

Revisión literaria: Aplicaciones inspiradas en origami y oportunidades en la enseñanza de la tecnología

Literature Review: Origami-inspired Applications and Opportunities in Technology Education

John Walter Mahecha Yara¹ 
Marisol Castiblanco Martínez² 

Resumen

El arte milenario del origami ha trascendido su dimensión estética y recreativa para consolidarse como una herramienta con alto potencial en el ámbito científico, tecnológico y educativo. En las últimas décadas, sus principios geométricos y estructurales han sido incorporados en soluciones innovadoras en campos como la exploración espacial, el diseño de metamateriales, la robótica y la biomedicina. Este artículo presenta una revisión de aplicaciones contemporáneas del origami en dichas áreas, destacando su capacidad para resolver problemas complejos mediante estrategias de plegado precisas y eficientes. Asimismo, se analizan sus implicaciones pedagógicas, particularmente en la enseñanza de la tecnología, al favorecer el desarrollo del pensamiento lógico, la creatividad, las habilidades motoras finas y la comprensión de conceptos matemáticos y estructurales. Finalmente, se discuten sus limitaciones y se propone su incorporación como recurso didáctico integrador en procesos formativos orientados a la innovación desde edades tempranas.

Palabras clave: educación; geometría; ingeniería; origami; robótica; tecnología

Abstract

The ancient art of origami has evolved beyond mere paper folding and, in recent decades, has found innovative applications in education, science, and technology. Its geometric and structural principles have been utilized in various fields, including space exploration, metamaterials design, robotics, and biomedicine. This article reviews contemporary applications of origami in these areas, highlighting its ability to solve complex problems through precise and efficient folding techniques. Additionally, it emphasizes the educational potential of origami, particularly in technology education. Engaging with origami fosters logical thinking, creativity, fine motor skill development, and a deeper understanding of mathematical and structural concepts. The article also reflects on both the pedagogical benefits and limitations of using origami in education, proposing it as a versatile tool for nurturing analytical and innovative thinking from an early age.

Keywords: education; geometry; engineering; origami; robotics; technology

- 1 Tecnólogo en electricidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante de Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. jwmahechy@upn.edu.co
- 2 Licenciada en Pedagogía Infantil de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Docente de la Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y del Programa de Aulas Hospitalarias de la SED. Magíster y Especialista en Educación en Tecnología (UPN). Estudiante de Doctorado en Educación de la UPEL. mcastiblancom@gmail.com

Introducción

El origami, tradicionalmente vinculado al arte del plegado de papel, ha ampliado su campo de acción hacia contextos educativos y tecnológicos, posicionándose como una herramienta pedagógica de alto valor didáctico. Su potencial para transformar una superficie bidimensional en estructuras tridimensionales complejas, mediante una secuencia precisa de pliegues, permite representar conceptos abstractos de forma tangible, facilitando así la comprensión de principios geométricos, matemáticos y estructurales.

Ahora bien, en el ámbito de la educación en tecnología, donde convergen el pensamiento lógico, la creatividad y la resolución de problemas, el origami se presenta como una estrategia metodológica innovadora. Su uso fomenta habilidades fundamentales como la planificación secuencial, la visualización espacial, el razonamiento matemático y la motricidad fina, todas ellas esenciales en la formación de estudiantes críticos e innovadores. En palabras de la doctora Julie Decaup, investigadora del Instituto de Matemáticas de la UNAM, esta práctica mantiene “vínculos muy profundos con las matemáticas” (UNAM, 2021), lo que refuerza su pertinencia como recurso formativo en entornos escolares.

Desde esta perspectiva, el presente artículo realiza una revisión literaria centrada en las aplicaciones del origami en el campo de la enseñanza de la tecnología. Además de exponer antecedentes históricos y fundamentos teóricos, se analizan experiencias y desarrollos recientes que ilustran cómo los principios del plegado han sido incorporados en propuestas educativas. Esta reflexión surge a partir del interés suscitado por el video del divulgador científico Derek Muller, en el que entrevista al físico y origamista Robert Lang para discutir los vínculos entre el origami y la resolución de problemas complejos en diferentes contextos (Muller, 2019). El contenido audiovisual puede

consultarse en el siguiente enlace: https://youtu.be/ThwuT3_AG6w?si=YaRUrZgJQJAVKajw

Historia del origami

El origami, término derivado de las palabras japonesas “ori” (doblar) y “kami” (papel), es una práctica ancestral que consiste en crear figuras tridimensionales a partir del plegado de papel, sin el uso de cortes ni adhesivos. A lo largo de la historia, esta técnica ha evolucionado desde su uso ceremonial y decorativo en la cultura japonesa hasta consolidarse como una forma de expresión artística con aplicaciones científicas, pedagógicas y tecnológicas.

Durante siglos, el origami fue empleado en rituales simbólicos y como manifestación estética. No obstante, su valor educativo comenzó a reconocerse formalmente a partir del siglo XIX, cuando el pedagogo alemán Friedrich Fröbel, creador del concepto de jardín de infancia, incorporó el plegado de papel como parte de sus métodos didácticos. En su propuesta, el origami se consolidó como una herramienta para el desarrollo de la coordinación motriz, la percepción espacial y la comprensión de estructuras geométricas, sentando así un precedente para su uso pedagógico (Pilon, s.f.).

Con el paso del tiempo, el origami ha sido reinterpretado desde diversas perspectivas disciplinares, ampliando sus posibilidades más allá del ámbito artístico. En la actualidad, su estrecha relación con las matemáticas ha sido ampliamente documentada, dado que sus patrones de plegado implican razonamiento geométrico, simetrías, transformaciones espaciales y propiedades topológicas, como afirma la doctora Julie Decaup, investigadora del Instituto de Matemáticas de la UNAM.

Este reconocimiento ha dado paso al desarrollo de métodos formales de análisis y aplicación del origami en campos como la ingeniería estructural, la robótica, la medicina y, de forma destacada, la educación en tecnología, donde

se ha revalorizado su potencial como recurso didáctico integral.

El origami y el aprendizaje de la tecnología

En la educación en tecnología, actualmente se demanda el desarrollo de competencias que integren el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la comprensión de sistemas complejos. En este marco, el origami se presenta como un recurso didáctico que permite abordar saberes transversales a través de experiencias activas de aprendizaje.

En primer lugar, el origami facilita la representación concreta de conceptos geométricos y espaciales, permitiendo al estudiante manipular directamente figuras que ejemplifican simetrías, transformaciones, proporciones, ángulos y relaciones tridimensionales. Esta experiencia multisensorial no solo fortalece la comprensión de los contenidos matemáticos, sino que favorece el desarrollo de una visualización espacial indispensable en áreas como la ingeniería, la arquitectura y el diseño (UNAM, 2021).

Desde el enfoque del diseño estructural, el origami brinda una aproximación funcional a nociones de resistencia, distribución de cargas, flexibilidad de materiales y eficiencia constructiva. Mediante ejercicios de plegado, los estudiantes pueden experimentar cómo determinados patrones generan mayor estabilidad o permiten la expansión controlada de estructuras, habilidades fundamentales para el análisis y diseño de soluciones tecnológicas reales. Además, su aplicación promueve el pensamiento algorítmico, en tanto que cada figura de origami requiere seguir una secuencia lógica y ordenada de instrucciones. Esta secuencialidad se alinea con principios de programación y codificación, desarrollando habilidades cognitivas como la anticipación de resultados, la descomposición de problemas en pasos y la identificación de errores en procesos

complejos. Como señalan Zirbel *et al.* (2013), el diseño computacional de sistemas plegables se basa justamente en algoritmos derivados de patrones tradicionales del origami.

Por otro lado, el origami favorece el prototipado físico de ideas tecnológicas. Su bajo costo y facilidad de manipulación lo convierten en una herramienta ideal para generar representaciones iniciales de dispositivos, mecanismos o estructuras, en procesos iterativos de diseño y prueba. Esta característica potencia metodologías pedagógicas basadas en el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), donde la creatividad y la experimentación ocupan un lugar central.

La dimensión estética del origami también contribuye al desarrollo de la creatividad y la innovación. Cada modelo representa un desafío cognitivo y artístico que demanda resolución autónoma, reinterpretación de formas y capacidad de abstracción. En este sentido, el origami funciona como un laboratorio de pensamiento divergente, donde los errores no se conciben como fracasos, sino como oportunidades de ajuste y mejora.

En términos psicomotrices, el plegado requiere una coordinación óculo-manual precisa, lo que refuerza el desarrollo de la motricidad fina. Sonia Muñoz Álvarez (2022) destaca que esta práctica demanda concentración, control de movimientos y atención sostenida, elementos que son también esenciales para la manipulación de herramientas tecnológicas y dispositivos digitales con precisión y seguridad.

Finalmente, cabe subrayar que el origami no solo tiene un valor instrumental, sino que también representa una puerta de entrada a la reflexión metacognitiva, al estimular en el estudiante la conciencia sobre sus propios procesos de pensamiento, planificación y ejecución. Además, fomenta actitudes como la perseverancia, la tolerancia a la frustración y la satisfacción por el logro, aspectos fundamentales en cualquier proceso de formación integral.

En suma, el origami en la enseñanza de la tecnología no debe verse únicamente como un recurso lúdico, sino como un dispositivo pedagógico complejo que articula dimensiones cognitivas, procedimentales y actitudinales. Su incorporación en el aula responde a un enfoque de educación activa, interdisciplinaria y orien-

tada al desarrollo de competencias clave para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Un ejemplo del uso de origami con las matemáticas son los fractales, los cuales están presentes en la naturaleza, y son repeticiones de patrones geométricos de sí mismo en el mismo cuerpo (ver Figura 1).

Figura 1. Figura de origami a partir de un tutorial digital con un diseño geométrico estructurado.



Nota. Adaptado de Happy Folding (Adams, 2015). Elaboración propia.

Aplicaciones tecnológicas

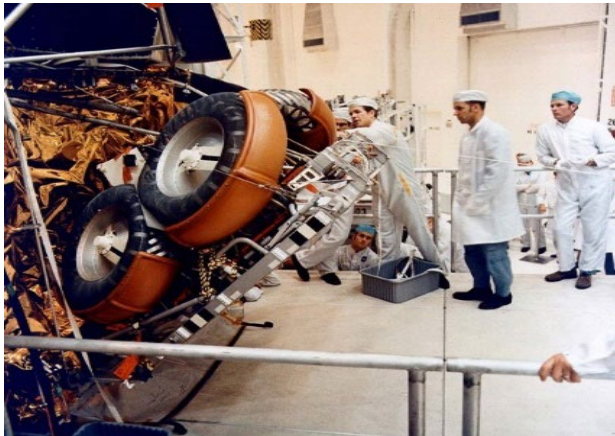
El origami ha trascendido su naturaleza artística para consolidarse como un modelo estructural funcional dentro del desarrollo tecnológico contemporáneo. Su base geométrica, centrada en la manipulación de superficies planas mediante pliegues secuenciales y reversibles, ha sido transferida exitosamente a procesos de diseño e ingeniería en los que se requiere optimización del espacio, portabilidad, movilidad estructural y eficiencia energética. La lógica del plegado, cuando es articulada con modelos matemáticos, materiales avanzados y tecnologías emergentes, permite la creación de estructuras reconfigurables que responden activamente a las condiciones del entorno. Este

fenómeno ha dado lugar a una serie de aplicaciones concretas en campos de alta complejidad como la exploración espacial, la robótica, la ingeniería mecánica, los metamateriales y la bioingeniería.

Rover lunar plegado

Uno de los ejemplos iniciales del uso de conceptos de plegado fue la implementación de un vehículo de exploración lunar en las misiones Apolo 15, 16 y 17. El Lunar Rover fue diseñado para ser almacenado en un espacio reducido y luego desplegarse en la superficie lunar. Este sistema de transformación, documentado por la NASA (2013), permitió maximizar la eficiencia espacial durante el lanzamiento (ver Figura 2).

Figura 2. Animación del plegado del vehículo Lunar Rover con secuencia de ensamblaje.

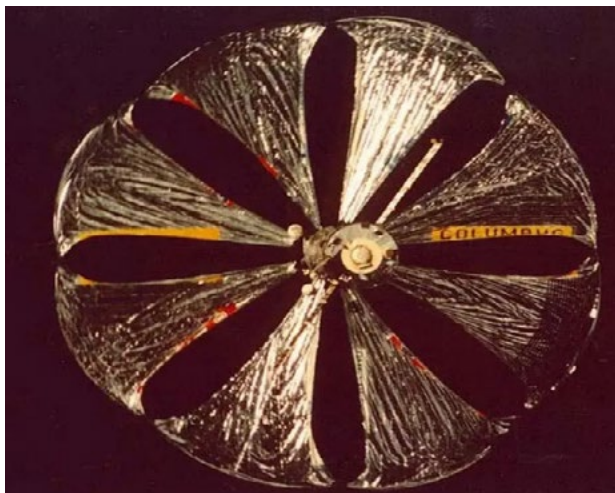


Nota. Tomada de *Curiosidades espaciales* (NASA, 2013).

Espejo gigante ruso para iluminar Siberia

En 1993, el científico ruso Vladimir Syromiatnikov lideró el proyecto Znamya, que consistía en un reflector espacial de veinte metros de diámetro, desplegable como una sombrilla. Inspirado por una idea de Hermann Oberth, el objetivo era reflejar luz solar hacia regiones polares oscuras durante el invierno (Oberth, 1923). Este caso demostró la viabilidad del plegado estructural a gran escala (ver Figura 3).

Figura 3. Imagen del espejo solar tomada desde la estación espacial MIR a distancia orbital.



Nota. Tomado de BBC News Mundo (2025).

Prototipo de panel solar

Zirbel *et al.* (2013) propusieron soluciones de plegado para enviar paneles solares al espacio sin comprometer su funcionalidad. Para resolver el problema del grosor del material, plantearon dos enfoques: doblar los paneles sobre sus diagonales y adherirlos a membranas flexibles con separación entre celdas. Estos prototipos fueron posibles gracias al aporte del origamista y físico Robert Lang (ver Figura 4).

Figura 4. Aplicaciones de la ingeniería de origami en sistemas espaciales y en patrones de plegado técnico.

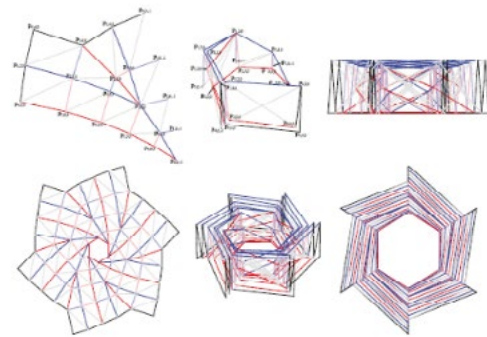
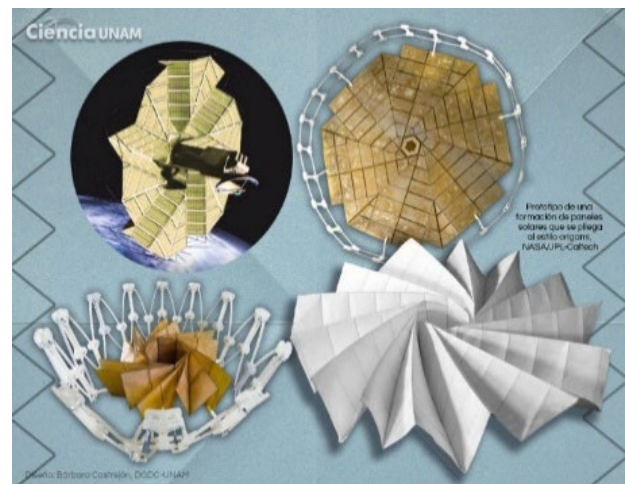


FIGURE 6. A thickness-accommodating flapper ($n=6, h=2, r=0.1$). Top row, i-e: crease pattern, single sector, folded form, single sector, rotated form, side view. Bottom row, i-e: full crease pattern, full folded form, top view, rotated form.

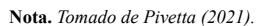


Nota. Dos imágenes sobre ingeniería de origami: paneles solares espaciales de la NASA y diagramas técnicos de patrones de plegado tipo "flapper". Tomado de UNAM (2021) y Zirbel *et al.* (2013).

El telescopio espacial James Webb

El James Webb Space Telescope, lanzado en 2021, constituye un ejemplo de ingeniería

Figura 5. Despliegue secuencial del telescopio James Webb: escudo solar, espejos y antena.



Miyashita *et al.* (2017) desarrollaron un sistema de robot metamórfico, el cual cambia su forma funcional mediante exoesqueletos auto-plegables activados por calor. Estos pueden transformarse a partir de una hoja plana y volver a su estado original con agua, replicando procesos de metamorfosis natural (ver Figura 6).

Nota. Secuencia de muda robótica: huevo, exoesqueletos, transformaciones a glider-bot, walk-bot y boat-bot. Tomado de Miyashita et al. (2017).

En la imagen se puede ver el diseño de un robot con capacidad de manipulación a través de unas pinzas, asimismo, se puede ver el diseño planar del robot y del proceso de ensamblaje (ver Figura 7).

Figura 7. Diseño plano de un robot plegable en una única lámina con patrón de corte y ensamblaje.

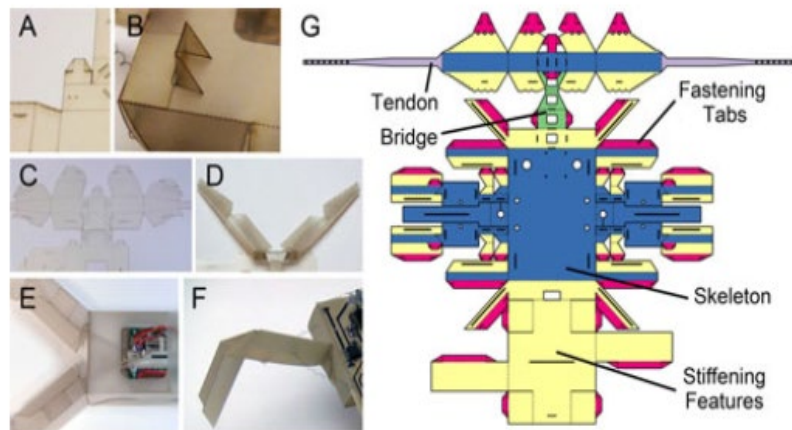


Fig. 2. Design principles that enable folding a robotic body from a single sheet. (a) and (b) Tab and slot features act as embedded mechanical fasteners. (c) and (d) Folded triangular beams create structural rigidity, and bridge folds bring together components of the 3-D machine that must be separated in two dimensions to avoid overlap. (e) Integration of microlinear servo and (f) shape memory alloy actuators in the folded body. (g) Schematic of single-sheet cut pattern for the mobile manipulator robot with folding features colored.

Nota. Diseño planar de robot plegable a partir de una sola lámina: lengüetas, ranuras, vigas triangulares, puentes, actuadores y patrón de corte para el ensamblaje. Tomado de Onal y Tolley (2017).

Conversión de metamateriales de estructura plegable en sistemas robóticos programables

En los últimos años, el desarrollo de robots programables ha requerido soluciones estructurales que permitan una adaptación morfológica dinámica sin comprometer la integridad mecánica del dispositivo. En este contexto, los principios geométricos del origami han servido de base para el diseño de metamateriales inteligentes, capaces de modificar su comportamiento funcional en respuesta a estímulos externos.

Particularmente, el trabajo de Hu *et al.* (2020) constituye un aporte clave en esta línea de investigación. En él, se desarrolló un brazo manipulador con tres dedos blandos, utilizando un muelle plegable de origami como estructura base. Esta

configuración permitió imitar los movimientos ondulantes de los gusanos segmentados, aprovechando la alta compresibilidad y reversibilidad del diseño para generar desplazamientos precisos y controlados. La estructura, al ser comprimida o extendida, exhibe una elasticidad colapsable y reconfigurable, ajustando sus propiedades mecánicas en función de la tarea.

Uno de los elementos distintivos de este enfoque es la implementación de impresión 3D con tecnologías de modelado por deposición fundida o resina, lo que permitió incorporar parámetros programables como patrones de pliegue, orientación (valle o montaña), densidad de relleno y rutas de material. Estas variables determinaron la respuesta estructural del dispositivo, lo que convierte a estos metamateriales en sistemas altamente personalizables y programables, alineados con las demandas de la robótica blanda.

Desde una perspectiva funcional, esta clase de estructuras híbridas que combinan principios de diseño mecánico con materiales adaptativos permite el desarrollo de robots con autonomía estructural, capaces de transformar su forma y comportamiento según el entorno. Ello abre nuevas posibilidades en campos como la manipulación de objetos delicados, la exploración de espacios reducidos o irregulares, y la fabricación de dispositivos médicos mínimamente invasivos.

En suma, la transformación de metamateriales inspirados en el origami en robots totalmente programables no solo representa un avance técnico, sino también un cambio de paradigma en la concepción del diseño robótico. A través de esta estrategia, se articulan los fundamentos matemáticos del plegado con las capacidades de fabricación digital, consolidando un nuevo lenguaje de interacción entre materia, forma y función (ver Figura 8).

Figura 8. Exploración del plegado como recurso para comprender las formas y funciones de los sistemas blandos.

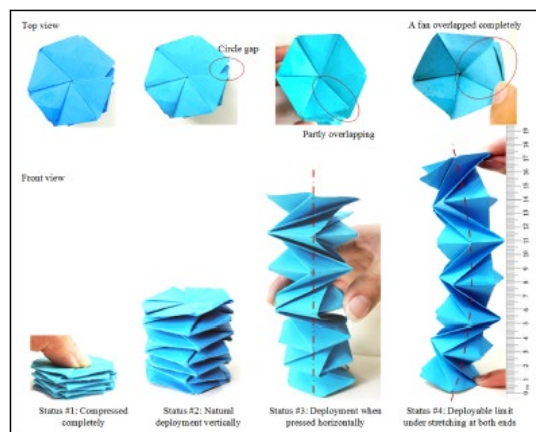


Figure 3. Intrinsic metamaterial mechanisms of the collapsible paper spring: (a) Status #1-#2: highly reversible compressibility, (b) status #2-#3: good switchability between transverse compression and longitudinal stretchability, and (c) status #4: curvilinear deployment.

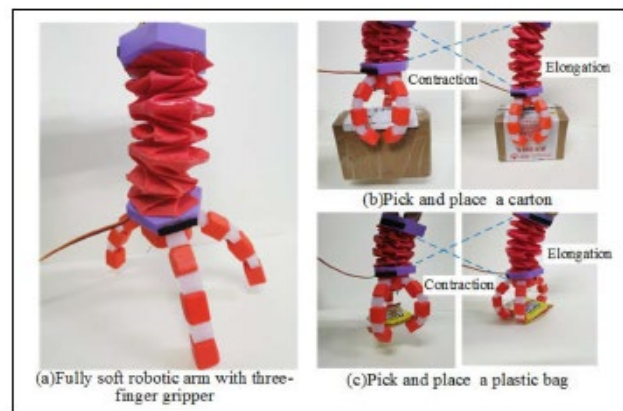


Figure 6. A fully soft manipulator with a highly reversible compressible arm: (a) fully soft robotic arm with a three-finger gripper. (b) Pick and place a carton. (c) Pick and place a plastic bag.

Nota. Izquierda: muelle de papel (compresión, cambio transversal y despliegue curvo); derecha: brazo blando con pinza elongable que agarra una caja y una bolsa. Ambas ilustran el paradigma que integra el plegado matemático, la fabricación digital y la relación materia-forma-función. Tomado de Hu et al. (2020).

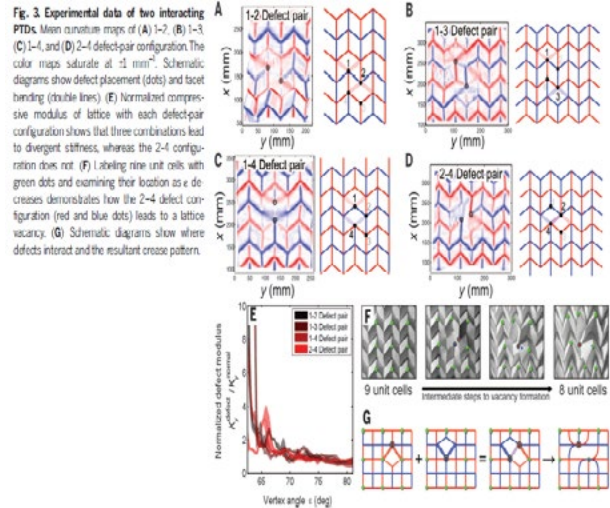
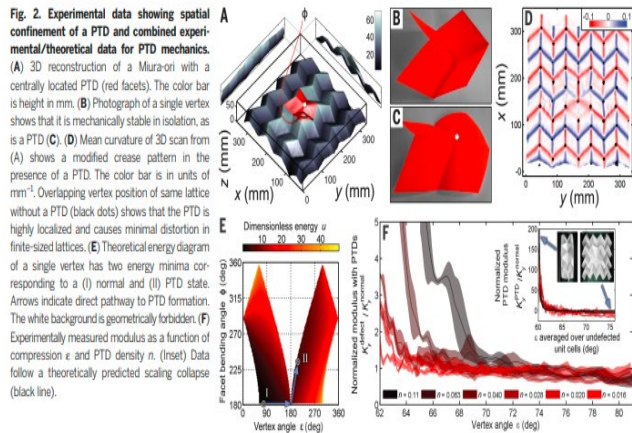
Metamateriales y teselaciones

Silverberg *et al.* (2020) mostraron cómo las teselaciones dinámicas inspiradas en origami pueden transformar materiales convencionales en metamateriales mecánicos con propiedades adaptativas. Su comportamiento físico depende directamente de la configuración del

plegado, lo que permite modificar su rigidez y orientación estructural en tiempo real.

En la figura 9 se ilustran ejemplos de cómo cambiando el patrón de la superficie del material cambia su comportamiento mecánico (Silverberg *et al.*, 2020) (ver Figura 9).

Figura 9. Relación entre patrones de plegado y comportamiento mecánico en materiales estructurados.



Nota. Se ilustran ejemplos donde variaciones en los patrones de plegado modifican el comportamiento mecánico del material, evidenciando cambios en su rigidez, deformación y respuesta. Tomada de Silverberg et al. (2020).

Aplicaciones biomédicas mediante mecanismos de plegado estructural

Los científicos han utilizado diversas técnicas inspiradas en el origami para abordar problemas médicos, aprovechando la capacidad de las estructuras plegadas para transformarse cambiando su volumen, adaptarse a los sistemas biológicos y ofrecer otras ventajas como la biocompatibilidad y la eficiencia en la fabricación. A continuación, se describen algunas de las formas en que se han aplicado estas técnicas (Ahmed et al., 2020) (ver Figura 10):

- **Andamios de tejido:** El origami se ha empleado para crear andamios tridimensionales para la ingeniería de tejidos y la medicina regenerativa. Estos andamios proporcionan un entorno 3D para que las células faciliten la formación de tejido. Por ejemplo, se ha utilizado papel biocompatible y flexible para fabricar andamios inspirados en origami.
- **Sistemas de administración de fármacos:** Se han desarrollado dispositivos basados en

origami para la administración oral de fármacos. Un ejemplo es un dispositivo en miniatura auto plegable hecho de hidrogeles que mejora la mucoadhesión, la administración unidireccional dirigida y la protección del fármaco a través del epitelio mucoso. También se han creado microcápsulas ajustables utilizando bicapas de hidrogel que se pliegan mediante hinchamiento para encapsular moléculas pequeñas, con la capacidad de liberar su contenido mediante cambios de pH.

- **Stents y catéteres:** Los principios del origami se han aplicado en la fabricación de stents y catéteres para uso biomédico. En el caso de los catéteres para la fibrilación auricular (FA), se ha investigado el uso de estructuras de origami desplegables para mejorar el diagnóstico y el tratamiento mediante terapia de electrofisiología. Estos catéteres pueden plegarse para una inserción mínimamente invasiva y luego expandirse para mapear la actividad eléctrica del corazón.
- **Implantes:** Se han diseñado implantes portátiles con comportamientos de despliegue y retracción variables inspirados en el origami para facilitar la funcionalidad in vivo con una

mínima invasividad. Estos meta-implantes pueden cambiar de forma mediante la aplicación de una fuerza externa, adaptándose a su entorno físico. También se han presentado implantes desplegados multicapa, inspirados en las muñecas rusas, que aumentan de tamaño utilizando globos de silicona y estructuras cúbicas de diferentes tamaños, prometiendo aplicaciones en cirugías mínimamente invasivas e implantes óseos.

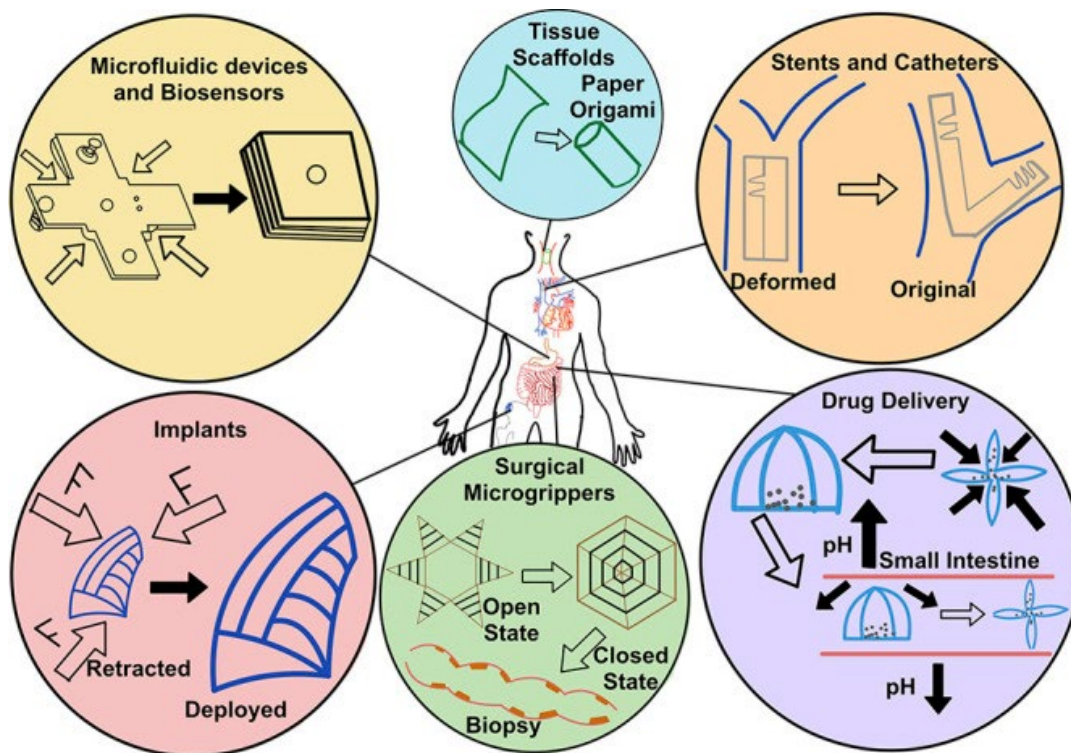
- **Microdispositivos y biosensores microfluídicos:** El origami ha simplificado la fabricación de dispositivos microfluídicos. Se han desarrollado dispositivos analíticos de papel basados en origami que contienen múltiples reservorios y canales para realizar análisis de múltiples analitos. Estos dispositivos son de bajo costo, portátiles y desechables, y se han utilizado para la detección de contaminantes en alimentos y el análisis de fluidos biológicos.

Además, se han creado biosensores basados en papel utilizando técnicas de plegado de origami para diversas aplicaciones de detección.

- **Uso del origami en cirugía:** Se han desarrollado micropinzas quirúrgicas inspiradas en origami que pueden ser accionadas de forma remota mediante estímulos como campos magnéticos, temperatura o productos químicos.

Estas micropinzas sin ataduras pueden utilizarse para recoger y recuperar sustratos o realizar biopsias de forma mínimamente invasiva. Se ha demostrado la funcionalidad in vivo de estas micropinzas metálicas para mejorar los procedimientos de biopsia, logrando tasas de éxito significativamente mayores en la toma de muestras de tejido. También se menciona el uso de origami en la forma de un robot de microcirugía gastrointestinal para minimizar la invasividad durante la cirugía.

Figura 10. Aplicación de los principios del origami en el diseño de sistemas biomédicos avanzados.



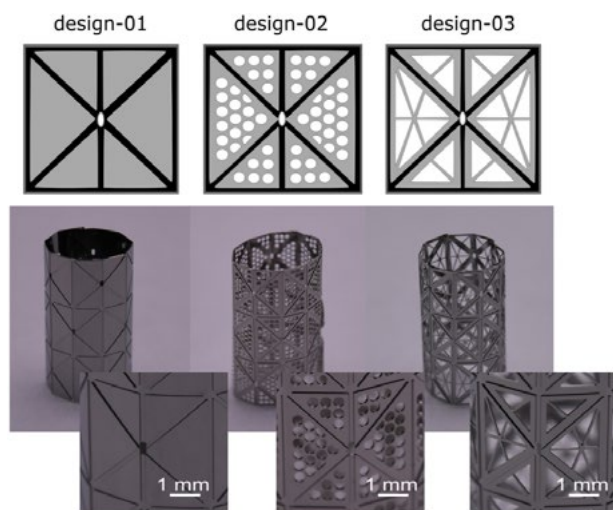
Nota. Aplicaciones médicas del origami: microfluidos, implantes, andamios tisulares, microgrippers quirúrgicos, stents y liberación controlada de fármacos. Tomada de Ahmed et al. (2020)

Láminas plegadas para biomedicina

La implantación de dispositivos médicos plantea un desafío constante: lograr procedimientos menos invasivos sin comprometer la funcionalidad del implante. En este contexto, los diseños inspirados en el origami ofrecen una alternativa eficaz, ya que permiten que los dispositivos se compriman para su inserción en catéteres de pequeño diámetro y, una vez posicionados, se expandan controladamente para desempeñar su función terapéutica (Velvaluri *et al.*, 2021).

Los principales retos en este tipo de desarrollos se relacionan con la delicadeza de los mecanismos de expansión, que en los métodos tradicionales requieren fuerzas externas como el inflado de globos, y con las limitaciones geométricas impuestas por el espacio anatómico disponible. A ello se suman otros factores críticos como la necesidad de mantener una porosidad específica que garantice el flujo sanguíneo y la integración tisular, la flexibilidad extrema en aplicaciones neurológicas y la precisión en la transición de estructuras bidimensionales a configuraciones tridimensionales complejas y funcionales (ver Figura 11).

Figura 11. Despliegue y configuración geométrica de estructura plegable en proceso de expansión.



Nota. Tomada de Velvaluri *et al.* (2021).

Los estudios de Velvaluri *et al.* (2021) demuestran que la aplicación de principios geométricos del origami permite reducir el tamaño inicial de los implantes y lograr un despliegue autónomo, estable y controlado, eliminando la dependencia de mecanismos externos. El empleo de aleaciones con memoria de forma en películas delgadas facilita la autoexpansión a temperatura corporal, mientras que la fabricación monolítica sobre obleas posibilita una personalización precisa del diseño, la porosidad y la resistencia mecánica de cada dispositivo. Es así como las láminas plegadas inspiradas en origami representan una solución avanzada para el desarrollo de implantes médicos compactos, reconfigurables y mínimamente invasivos, capaces de adaptarse con exactitud al entorno fisiológico y mejorar la eficiencia de los procedimientos quirúrgicos (Velvaluri *et al.*, 2021).

Actuación fluidica para electrocorticografía mínimamente invasiva

El problema central abordado es la invasividad de los procedimientos de implantación de dispositivos de electrocorticografía (ECoG) de gran área para el registro de actividad cerebral en casos de epilepsia. Los dispositivos tradicionales requieren craneotomías grandes (aberturas en el cráneo mayores que el propio implante), lo que aumenta significativamente los riesgos de infecciones, complicaciones quirúrgicas, problemas estéticos, hospitalizaciones prolongadas y costos clínicos elevados, limitando la viabilidad del monitoreo crónico. Los enfoques menos invasivos existentes, como tiras de electrodos o mallas flexibles, tienen cobertura cortical restringida por el ancho de la incisión craneal (Coles *et al.*, 2024).

La ingeniería inspirada en origami revolucionó esta tecnología médica mediante el desarrollo de un implante ECoG mínimamente

invasivo (MI-ECoG) que integra principios de plegado programable con actuadores fluidicos avanzados. El diseño utiliza un patrón de plegado tipo “acordeón” que permite comprimir el dispositivo para inserción a través de una

pequeña craneotomía de 12 mm, seguido de expansión impulsada por fluido que despliega el implante desde 4 mm hasta 20 mm de ancho una vez posicionado (ver Figura 12).

Figura 12. Implante cerebral flexible inspirado en origami con mecanismo de plegado para inserción y expansión mediante actuadores fluidicos.

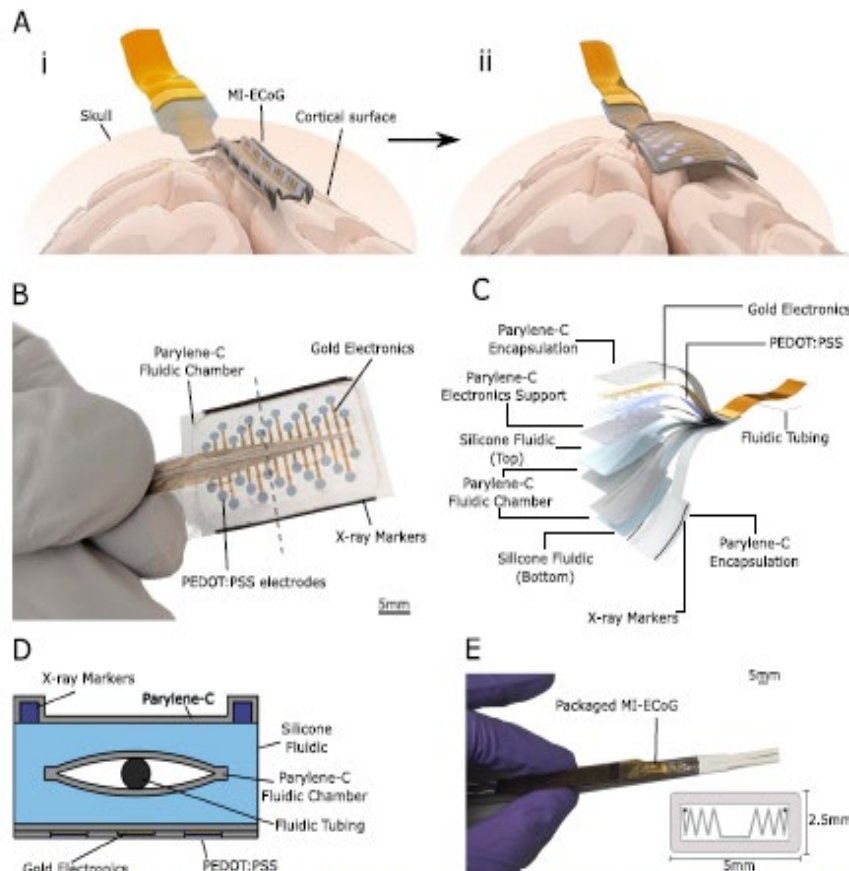


Fig. 1 | Overview and design of the origami-inspired minimally invasive electrocorticography system. A Illustration of the MI-ECoG concept: (i) A folded ECoG device is implanted onto the cortical surface using a burr-hole craniotomy (ii) Expanded to using fluidic actuation provide large-area cortical sensing. **B** An overview of the fabricated thin film MI-ECoG device. The dashed line indicates the location of the 2D cross-section shown in Fig. 1D. **C** An exploded cross-sectional

view of the structure of the MI-ECoG device. **D** A 2D cross-sectional diagram of the MI-ECoG device. **E** Illustration of the custom implantation tool used to package and insert the MI-ECoG. A cross-sectional illustration (not to scale) from the front of the tool shows the illustration of a folded MI-ECoG device packaged within the custom introduction tool.

Nota. El implante tipo MI-ECoG se pliega para facilitar su inserción y se despliega en el tejido mediante actuadores fluidicos, optimizando la adaptación a la superficie cerebral. Tomado de Coles et al. (2024).

Esta innovación científica del origami aplicada a la ciencia de materiales y tecnología médica logró aumentar cinco veces la cobertura cortical comparado con el estado inicial y 6.7 veces más que otros dispositivos robóticos blandos, demostrando cómo los principios

geométricos tradicionales pueden transformar procedimientos neuroquirúrgicos complejos en intervenciones mínimamente invasivas.

Además de sus diversas aplicaciones en la ciencia y la ingeniería, el origami ofrece múltiples ventajas en el proceso educativo, espe-

cialmente en la enseñanza de la tecnología, por lo que los estudiantes que logren aprender conceptos de origami tendrían oportunidades de seguir desarrollando nuevas soluciones en otras áreas del conocimiento.

Educación tecnológica y origami: ventajas y desafíos

El origami, entendido como una estrategia de mediación entre la abstracción conceptual y la experiencia tangible, se ha convertido en un recurso didáctico innovador dentro de la enseñanza de la tecnología. Su valor educativo no radica únicamente en el acto creativo de plegar papel sino en el conjunto de procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales que activa. A través del plegado, el estudiante desarrolla habilidades que abarcan desde

la visualización espacial y el pensamiento lógico, hasta la planificación algorítmica, la precisión motriz y la creatividad aplicada al diseño tecnológico.

En este sentido, el origami representa una metodología interdisciplinaria que vincula la matemática, la física, la ingeniería, el arte y la educación ambiental. Su aplicación en el aula favorece el aprendizaje por descubrimiento, la resolución de problemas y la reflexión sobre los procesos constructivos, convirtiéndose en una herramienta que integra teoría, práctica e innovación.

A continuación, se presenta una síntesis de las principales ventajas pedagógicas del origami en la enseñanza de la tecnología, articuladas con los procesos de aprendizaje que promueve y las competencias que potencia en los estudiantes (ver Tabla 1).

Tabla 1. Principales ventajas pedagógicas del origami en la enseñanza de la tecnología

Ventaja u oportunidad	Descripción y Contexto tecnológico
Estimulación del pensamiento computacional y algorítmico	Las secuencias de plegado pueden ser interpretadas como una serie de instrucciones precisas, similares a un código o algoritmo. Esto introduce a los estudiantes en el pensamiento computacional y en la representación visual de estos procesos (Romero, 2020).
Comprensión de conceptos de ingeniería y estructura	A través del origami, los estudiantes pueden comprender principios de ingeniería (resistencia de materiales, diseño estructural, biomecánica) y geometría tridimensional de manera práctica y tangible, resultando más efectivo que las representaciones gráficas tradicionales (Becerra Ramírez, 2021).
Fortalecimiento de habilidades cognitivas fundamentales	Promueve habilidades como el pensamiento lógico, la resolución creativa de problemas y la creatividad. Estimula la atención y la concentración sostenida al detalle.
Fomento de la Interdisciplinariedad (STEAM)	Actúa como un recurso integrador que dialoga con las áreas del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), promoviendo una formación interdisciplinaria, creativa y crítica (Romero, 2020).
Promoción de metodologías activas y aprendizaje significativo	Se visualiza como una herramienta pedagógica experiencial que integra la teoría y la práctica a través de la manipulación, el ensayo y la investigación para la creación de diseños propios.
Uso de herramientas digitales y simulación	La comprensión de la estructura del origami ha permitido su simulación por ordenador para lograr figuras con gran precisión. La creación de diagramas de plegado y la exploración de <i>software</i> de diseño introduce el pensamiento computacional (Becerra Ramírez, 2021).
Desarrollo de habilidades motoras finas	La manipulación del papel y la precisión requerida para crear figuras de origami ayudan a desarrollar motricidad fina. Como lo desarrolló Sonia Muñoz en <i>El origami herramienta didáctica del desarrollo de la motricidad fina</i> , se menciona que el hacer origami implica una coordinación óculo manual precisa, manipulando papel en la realización de dobleces, pliegues, seguimiento de instrucciones (Muñoz Alvarez, 2022).
Es una oportunidad para hablar de la inteligencia emocional y salud mental de los jóvenes.	El origami requiere paciencia y perseverancia, ya que algunas figuras pueden ser complejas y requerir varios intentos. Este proceso enseña manejo de la frustración a los estudiantes a no rendirse ante los desafíos y a aprender de sus errores.

Nota. Elaboración propia.

Como puede observarse, el origami constituye una herramienta transversal que integra múltiples dimensiones del aprendizaje tecnológico. Su aplicación fomenta una formación integral en la que convergen la lógica, la sensibilidad estética, la conciencia ambiental y la capacidad de innovación, pilares esenciales de una educación tecnológica contemporánea.

Si bien el origami constituye un recurso didáctico valioso en la enseñanza de la tecnología, su implementación enfrenta limitacio-

nes teóricas, metodológicas y prácticas que dificultan su consolidación como estrategia educativa formal. Diversos estudios han señalado que la falta de sistematización conceptual, la percepción reduccionista de su valor pedagógico y las dificultades operativas en el aula limitan su aprovechamiento integral. A continuación, se presentan las principales desventajas y desafíos identificados en la literatura reciente sobre el tema.

Tabla 2. Desafíos pedagógicos y conceptualización

Desafío o Desventaja	Descripción y Contexto tecnológico
Baja exploración y producción bibliográfica en tecnología	"El área de Tecnología obtuvo un porcentaje bajo (8 %) de manuscritos en revisiones sistemáticas, mientras que Matemáticas obtuvo un 54 %, evidenciando que el origami es un área poco explorada en la Educación Básica y Media (EBM) en este campo" (Romero, 2020)
Falta de marco teórico unificado	El origami no cuenta con una teoría unificada ni con un conjunto de lineamientos globales y determinantes en términos de educación (Romero, 2020).
Percepción limitada como pasatiempo	Algunos docentes consideran el origami solo como un pasatiempo o una actividad que carece de conexión con procesos de formación o actividades académicas, lo que retrasa su implementación (Becerra Ramírez, 2021).
Riesgo de aplicación inconstante e inefectiva	La enseñanza inadecuada por parte de los docentes y las limitaciones de tiempo pueden generar desinterés, frustración y aburrimiento en los niños (Gonzalez Morales, 2021).
Pérdida de creatividad si solo se siguen instrucciones	La idea de la papiroflexia como un mero hecho de seguir instrucciones (sin ahondar en el proceso creativo) perdura en la enseñanza tradicional, lo que se aleja de la creatividad (Cuadrillero, 2021)
Problemas de habilidad motriz fina específicos	Algunos estudiantes presentan dificultades en la habilidad motriz fina, lo que puede complicar la realización de los plegados y/o el ensamble de las figuras modulares (Sandoval Camargo, 2014).
Dificultad en el seguimiento de instrucciones secuenciales	Los estudiantes pueden tener problemas en el ensamble, análisis, interpretación, observación e incluso en la receptividad de la instrucción dada (Sandoval Camargo, 2014).
Curva de aprendizaje	El origami puede tener una curva de aprendizaje pronunciada, especialmente para principiantes. Algunas figuras pueden ser difíciles de plegar, lo que puede generar frustración y desmotivación en los estudiantes.
Tiempo y recursos	La enseñanza de origami puede requerir tiempo y recursos adicionales, como papel especial, herramientas de plegado y la capacitación del docente. Esto puede ser un desafío en contextos educativos con limitaciones de tiempo y recursos.
Dificultad en la evaluación	Evaluar el aprendizaje de los estudiantes en origami puede ser un desafío. Si bien se pueden evaluar las habilidades técnicas y la creatividad, es importante considerar otros aspectos como la comprensión de conceptos y la aplicación de conocimientos. El origami es una herramienta más dentro de un enfoque pedagógico integral.

Conclusiones

El origami se ha consolidado como un lenguaje universal del diseño, la ciencia y la educación. A lo largo de este artículo se ha demostrado que sus principios geométricos y estructurales no solo inspiran innovaciones tecnológicas en campos como la ingeniería aeroespacial, la robótica o la biomedicina, sino que también ofrecen posibilidades pedagógicas únicas para repensar la enseñanza de la tecnología desde una perspectiva más creativa, reflexiva y humanista.

Desde la dimensión científica, el origami ha permitido concebir soluciones que antes parecían inalcanzables. Las estructuras plegables de paneles solares, los telescopios espaciales que se despliegan con precisión milimétrica, los implantes biomédicos autoexpandibles o los robots blandos impresos en 3D, son manifestaciones concretas de cómo la lógica del plegado puede transformar el conocimiento en funcionalidad. En estos desarrollos se entrelazan la matemática, la física, la ingeniería y la imaginación, demostrando que la creatividad y la ciencia no son dimensiones opuestas, sino complementarias.

Ahora bien, en el ámbito educativo, el origami es capaz de conectar la mente con las manos, el pensamiento abstracto con la acción concreta. Su práctica potencia competencias cognitivas y procedimentales esenciales como el razonamiento lógico, la visualización espacial y la precisión técnica, al mismo tiempo que cultiva la paciencia, la colaboración y la perseverancia. Rubio y Pérez (2024) concluyen que el uso del origami en el aula debe incentivar a los estudiantes a explorar las matemáticas en contextos distintos al entorno escolar. Asimismo, esta práctica puede adquirir una dimensión científica al permitir el estudio de teoremas geométricos a través del doblado de papel (Algaba Medina, 2010). En consecuencia, estos conceptos matemáticos pueden vincularse con la enseñanza de la tecnología, favoreciendo

que el estudiante asuma un papel activo en la construcción de su propio conocimiento.

Sin embargo, su implementación en los espacios escolares todavía enfrenta limitaciones conceptuales y estructurales. La falta de marcos teóricos unificados, la escasa producción científica en el campo de la educación tecnológica, y la percepción del origami como simple pasatiempo continúan restringiendo su potencial formativo (Romero, 2020; Becerra Ramírez, 2021). A ello se suman las dificultades motrices, la escasez de recursos y la necesidad de docentes formados en metodologías activas e interdisciplinarias. Superar estos obstáculos exige políticas educativas que reconozcan la importancia del aprendizaje basado en el hacer, así como programas de formación docente orientados al pensamiento creativo, al diseño y a la sostenibilidad.

Para finalizar, el origami nos enseña que plegar no es solo doblar una hoja, sino pensar en múltiples dimensiones, comprender la estructura del mundo desde la forma y el movimiento. En la ingeniería, se convierte en una estrategia de eficiencia y elegancia estructural; en la educación, en una metáfora poderosa del aprendizaje: cada pliegue es una decisión, cada figura una posibilidad de reconstruir lo conocido. Su incorporación consciente y sistemática en la enseñanza de la tecnología puede fortalecer una educación creativa y transformadora, donde el conocimiento se despliegue al igual que el papel en nuevas formas de entender, construir y habitar el mundo.

Referencias

- Ahmed, A. R., Gauntlett, O. C. y Camci-Unal, G. (2021). Origami-inspired approaches for biomedical applications. *ACS Omega*, 6(1), 46–54. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c05275>
- Adams, S. (2015, marzo 15). *Origami tutorial: Hydrangea (Shuzo Fujimoto)* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/zu5F0Hmd3ZA>

- Algaba Medina, D. A. (2010). *Papiroflexia (unidad didáctica)*. Museo del Juego. http://museo-deljuego.org/wp-content/uploads/contenidos_0000001053_docu1.pdf
- BBC News Mundo. (2025, febrero 16). *Cómo Rusia lanzó un espejo gigante al espacio hace más de 30 años con el ambicioso plan de “iluminar Siberia durante los oscuros meses de invierno”*. <https://www.bbc.com/mundo/articles/cq8kwd0j7npo>
- Becerra Ramírez, D. (2021). *Origami como herramienta gamificadora en los procesos de enseñanza* [Trabajo de grado; Universidad de Santander]. Repositorio Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/1cc2d2bc-dd5c-4a30-a278-c7a539531976>
- Coles, L., Ventrella, D., Carnicer-Lombarte, A., Elmi, A., Troughton, J. G., Mariello, M., El Hadwe, S., Woodington, B. J., Bacci, M. L., Malliaras, G. G., Barone, D. G. y Proctor, C. M. (2024). Origami-inspired soft fluidic actuation for minimally invasive large-area electrocorticography. *Nature Communications*, 15, 6290. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-50597-2>
- Cuadrillero, D. (2021). *Geometría, origami y creatividad en el aula de primaria* [Trabajo de grado; Universidad de Valladolid]. Repositorio Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/49138>
- González Morales, N. (2021). *El origami como recurso didáctico facilitador del aprendizaje* [Trabajo de grado; Universitaria Agustiniiana]. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/items/7ca8676f-ed00-46af-ba19-4574942b4906>
- Hu, F., Wang, W., Li, X., Wang, Y., Liu, H. y Chen, Y. (2020). Origami spring-inspired metamaterials and robots: An attempt at fully programmable robotics. *Science Robotics*, 5(47), eabb2910. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.abb2910>
- Miyashita, S., Guitron, S., Ludersdorfer, M., Sung, C. y Rus, D. (2017). *Self-folding origami robots*. *Science Robotics*, 2(9), eaao4369. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aao4369>
- Muller, D. (2019, agosto 4). *Ingeniería con origami* [Video]. YouTube (Veritasium).
- Muñoz Álvarez, S. C. (2022). *El origami como herramienta didáctica para favorecer el desarrollo de la motricidad fina en niños* [Trabajo de grado; Universidad Santo Tomás]. Repositorio USTA. <https://repository.usta.edu.co/items/cac13644-0b25-485e-85cd-7e9add1831b1>
- NASA. (2013, mayo 12). *Lunar rover vehicle foldup animation* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/7OL3OmM-CYQ>
- Oberth, H. (1923). *Die Rakete zu den Planetenräumen*. R. Oldenbourg.
- Onal, C. D. y Tolley, M. T. (2014). *Origami-inspired printed robots*. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 20(5), 2214–2221. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2014.2362641>
- Parque Explora. (2021, diciembre 27). *James Webb, origami en el espacio* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/Zqmtu8LiWlg>
- Pérez Achagua, D. A. y Rubio Salas, J. A. (2024). *El origami como herramienta gamificada en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geometría en estudiantes de octavo grado en la institución educativa indígena San Juan Bosco, Leticia, Amazonas* [Trabajo de grado; Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/63561>
- Pilon, B. A. (s. f.). *Artistas del origami a lo largo de la historia*. https://issuu.com/brendaarmandpilon/docs/libro_origami_para_issu/12
- Pilon, B. A. (s. f.). *Tipos de origami*. https://issuu.com/brendaarmandpilon/docs/libro_origami_para_issu/s/11491529
- Pivetta, M. (2021, diciembre). El mayor telescopio espacial. *Revista Pesquisa FAPESP*, (310). <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/el-mayor-telescopio-espacial/>

- Romero, M. (2020). *El origami en la educación básica y media: Una revisión sistemática*. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/>
- Sandoval Camargo, N. C. (2014). *Diseño de una secuencia didáctica que integra el uso de origami para el aprendizaje de la factorización en grado octavo* [Trabajo de grado; Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/items/c5d95b03-4588-488a-ab7f-395cd0c4ede5>
- Silverberg, J. L., Na, J.-H., Evans, A. A., Liu, B., Hull, T. C., Santangelo, C. D., Lang, R. J., Hayward, R. C. y Cohen, I. (2014). Using origami design principles to fold reprogrammable mechanical metamaterials. *Science*, 345(6197), 647–650. <https://doi.org/10.1126/science.1252876>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2021, mayo 3). *Origami: doblar papel no es solo entretenimiento*. <https://ciencia.unam.mx/leer/1114/origami-doblar-papel-no-es-solo-entretenimiento>
- Velvaluri, P., Guo, H., Li, M. y Huang, H. H. (2021). Origami-inspired thin-film shape memory alloy devices. *Science Advances*, 7(22), eabf8528. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf8528>
- Zirbel, S. A., Lang, R. J., Thomson, M. W., Sigel, D. A., Walkemeyer, P. E., Trease, B. P., Magleby, S. P. y Howell, L. L. (2013). Accommodating thickness in origami-based deployable arrays. *Journal of Mechanical Design*, 135(11), 111005. <https://doi.org/10.1115/1.4025372>