

ORIGINAL

ERIZOS DE MAR: CIENCIA Y MITOS

SEA URCHINS: SCIENCE AND MYTH

Manuel Elices Calafat^{1,2}

1. Académico Numerario de la RAC
2. Académico Numerario de la RAI

RESUMEN

Los erizos de mar son animales extraños; tienen simetría pentagonal, ven sin tener ojos, tienen la piel erizada (nunca mejor dicho) de espinas y están más cerca de nosotros - desde el punto de vista del desarrollo embrionario - de lo que podemos imaginar.

Por si esto fuera poco, los fósiles de erizo han tenido protagonismo desde el neolítico hasta nuestros días. Se han asociado con diversos mitos y con la farmacopea tradicional.

Recientemente - con el auge del biomimetismo - la concha de los erizos ha sugerido a los arquitectos nuevas formas para el diseño de cúpulas. El material del caparazón ha inspirado la fabricación de hormigones más ligeros y resistentes. También, las espinas han proporcionado ideas para crear nuevos materiales más tenaces frente a los impactos.

Palabras clave: Equinodermos; Osículos; Espinas; Gónadas; Erizos fósiles.

ABSTRACT

Sea urchins are extraordinary creatures; they have pentagonal symmetry, they can see without eyes, and their skin bristles with spines, yet they are closer to us - from the perspective of embryonic development - than we can imagine.

As if this weren't enough, fossils of sea urchins have played a leading role in human history from the Neolithic period to the present day. They have figured in various myths, and in traditional pharmacopoeia.

Recently, with the rise of biomimicry, shells of sea urchins have suggested new ways for architects to develop designs for domes. The shell material has also inspired the manufacture of lighter, stronger and tougher concrete. Furthermore, the spines have provided ideas for the creation of new impact-resistant materials.

Keywords: Echinoderms; Ossicles; Spines; Gonads; Fossil urchins.

Correspondencia

Manuel Elices Calafat

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España

Calle Valverde, 22 · 28004 · Madrid, España

E-mail: secretaria@rac.es

LOS ERIZOS Y EL MÁS ALLÁ

Worthington Gerge Smith (1835 - 1917) tuvo dos pasiones; las setas y la arqueología. Tenía pasión por las setas y las dibujaba con destreza, como *freelance*, para ilustrar libros de botánica. En más de una ocasión, los ingresos obtenidos por las ilustraciones aliviaron la situación económica familiar.

Su otra pasión era investigar los restos que dejaron los británicos en la Edad de Piedra, posiblemente incentivado por haber descubierto artefactos de sílex cuando buscaba setas.

Fue en una fría mañana de marzo en 1887 cuando Smith, al excavar, encontró un esqueleto y junto a él fósiles de erizos. El análisis de los restos óseos mostró que eran de una mujer joven y, probable-

mente, de un niño, de hace unos 4.000 años. Los dos estaban rodeados por más de un centenar de fósiles de erizos que se clasificaron como *Echinocorys scutata*. Lo más curioso es que en otros túmulos contiguos no se encontraron fósiles de erizos.

UNA BREVE INTRODUCCIÓN

Los erizos de mar pertenecen al filo de los equinodermos – como las estrellas de mar, las ofiuras o las holoturias – El nombre se debe a que la superficie de



Figura 1. Fósil de erizo de mar *Echinocorys scutata*.

Otros hallazgos mostraron semejanzas interesantes. Cuando Cecil Curwen excavó en 1934 en Whitehawk (Sussex) un túmulo neolítico, también descubrió un esqueleto de una joven junto con un niño y varios fósiles de erizo a su alrededor. Nuevos descubrimientos han aportado argumentos en favor de que los fósiles de erizo tuvieron algún significado ritual durante el Neolítico, en particular en los enterramientos. En Dinamarca también se han encontrado fósiles de erizos en tumbas del Neolítico. (McNamara K. J. 2011).

Antes de continuar, conviene recordar algunos detalles de los erizos que ayudarán a entender mejor a estos longevos animales.

estos animales está dotada de estructuras que sobresalen y espinas móviles (*echinos* significa espina, en griego, y *dermos* significa piel).

Un rasgo característico es la **simetría radial pentámera**, pero es un rasgo secundario; el cuerpo con simetría radial se desarrolla a partir de una región del embrión que tiene simetría bilateral.

El esqueleto no está construido por huesos sino por placas calcáreas, llamadas **osículos**, fusionadas formando una concha interna completa, muy apreciada por los veraneantes que se acercan al mar.

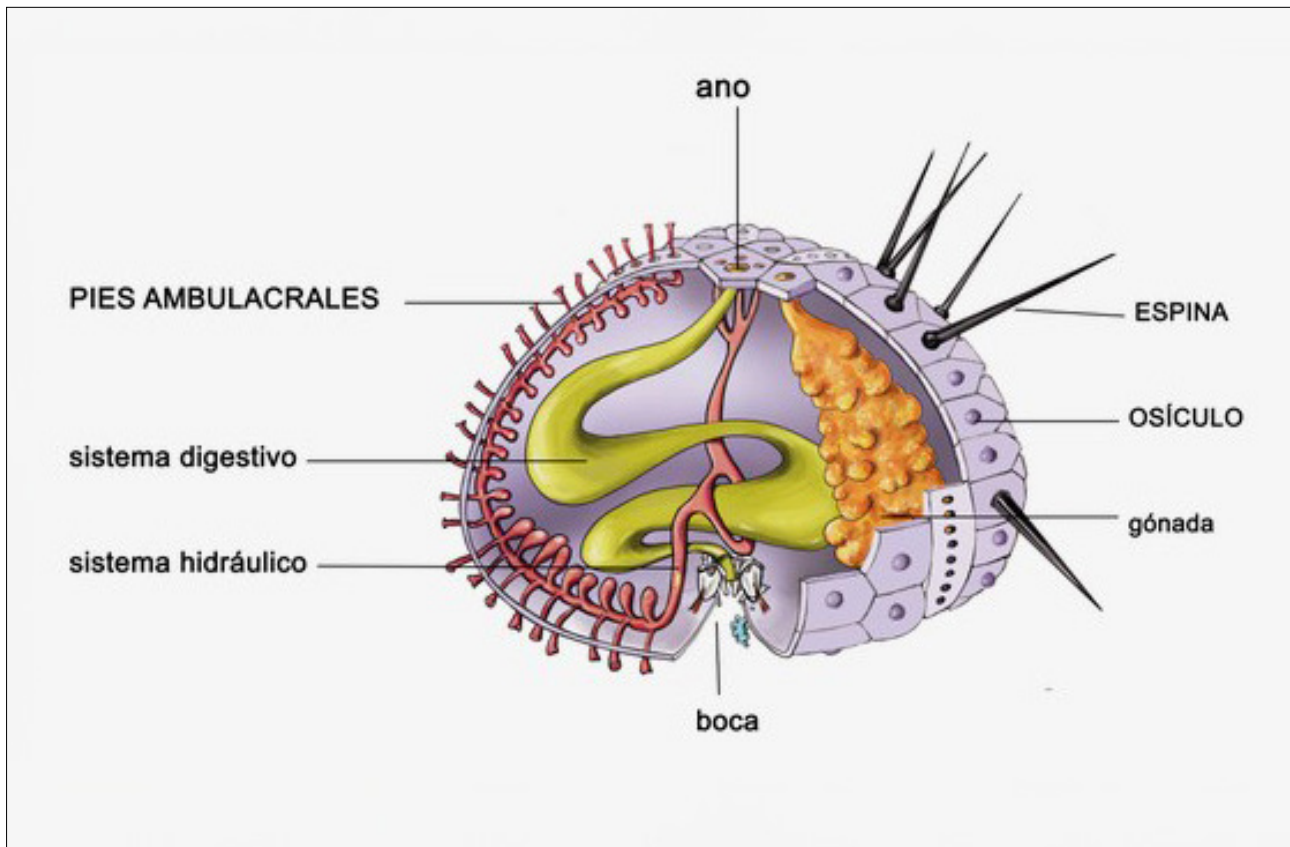


Figura 2. Esquema de un erizo de mar.

Su sistema hidráulico interno es el que mueve los circuitos tubulares que en la superficie forman los **pies ambulacrales** encargados de muchas funciones; como la locomoción, la fijación al substrato o la alimentación. Los erizos también se mueven mediante las **espinas móviles** que además les sirven de defensa.

Los equinodermos carecen de cerebro, pero tienen un sistema nervioso plenamente operativo y son depredadores importantes.

Los erizos gozan de un inmenso éxito evolutivo. Se remontan hasta el Cámbrico, hace más de 500 millones de años. En la actualidad, han sobrevivido dos subclases: Los *Periscoequinoideos*, considerados los más primitivos, están provistos de espinas largas y anchas en forma de lápiz y los *Euequinoideos*, que se subdividen en cuatro superórdenes; dos contienen los erizos de mar regulares y los otros dos erizos irregulares.

El aparato reproductor y en particular, el desarrollo embrionario del erizo de mar, nos deparan otras curiosidades

CAVIAR DE ERIZO

Las gónadas del erizo del mar (ver Figura 2) han sido muy apreciadas en el arte culinario – las valoran tanto como el caviar, incluso las llaman caviar de erizo -. Se consumen crudas en temporada (de enero a marzo). Tienen un sabor a mar, con un toque de salinidad y una textura suave y carnosa. En Japón se consumen más de 50.000 toneladas de erizos cada año, alrededor del 80% de la producción global. (Zatylny J. 2018).

Julio Camba, en *La casa de Lúculo o el arte de comer*, dice “El erizo es un extracto de mar, un hálito de borrasca, una esencia de tempestades. Al primero que uno se toma, la boca no se le hace simplemente agua: se la hace agua de mar, con todos los olores y los sabores marinos. Y después de tomarse quince o veinte docenas – porque el tomar este marisco no es comer ni beber, sino respirar en pleno océano – la más fina langosta le sabrá a uno a galápago y las mejores almejas a neumático de automóvil.”



Figura 3. Erizo de mar común *Paracentrotus lividus*.

El consumo de erizos de mar se ha constatado en concheros arqueológicos, situando su uso culinario en el Neolítico. Se piensa que en la gastronomía occidental, los griegos y los romanos influyeron en su popularización. Ateneo de Náucratis, en su obra *El banquete de los eruditos*, los describe como “Tiernos, jugosos, malolientes, producen saciedad, son digestivos y de cualquier modo tomados con ojimiel (mezcla de vinagre y miel), perejil y hierbabuena son estomacales, dulces y sabrosos”.

A Picasso le gustaban mucho los erizos. Los comía con fruición, acompañándose con un poco de pan. Los erizos fueron uno de sus *leitmotifs* marinos. Picasso suele asociar los erizos con las calaveras, otro de los motivos habituales en sus bodegones. En el cuadro *Naturaleza muerta con cráneo y tres erizos* el cráneo se contrapone a los erizos como símbolo de los placeres de la vida.

PANECILLOS MÁGICOS

Gastronomía, de nuevo, pero con erizos de mar fósiles. Herbert Toms (1874-1940), arqueólogo y folclorista inglés, se interesó por los *fairy loaves* (sugar loaves o fairy bread) que recolectaban y conservaban los campesinos del sur de Inglaterra. Eran fósiles de erizos – la mayoría de *Echinocorys* y *Micraster* – a los que atribuían propiedades mágicas. Los colocaban en hornos de pan para asegurar una buena cocción y sobre los manteles, no sólo por motivos decorativos, porque se creía que así se aseguraba que nunca faltaría pan en la casa.

EN 1920, Herbert Toms documentó que cuando la gente encontraba estos fósiles, en Dorset, creía que había tenido suerte, se los llevaba a casa y los colocaba en el alfeizar de las ventanas o en el frontispicio de sus casas. Posiblemente, por la misma razón que

hoy en día algunos cuelgan una herradura cerca de la puerta para tener buena suerte y, en el pasado, como amuleto protector contra brujerías.

Probablemente, estos mitos medievales tengan poco que ver con los motivos por los que los mismos fósiles se asociaron a los enterramientos neolíticos y otras razones, que desconocemos, incitaron a que acompañaran a sus seres queridos al más allá. Aun así, es evidente que estos erizos fósiles siempre han tenido un atractivo mágico. Cuando los campesinos encontraban estas piedras misteriosas, no siempre se las llevaban a casa, escupían sobre ellas y las tiraban sobre el hombro izquierdo para que les dieran suerte.

NUESTRO PARIENTE EL ERIZO DE MAR

El erizo de mar fue un buen modelo animal para estudiar el desarrollo embrionario, en particular en las primeras etapas. Las larvas de erizo son estructuras transparentes que nadan libremente, fáciles de recolectar y estudiar porque son relativamente grandes. Un pionero en la embriología experimental, Theodor Heinrich Boveri (1862-1915), al trabajar con erizos de mar mostró que era necesario que todos los cromosomas estuvieran presentes para que el desarrollo embrionario correcto tuviera lugar. Este descubrimiento contribuyó al progreso de la teoría cromosómica.



Figura 4. Naturaleza muerta con cráneo y tres erizos (cortesía del Museo Picasso, Málaga).

Somos parientes cercanos de los erizos de mar. En los primeros estadios del desarrollo de un embrión se forma una estructura esférica. Un grupo de células superficiales del embrión al invaginarse produce una cavidad interna y un orificio, el blastoporo, que comunica la cavidad con el exterior. En algunos grupos de animales, el origen de la abertura de la boca está en el blastoporo (grupo de los **Protostomados**; anélidos, artrópodos, moluscos). En otros animales, el blastoporo da lugar al ano y la boca se forma independientemente del blastoporo (grupo los **Deuterostomados**; equinodermos y cordados). Esta afinidad entre equinodermos y vertebrados induce a pensar que debe existir un antecesor común entre los erizos de mar y nosotros. Se especula que este antecedente pudo vivir durante el Cámbrico inferior. De ahí el interés en secuenciar el genoma del erizo.

El erizo de mar es el primer animal perteneciente a los deuterostomados, fuera de los cordados, cuyo genoma ha sido secuenciado. El genoma del erizo púrpura de California (*Strongylocentrotus purpuratus*) ha revelado sorprendentes datos. (Weinstock G. M. et al. 2006) Contiene 23.300 genes y, aun siendo tan primitivo, comparte con los humanos más de 7.000. Al comparar ambos genomas se puede ver qué genes humanos del linaje de los deuterostomados han cambiado poco y cuales han evolucionado rápido debido a la presión ambiental.

Algunos genes que se atribuían sólo a los vertebrados se han podido comprobar que también los posee el erizo de mar. Por ejemplo, los genes *eyeless* y *earless* que evolucionaron para hacernos ver y oír.

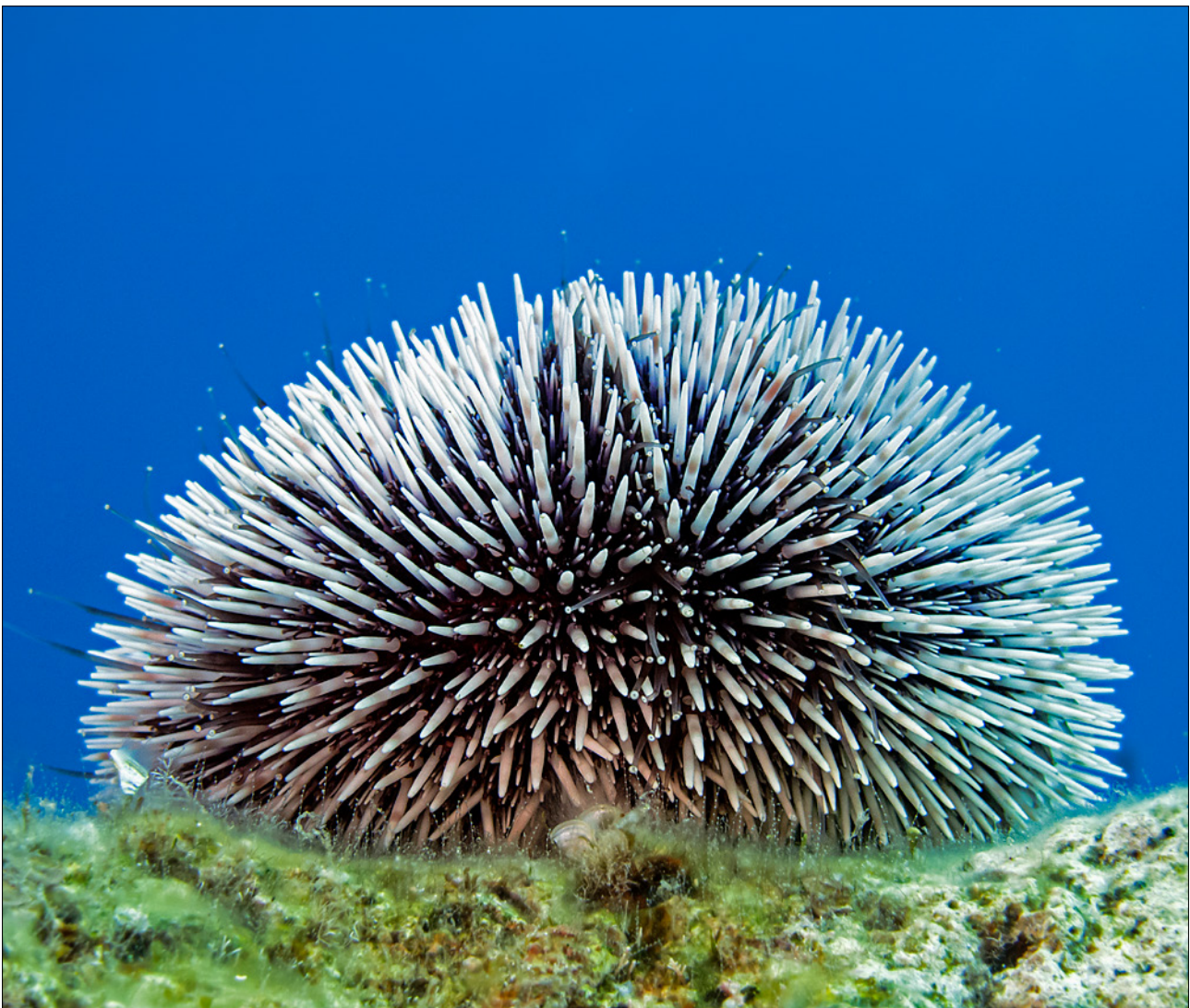


Figura 5. Erizo de mar rojo *Sphaerechinus granularis*, pariente del erizo púrpura.

VER SIN OJOS

Los erizos de mar son capaces de “ver” lo que tienen delante, sin tener ojos. Detectan la luz ambiental y usan esta información para ajustar su comportamiento. Pueden reconocer objetos, moverse hacia ellos o separarse, y apuntar sus espinas hacia determinados estímulos visuales. Muchos erizos se recubren con trozos de conchas y grava en respuesta a la luz diurna y se desprenden de ellos cuando llega la noche.

Los erizos responden tanto a la luz visible como a la ultravioleta, lo que indica que sus fotosensores deben estar en la superficie del caparazón porque la transmisión de estas radiaciones al interior es menor del 1%.

La descripción anatómica y molecular de las células fotorreceptoras proviene, en gran parte, de los estudios con los erizos púrpura. El análisis genético del *Strongylocentrotus purpuratus*, al que nos hemos referido, indica que posee un gran número de genes vinculados al desarrollo de la retina - el tejido sensible a la luz que recubre el interior del globo ocular en las

personas y otros vertebrados - en células receptoras concentradas en la base y en los extremos (discos) de los pies ambulacrales. Ver figura 6. (Ullrich-Lüter E. M. et al. 2011 y Agca C. et al. 2011).

Los erizos juveniles no responden a los estímulos luminosos hasta que no se ha formado el esqueleto. Como los fotorreceptores detectan la luz que proviene de cualquier dirección, se ha sugerido que la presencia del caparazón es necesaria para bloquear la que llega por detrás y por los lados, lo que permite “ver” lo que está delante de ellos.

HUEVOS DE SERPIENTE

Los erizos *Cidaroides* pertenecen a la subclase de los *Periscoequinoideos* y son el único orden vivo de esta subclase. Todos los demás órdenes se extinguieron durante el Mesozoico. Su caparazón es esférico y robusto, motivo por el que los fósiles de estos erizos se interpretaron antiguamente como huevos de animales mitológicos.

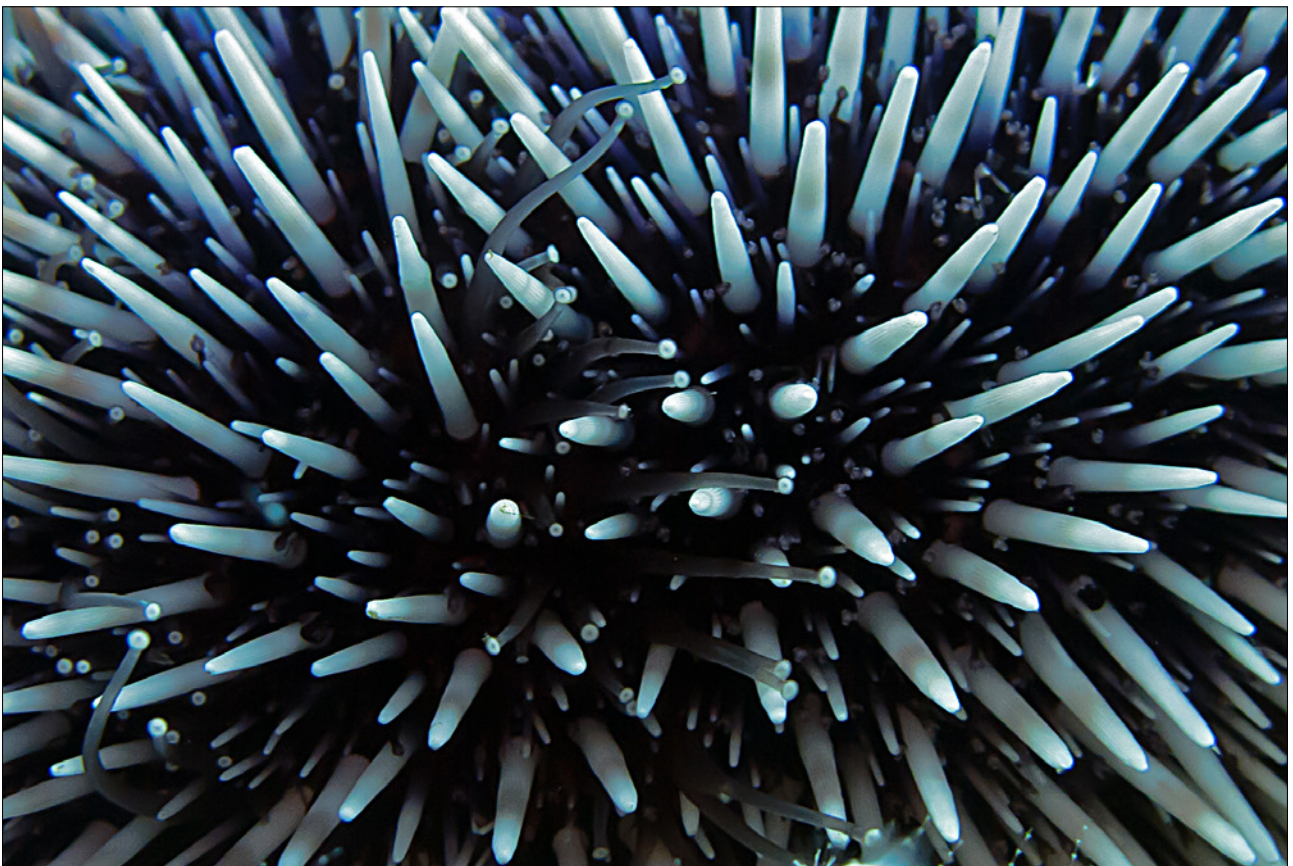


Figura 6. Detalle de los pies ambulacrales del erizo rojo.

En el folclore celta, los fósiles de cidarios se percibían como huevos de serpiente. Una atenta mirada muestra que tienen pequeños agujeros en la superficie (donde antes anclaban las espinas). (FIGURA 7a) Se pensaba que estos pequeños hoyos eran las marcas que habían dejado los dientes de las serpientes en los huevos. La leyenda cuenta que cuando los reptiles los lanzaban al aire, con sus silbidos, había que capturarlos antes de que cayeran al suelo y arrojarlos con un manto (FIGURA 7b). Se creía que las propiedades mágicas de estos huevos fluctuaban con las fases de la luna y solo revelaban todo su poder en momentos precisos.

El afortunado que poseía este amuleto era inmune a los venenos y protegido en las batallas. Plinio el Viejo era escéptico sobre la eficacia de estos poderes. Cita el caso de un noble soldado romano al que Claudio

mandó ejecutar por el mero hecho de ostentar sobre su pecho el amuleto. Plinio describe al que, posiblemente fuera un fósil de cidario, como *ovum anguinum*.

En las regiones de piedra caliza, como en Kent, llamaban huevos de tiza (Chalk eggs) a estos fósiles y los utilizaban para aliviar la acidez estomacal. Puesto que la tiza contiene carbonato cálcico, no era un mal remedio. También se utilizaron contra el mareo por los marinos, algunos no se atrevían a navegar sin llevar consigo alguno de ellos. Ahora, que se conoce que el mareo está relacionado con la acidez estomacal, parece razonable embarcarse con un huevo de tiza.

En varios túmulos celtas, como los de Saint-Amand-sur-Sèvre, se han encontrado fósiles de estos erizos, testimonio silencioso de antiguas creencias que los asociaban con objetos llenos de energía vital.



Figura 7a. Caparazón de un erizo cidaróide.



Figura 7b. Xilografía de 1497 que representa a un ladrón intentando robar un huevo - *ovum anguinum* - de un hacinamiento de serpientes⁴.



BIOMIMETISMO Y MATERIALES

“En la naturaleza los materiales son caros y la forma es barata, mientras que en la tecnología sucede lo contrario” (Vincent J. 2012). La naturaleza economiza el uso de los materiales que tiene disponibles y se las ingenia para diseñar con ellos complejas estructuras que resuelvan sus necesidades. Menos materiales y más diseño, es el paradigma que han utilizado los caparazones y las espinas de los erizos de mar.

El esqueleto de los erizos, además de soporte estructural, participa en numerosas actividades como en la locomoción, alimentación o defensa. Limitado por la energía y los recursos disponibles, el esqueleto de los erizos es un sistema optimizado en términos de rendimiento funcional. En consecuencia, puede utilizarse como modelo – basándose en el biomimetismo⁵ - para solucionar problemas en sectores industriales tan diversos como la ingeniería civil (hormigones ligeros y resistentes, p. e.) o en ciencias de la salud (andamios para prótesis, p. e.). Otros ejemplos curiosos – igualmente inspirados en los erizos – han sido; un sistema para recoger muestras del suelo, utilizado por un robot espacial basado en las mandíbulas del erizo (la linterna de Aristóteles) (Frank M. B. et al. 2016) o un sistema laparoscópico para biopsias, también sugerido por el aparato masticador del erizo (Jelinek F. et al. 2014).

Aunque el caparazón del erizo parece frágil, su forma, la estructura en placas y el tipo de material, lo hacen muy resistente. Los ingredientes de los **osículos** son; el carbonato cálcico - cualquiera que haya roto una tiza, sabe que el carbonato cálcico es frágil – y el aire. Sorprendentemente, el material de las placas es resistente gracias a su microestructura celular, una especie de espuma conocida como estereoma⁶ (Seidel R. et al. 2025, Elices M. et al. 2025). Las conchas de los erizos han inspirado a los ingenieros nuevos hormigones más tenaces.

Las **espinas** son duras y fuertes. Tienen que soportar el embate de las olas, los ataques de los depredadores y poderse resguardar en las oquedades cuando sea preciso. Cada espina está compuesta por nanocristales de carbonato cálcico y magnesio, recubiertos por macromoléculas orgánicas. La microestructura está muy jerarquizada y varía desde la base hasta la punta de las espinas. Todo esto le confiere una gran resistencia a la compresión en la dirección del eje de la espina, que es la forma en que debe trabajar frente a las amenazas (Seto J. et al, 2012).

Una de las ventajas de los materiales cerámicos es su resistencia al fuego y una de sus debilidades es su fragilidad; al soportar cargas, un pequeño defecto puede originar una fisura que al propagarse arruinará la estructura. Las cerámicas inspiradas al mimetizar las espinas de los erizos – cerámicas porosas con estructuras muy jerarquizadas – resistirán mejor los impactos, serán más tolerantes al daño y más ligeras.

La microestructura de las espinas también ha incentivado la fabricación de andamios para reparar fracturas óseas, con mejores resultados que con los tradicionales de hidroxiapatita. La estructura porosa permite un mayor flujo de nutrientes y células, favoreciendo la formación ósea. Además, la dureza de este nuevo material facilita la fabricación de las prótesis con más precisión (Cao L. et al 2017).

ARQUITECTURA Y BIOMIMETISMO

“Si se busca un ejemplo de una construcción bien adecuada a su función y forma, adaptada a su ambiente, optimizada y con buen aspecto – todo en una misma estructura – y se la encuentra, es porque es una pieza excepcional y rara de buena arquitectura o un organismo creado por la Naturaleza”. (Wester T, 2002).

La exquisita y simple geometría del caparazón de los erizos ha estimulado el interés de los arquitectos para entender su comportamiento mecánico y para inspirarse en el diseño de cúpulas.

El caparazón de los erizos de mar no es continuo, está formado por placas calcáreas (los osículos) unidas por ligamentos de colágeno. Esta estructura es muy resistente, capaz de soportar la presión del agua y permitir el movimiento. Se han hecho experimentos eliminando los tendones de colágeno (mediante hipoclorito sódico) y se ha comprobado que con una débil carga puntual el esqueleto se desmorona (Eilers O. et al, 1998).

Estas estructuras fabricadas con placas convenientemente ensambladas pueden ser una solución económica para la construcción de cubiertas y cúpulas. La forma tradicional para fabricar láminas de doble curvatura de hormigón, implica la producción de elaborados y costosos encofrados. Las láminas a base de placas – como el caparazón de los erizos - son una alternativa interesante. (Grun T B et al, 2016).



Figura 8. Caparazones de algunos erizos de mar comunes en el Mediterráneo.

A partir de estas ideas, el departamento de estructuras de la universidad de Stuttgart ha fabricado la cubierta de un pabellón destinado a exposiciones.

Es el primer edificio con estructura portante completamente construida con placas de madera laminada

realizadas por robots. Las láminas, de haya, se unieron mediante costuras (simulando los ligamentos de colágeno). Este prototipo arquitectónico, que según muchos visitantes parece un cacahuete, en realidad se ha inspirado en la estructura de los caparazones de los erizos de mar.



Figura 9. Cubierta con placas de madera imitando el caparazón de los erizos. (Cortesía de *designboom*)

Es un edificio donde la estructura es también envolvente, sin columnas o paredes portantes. La capa estructural que la engloba tiene solamente 50 mm de grosor y, proporcionalmente, es más fina que la piel de un huevo de gallina. Esta estructura es un ejemplo pionero de una construcción con paneles de madera que es desmontable y reutilizable. Por ordenador, combina de forma integrada; el diseño, la fabricación robótica de los elementos y el proceso automatizado de construcción. (Mairs J. 2016).

Los arquitectos se han interesado por las formas naturales, desde la antigüedad hasta nuestros días, por su enigmática belleza y han diseñado magníficas

estructuras – inspiradas, a veces, en las conchas de los erizos – al margen de sus ventajas estructurales comentadas, solamente por su hermosura.

En Singapur, en la Marina Bay, los arquitectos han instalado varias medusas enormes, fabricadas con ganchillo, que parecen flotar sobre el terreno y que crean un inusual y delicado contraste con el telón de fondo de los rascacielos.

El encaje de ganchillo de cada erizo, fabricado con poliéster, se ha montado sobre un esqueleto de aluminio. El bordado se ha diseñado para que destaque con la luz natural durante el día y que brille cuando se ilumine por la noche.



Figura 10. Erizos de ganchillo en Marina Bay, Singapur (cortesía de Choi+Shine Architects).

LAPIS JUDAICUS

De nuevo, los erizos cidaroides nos sorprenden con otros mitos. Ahora no es su caparazón, sino sus espinas que son gruesas en forma de bastones o lápices. Se les conoce como erizos de lápiz o erizos de pizarra.

justificado con el principio de magia simpática - *similia similibus curantur* - lo similar cura lo similar.

Parece ser que el origen del uso de estos fósiles está en Judea, de ahí su nombre, y se piensa que durante las Cruzadas las espinas o sus fragmentos - en forma de polvo o incorporados en ungüentos - se importaron a Europa por los peregrinos o soldados que regre-



Figura 11. Erizo cicaroide o de pizarra.

Los fósiles de las espinas de estos erizos - en particular de *Balanocidaris* - conocidos como lapis judaicus o piedras de los judíos, se han usado en medicina desde la antigüedad, especialmente en el área mediterránea. Se han empleado para aliviar desórdenes urinarios, como piedras en riñones, en vesícula o dolores al orinar. Esta creencia se ha basado en la forma del fósil - que recuerda vagamente la vejiga urinaria - y se han

saron de Tierra Santa. Con el paso del tiempo, lapis judaicus encontró su lugar en la farmacopea, bien por falta de competidores o por reminiscencias bíblicas de su origen. En Inglaterra se seguía usando este remedio durante el siglo XVII. Se importaban tal cantidad de estos fósiles que durante el reinado de Isabel I y Carlos II se estableció un impuesto de un chelín por cada libra.



UN CUENTO DE NAVIDAD

Los erizos no han podido evitar su aparición en relatos y leyendas como en este cuento Provenzal.

La historia sucedió cuando los Reyes Magos viajaban hacia Belén, guiados por la Estrella de Navidad. En una de las etapas, el rey Baltasar quedó momentáneamente encantado al contemplar una bella joven y, aturdido por el encuentro, se desvió de su divina misión.

Para que Baltasar recuperara la ruta prevista, milagrosamente Dios grabó la estrella de Navidad en las piedras del camino hacia Belén – creando los fósiles de erizo – y facilitando al rey la recuperación del camino correcto.

Los erizos de mar y sus fósiles han tenido – y tienen – un atractivo especial. Han despertado el interés de biólogos, ingenieros, arquitectos, antropólogos y artistas en diversos campos, sin olvidar su lejano parentesco con nosotros; son deuterostomados.

NOTAS

1. *Echinocorys scutata*. (*Echinus*, griego – erizo, *Scutata*, latín – casco) erizo con un casco. Género extinto de erizos de mar que vivieron entre el Cretáceo Superior y el Paleoceno.
2. *Paracentrotus lividus*. (*Paracentrotus* deriva del griego *para* – cerca – y *kentron* – espina. *Lividus*, del latín – amoratado, azulado) erizo bastante espinoso de color que va desde el verde oscuro hasta el púrpura.
3. *Sphaerochinus granularis*. (*Sphaera*, griego – esfera – *echinus* – erizo – y *granularis*, latín – grumoso) erizo redondeado con el caparazón recubierto con pequeñas protuberancias, coloración violácea a rosácea y espinas blanquecinas.
4. Wikipedia: Dominio público.
5. Ejemplos de biomimetismo se han publicado en esta revista y en los programas de Promoción de la Cultura, p. e. A Romero (2022) y M Elices (1999)
6. El estereoma es un término que en zoología se refiere a la red tridimensional de calcita que forma los oscúculos en el esqueleto de los equinodermos. Es la primera forma de biomineralización que aparece en los deuterostomados, antes que el hueso en vertebrados.

Las fotos submarinas se han realizado por el autor en las costas de Menorca.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a la doctora Margarita Elices Apellaniz por realizar la figura 2, esquema de un erizo. Al doctor Jaume Franch Clariana por la ayuda en la mejora de varias fotografías, al Prof. John Morton y a Diana Barroso Peña por la obtención de algunas referencias.

Agradece, también, a Sucesión Pablo Picasso, VEGAP, Madrid 2025 por permitir la reproducción del bodegón (figura 4) y al Museo Picasso de Málaga por suministrar la figura.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor/a de este artículo declara no tener ningún tipo de conflicto de intereses respecto a lo expuesto en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agca C. et al. (2011). Neurosensory Organization in Tube Feet of the Sea Urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *J. Comp. Neurol.* **519** 3566-3579.
2. Cao L. et al. (2017). Lightweight Open-Cell Scaffolds from Sea Urchin Spines with Superior Material Properties for Bone Defect Repair. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **9**, **11**, 9862-9870.
3. Elices M. et al. (2025). *The Mechanics of Biological Materials*. 7.2 CRC Press. Taylor & Francis.
4. Ellers O. et al. (1998). Structural Strengthening of Urchin Skeletons by Collagenous Sutural Ligaments. *Biol. Bull.* **195** 136-144.
5. Frank M. B. et al. (2016). A Protocol for Bioinspired Design: A Ground Sampler Based on Sea Urchin Jaws. *J of Visualized Experiments*.110. e53554.
6. Grun T. B. et al. (2016). The Skeleton of the Sand Dollar as a Biological Role Model for Segmented



Shells in Building Construction. In *Biologically Inspired Systems*. Springer cap.8, 217-242.

7. Jelinek F. et al. (2014). Bioinspired Spring-Loaded Biotomy Harvester. Experimental Prototype Design and Feasibility Tests. *J of Medical Devices*. 8 015002-1.
8. Mairs J. (2016). Robotically fabricated pavilion by University of Stuttgart students is based on sea-urchin shells. <https://www.dezeen.com/2016/05/05/robotically-fabricated-pavilion-university-of-stuttgart-students-plywood-icd-itke/>.
9. McNamara K. J. (2011). *The Star-Crossed Stone*. The University of Chicago Press.
10. Seidel R. et al (2025). Comparative Structural Analysis of Stereom Polymorphs in the Sea Urchin Test. Doi: 10.1039/D5FD00033E
11. Seto J. et al (2012). Structure-property relationships of a biological mesocrystal in the adult sea urchin spine. *PNAS*, **109** 3699-3704.
12. Ullrich-Lüter E. M. et al. (2011). Unique system of photoreceptors in sea urchin tube feet. *PNAS*, **108** 8367-8732.
13. Vincent J. (2012). *Structural Biomaterials*. Princeton University Press
14. Weinstock G. M. et al (2006). The Genome of the Sea Urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *Science* **314** 941-952.
15. Wester T. (2002). Nature Teaching Structures. *International J. Space Structures*, **17** 2&3 135-147.
16. Zatylny J. (2018). Searchin for Urchin: A Culinary Quest. https://www.hakai_magazine.com/features/searchin-for-urchin-a-culinary-quest/.

Si desea citar nuestro artículo:

Elices Calafat M. Erizos de mar: ciencia y mitos.
RACSG.2026;114(01):78-91. rac.2026.114.1.org06