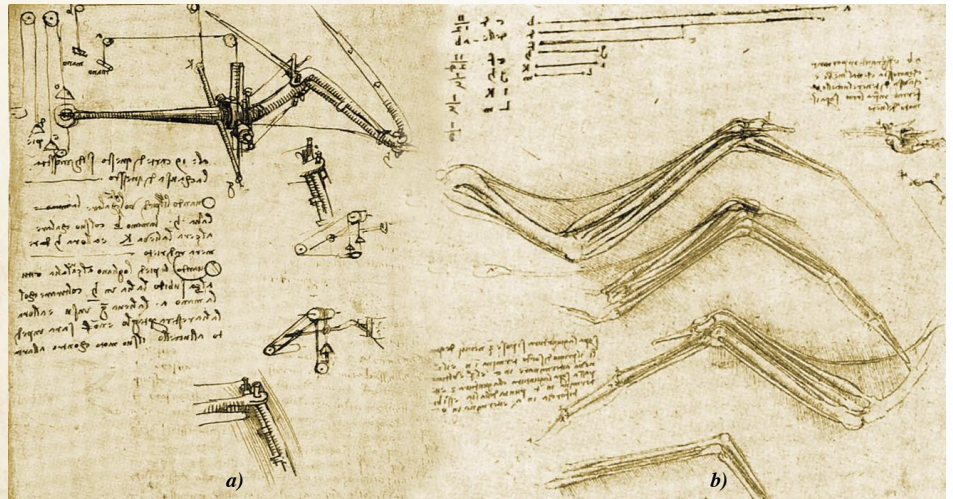
defensa. Dice en este texto: “En resumen, sea cual sea la situación puedo inventar una variedad de máquinas ofensivas y defensivas... puedo realizar esculturas en mármol, bronce y arcillas; y, en pintura, puedo hacer cualquier trabajo como cualquiera, sea quien sea”. En la corte de Milán, Leonardo aprovechó al máximo el mecenazgo y se dedicó a cultivar su conocimiento. Pasaba días enteros en la Universidad de Pavía, donde leía libros que hablaban de construcción de fortalezas, máquinas de guerra y artes militares. Luca Paccioli, reconocido matemático, también atrajo el interés de Leonardo y correspondió a su amistad. A juzgar por las notas que nos legó, Da Vinci no era muy bueno con los cálculos matemáticos pero sabía que eran fundamentales y lo expresó así: “Quien niegue la certeza suprema de las matemáticas, fomenta la confusión y nunca podrá desautorizar las contradicciones de las falsas ciencias que conducen a una eterna charlatanería...”

Durante toda la vida Leonardo y Luca fueron amigos y escribieron juntos la *Divine proporzione* (1498), obra que ha significado la base de la armonía y de la proporción en diferentes expresiones artísticas occidentales (véase “La divina proporción”, *¿Cómo ves?*, No. 65).

Cuando Leonardo leyó textos clásicos, principalmente de Aristóteles y Arquímedes, desarrolló un profundo interés por



Estudios sobre el vuelo de los pájaros en relación al viento.
(*Códice sobre el vuelo de los pájaros*, f. 8r).



a) Diseños para conseguir la rotación del ala (c. 1505, *Códice sobre el vuelo de los pájaros*, f. 16 v-17 r.) **b) Estudios sobre la anatomía del ala de los pájaros y sobre el vuelo** (c. 1510-1514, Colección Windsor, Londres).

la mecánica. Retomó dos procedimientos básicos: la experiencia y el cálculo, que lo ayudarían a profundizar en sus propias teorías y pensar en cómo mejorarlas.

Una de sus primeras notas sobre mecánica —basadas en los textos de Arquímedes— fue sobre las causas del movimiento, y en sus bocetos comenzó a experimentar con la combinación de dispositivos mecánicos. Esto se aprecia en sus primeros diseños de máquinas, que no sólo optimizaban el movimiento y reducían la fuerza de los trabajadores, sino que resultaron una verdadera innovación a la ingeniería de aquella época.

A volar se ha dicho

Una de las pocas cosas personales que se encuentran en los cuadernos de notas de Leonardo es una historia en la que cuenta cómo siendo niño estaba recostado y un ave bajó y tocó sus labios con la cola. Quizá fue a partir de ese momento que soñó con poder volar. Y en su empeño por lograrlo, investigaba cuáles serían las alas perfectas para una máquina voladora: las alas con plumas o las de membranas, como las de los murciélagos. También experimentaba con aves disecadas y hacía anotaciones precisas de su anatomía. Es fácil imaginarlo observando durante horas el vuelo de las aves y dibujando un pajarillo con el más puro sentido didáctico.

Leonardo dedicó muchos años de su vida a escribir sus investigaciones en el *Códice sobre el vuelo de las aves*, que forma parte de sus notas; es un manuscrito de 18 hojas por ambas caras, detalladamente ilustrado

con dibujos técnicos y explicaciones sobre el vuelo de las aves. Da Vinci realizó este *Códice* en dos periodos: el primero entre 1482 y 1499, y el segundo a partir de 1503 y hasta su muerte. En esta obra describe lo que para él significaba la “verdadera ciencia” o “ciencia sensible” basada en la experimentación y en la observación: “Para explicar como verdadera ciencia el movimiento de los pájaros en el aire es necesario conocer antes la ciencia de los vientos, la cual demostraremos mediante el movimiento del agua. Y esta ciencia sensible nos servirá para alcanzar el conocimiento del comportamiento de las aves en el aire”.

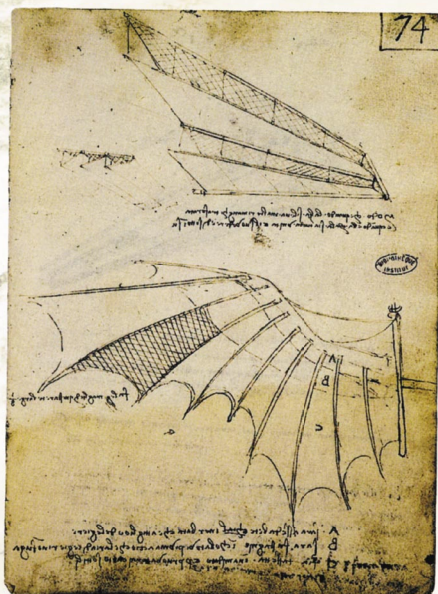
Leonardo pensaba que para hacer volar a un hombre tenía que construir un artefacto que imitara el vuelo de un ave e inyectara la fuerza que faltaba para que el aparato mantuviera el equilibrio. Planteó que el vuelo del ave era como una ecuación matemática y que los humanos, con nuestra inteligencia, podríamos resolver el problema de volar de la misma manera. Pero una vez que observó detalladamente las alas de las aves llegó a la conclusión de que no servirían para una máquina voladora: no serían seguras porque entre sus plumas se filtraría el aire y se desestabilizaría el aparato. Las alas del murciélago, en cambio, le parecieron las más adecuadas. Anotó que debía dividir la fuerza de las alas en cuatro puntos para que el cuerpo volador las usara a su antojo según la maniobra; a veces ésta podría estar dividida equitativamente entre las cuatro extremidades para un movimiento regular, en otras sería más conveniente que las alas se usaran en forma desigual pero continua

para producir un vuelo circular. Para facilitar el libre movimiento de esta máquina debía diseñar un pequeño timón que pudiera mover y dirigir un objeto mucho más grande sin contratiempos.

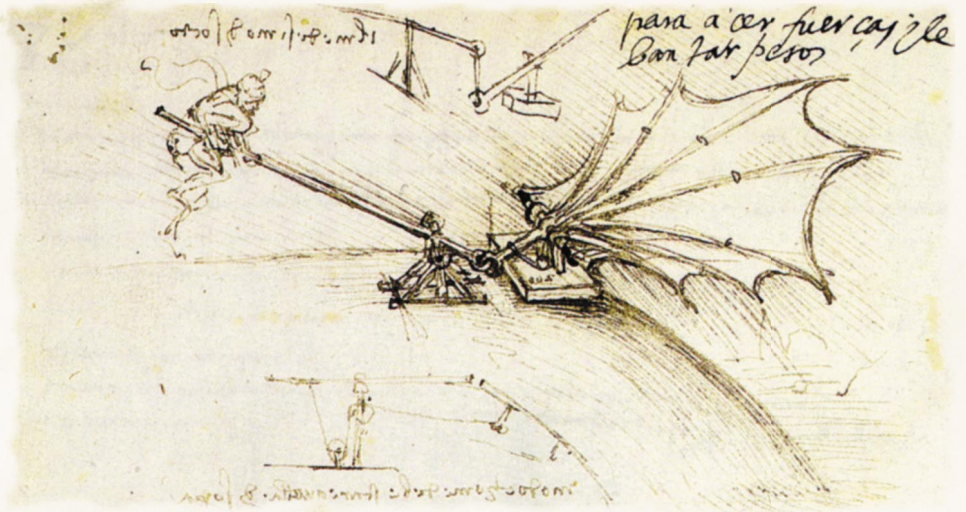
Leonardo consideraba que el viento sería una herramienta que facilitaría levantar el vuelo e incluso que en alguna maniobra complicada éste ayudaría a mantener el equilibrio. Debían aprovecharse las corrientes de aire para planear porque, según observó, las aves dejaban de aletear y planeaban sobre las condensaciones de aire que se formaban en la atmósfera. En sus notas aclara, además, que no debía usarse nunca el metal —“bandas de acero”— porque se desgastaría fácilmente y las uniones quedarían muy frágiles. En cambio, recomienda piel curtida para las articulaciones del ala y ramas de cuerdas de seda para el resto de la máquina.

Da Vinci realizó varios modelos de máquinas voladoras (o “naves del aire” como él las llamaba), entre ellas:

- La máquina para batir alas, que fue uno de sus primeros acercamientos a la fuerza que ejercería un hombre para mover unas alas por medio de una palanca que multiplicaría su fuerza.
- La máquina con pedales, en la que un tripulante en posición vertical movería las alas empujándolas con la cabeza en una barra, haciendo girar dos manivelas con las manos y accionando dos pedales con el peso de su cuerpo. Según sus cálculos, el hombre podría generar una fuerza equivalente de 200 kilogramos.



Estudio para ala artificial
(c.1487-1490, Manuscrito B, f.74).



Cálculo de la fuerza y distancia que aplica una palanca para mover las alas. (*Experimentos con ala artificial*, c. 1487-1490, Manuscrito B, f. 88 v).

- El paracaídas, constituido por bolsas de aire que debían unirse “como cuentas de un rosario”. Las bolsas formarían una especie de pirámide cuadrangular, cuya base y altura medían 7.20 metros. Se suponía que un hombre podía lanzarse con ella desde una altura de siete metros y no resultaría herido.
- El planeador, lo que él llamaba “ave gigantesca” y soñaba con lanzar desde el monte Ceceri, cerca de Florencia. Ésta es la base de lo que se conoce como ala delta.

Claves para levantar el vuelo

Los numerosos bosquejos de máquinas voladoras y vehículos que Da Vinci diseñó y que estaban dispersos en sus notas, muestran cómo le atraían particularmente los problemas relacionados con la locomoción.

Las ideas de mecánica que retomó y desarrolló, lo que podríamos llamar su “código de mecánica”, comprendían dispositivos básicos como la rueda, la polea, el tornillo, la palanca y el engrane. Si bien fueron de uso común desde siglos antes, él experimentó con ellos y realizó cambios para mejorarlos. También los combinó de muchas formas para crear máquinas e inventos novedosos.

Estos dispositivos —también llamados máquinas simples— fueron la base para que Leonardo pudiera experimentar con distintos diseños de máquinas voladoras y reflexionara sobre la teoría científica que estaba detrás.

Él utilizaba las ruedas para emprender estudios sistemáticos de la fricción y observó la fuerza que podía inyectarle una rueda pequeña que da muchas vueltas a otra más grande que gira más lento pero con mucha

mayor fuerza. Un ejemplo es el ornitóptero vertical, un mecanismo con alas que debía emular el funcionamiento de un ave.

En muchos de sus bocetos de máquinas voladoras Leonardo incluye poleas y palancas para levantar objetos pesados. Aunque él no inventó la polea, la estudió desde el punto de vista científico; se esforzaba por conocer los secretos de la conversión del movimiento y de la transmisión de la fuerza. La polea invierte la dirección de una fuerza y cuando dos o más poleas se conectan, permiten que una carga pesada se levante con menos fuerza.

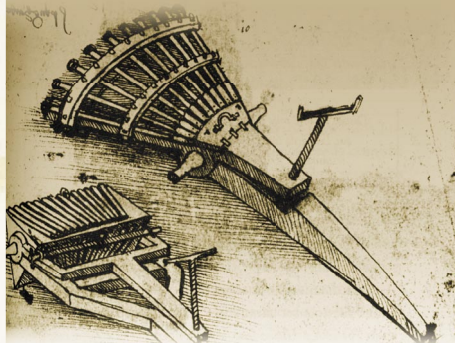
Asimismo utilizó la palanca, que puede multiplicar ya sea la fuerza aplicada o bien la distancia sobre la cual se aplica la fuerza, en su experimento de ala artificial. Creyó que si la persona que la probaba empujaba la palanca hacia abajo lo más rápido posible, el ala conectada con ésta bajaría y luego se levantaría en el aire, cargando el peso aproximado de un hombre. Otro dispositivo que aparece en sus notas es el tornillo, un eje envuelto con una rosca o surco para formar una hélice. Mientras gira, un tornillo convierte un movimiento rotacional en uno que avanza o retrocede aplicando una fuerza muy grande con muy poco esfuerzo. Esta máquina, simple sin duda, formó parte de uno de los más conocidos proyectos de mecánica de Leonardo, el “helicóptero” o tornillo aéreo. En éste se utilizaba un madero con forma de tornillo a lo largo del cual se impulsaba hacia arriba un dispositivo de palas hechas de caña, paño de lino y alambre. El helicóptero se diferencia de las otras máquinas porque fue planeado para el estudio de la eficiencia de tracción

de la hélice y no como una verdadera máquina de vuelo. La mención específica del tornillo consolida la presunción de que este modelo era realmente una representación del juguete del molino de viento, que era ya popular en su época

Da Vinci hasta en la sopa

Un individuo de nombre Pasquale Pisapia, al que nadie ha podido localizar, aseguró que en 1981 encontró en Rusia, junto al cuadro *Madonna Litta*, un manuscrito perdido de Leonardo da Vinci. Pisapia puso la siguiente nota en el encabezado de lo que llamó *Códice Romanoff*: "Este es un trabajo que yo, Pasquale Pisapia, he copiado del manuscrito de Leonardo da Vinci que se encuentra en el Museo Hermitage de Leningrado". El cuadro pertenecía a la familia Visconti y en 1865 fue adquirido por el zar Alejandro II. Los rusos y las autoridades del museo han desmentido que el manuscrito sea genuino. Según Pisapia, éste contiene exquisitas recetas que delatan a Da Vinci como el creador de la alta cocina. Y no sólo eso, asegura que la mayoría de las máquinas diseñadas por Leonardo eran instrumentos para cocinar, como la simpática afirmación de que su diseño de la artillería de ocho cañones es una cortadora de huevos. Pero si de verdad lo fuera, se habrían encontrado notas acerca de un tratado sobre el huevo y otros alimentos, que diera cuenta de investigaciones sobre su forma, su constitución, grado de cocción y demás características. La triste realidad es que la mayoría de los diseños que aparecen en ese supuesto *códice* corresponden a máquinas de guerra, y esto se sabe por las notas originales de Leonardo que se han recuperado, a la historia de la época en la que vivió y las cartas que Da Vinci envió a diferentes personalidades de la corte y en las que describía cada una de sus intenciones al diseñar esas y otras máquinas.

Hasta ahora, la interpretación que tenemos de Leonardo se basa exclusivamente en sus notas y en sus obras artísticas. La única persona que hizo una biografía de él durante la época en la que vivió fue Giorgio Vasari, tal vez el más grande biógrafo de las principales figuras del Renacimiento. En su libro *Vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos*, no resalta en ninguna parte las supuestas dotes de Leonardo para el diseño de instrumentos de cocina.



¿Cortadora de huevos o artillería de ocho cañones? (*Códice Atlántico*, f. 157 ff 56 v.a., Biblioteca Ambrosiana, Milán).

El sueño hecho realidad

No tenemos noticias de que alguna de las máquinas voladoras de Leonardo tuviera éxito, y él nunca pudo concretar su sueño de volar. Muchas personas pensaban que la mayoría de sus máquinas, en especial las de volar, no servirían.

Con el deseo de realizar el sueño de Leonardo, en el año de 2003, en Inglaterra,

Steve Roberts y Martin Kimm, famosos por reconstruir máquinas que fueron hitos en la aviación, se dieron a la tarea de construir en tres meses el planeador, utilizando los planos originales, los materiales de la época y mucha paciencia para descifrar los códigos dentro de los dibujos de Da Vinci.

Entre los múltiples dibujos del ala optaron, al igual que Leonardo, por usar como modelo la de un murciélago, y le agregaron una cola y un arnés para hacerla más estable. La estructura principal del ala se fabricó con álamo negro y para lo demás utilizaron caña, goma, laca y almidón, y una tela que cubría el exterior.

Una vez construido el planeador, el siguiente paso era probarlo. Si bien el modelo a escala quedó perfecto, no sabían si el planeador de tamaño real soportaría el peso del piloto. Para la seguridad del piloto el control es una parte esencial, al probarlo éste debía poderlo dirigir incluso en medio de las turbulencias. Fue por eso que los constructores agregaron un arnés. Leonardo puso en uno de sus dibujos que el arnés debía dejar libre el cuerpo de la cintura para arriba para que el piloto pudiera controlar la máquina, pero Roberts y Kimm tuvieron que invertir la posición a fin de que el piloto controlara la máquina con la cintura y las piernas, ya que no añadieron un timón.

Con esa única modificación construyeron una máquina de nueve metros de envergadura y apenas 35 kilogramos de peso. Sólo faltaba el piloto, pero nadie se atrevía a llevar adelante la empresa. Pronto encontraron a una piloto experimentada en planeadores, Judy Leden, que accedió a probar la máquina de Leonardo. Hizo 10 in-



Planeador reconstruido por Steve Roberts y Martin Kimm.

Ilustración: Raúl Cruz

tentos de vuelo, de los cuales el más extenso duró 21 segundos, superó los 15 metros de altura y recorrió más de 91 metros, en una colina en el distrito de Bedfordshire, Inglaterra. Con este vuelo la piloto voló más alto y más lejos que la máquina tipo papalote de los hermanos Wright de 1900, con un peso de 23 kilogramos, la cual cubrió una distancia de 91 metros en un tiempo de 20 segundos.

¡Qué maravilla ver el vuelo de una máquina de Leonardo!, no sólo para sus constructores, también para quienes admiramos la obra de Da Vinci. Él se anticipó al vuelo 500 años y sus ideas ¡funcionan! Si se lograra descifrar todos los códigos en sus cuadernos de notas y con una nueva interpretación científica (y no de la historia del arte) de sus hallazgos, tal vez este genio del Renacimiento tendría mucho más que revelarnos.

Si Leonardo viviera en nuestros días le causaríamos un gran impacto ver que el hombre no sólo ha logrado levantar el vuelo y mantenerlo a miles de metros del suelo, sino que podemos viajar por el espacio a miles de kilómetros de nuestro planeta. 🦋

Para nuestros suscriptores

La presente edición va acompañada por una guía didáctica, en forma de separata, para abordar en el salón de clases el tema de este artículo.

Atenayhs Castro estudió Comunicación Gráfica en la ENAP/UNAM, es egresada del Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC y es la diseñadora de ¿Cómo ves?

Adriana Elisa Espinosa estudió la carrera Ingeniería en Computación en la UNAM/ENEP Aragón, es egresada del Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC y ha colaborado en ¿Cómo ves?