



# HIDDEN NATURE

Tu espacio para la Divulgación Científica

Número 16 · 4T/2021



# CienciArte



La ciencia en general ha necesitado de recursos de diferente índole para sustentar sus explicaciones o intentar mostrar al resto de la sociedad sus descubrimientos e investigaciones. ¿Cómo demostrar que la tierra no es plana y dibujarla o representarla? ¿Cómo es nuestro sistema solar? ¿Cómo es la evolución? ¿Cuál es la estructura de un átomo?

A lo largo de la historia, el ser humano ha dejado el arte, ya sea en su forma más primitiva (rupestre), o en su forma más fiel a la realidad, ha dejado constancia de todo aquello que le rodeaba de formas diferentes. Desde flora, aves, comportamientos, sucesos... y numerosas investigaciones han utilizado estos recursos como apoyo.

El investigador no siempre es ilustrador o artista, a veces se intenta apañar en reflejar lo mejor que puede lo que está observando. Asimismo, no todo ilustrador es investigador o científico, y tal vez su reflejo puede ser fiel o no a la realidad, o dar mayor o menor importancia a unos u otros detalles. Lo que quiero intentar explicar, es que muchas veces, la sinergia de un artista y un investigador, reflejan de la mejor forma posible algo relacionado con la realidad, desde un modelo atómico, al funcionamiento del corazón.

He de recalcar, que la imagen ha sido desde el inicio lo más usado, pero también la escultura y otras formas de arte han dejado su reflejo a lo largo de la historia.

Algunos de los temas que serán abordados por nuestros colaboradores nos hablarán de animales que demostraron su lado más artístico, el arte matemático en la naturaleza, cómo afectan los materiales a lo largo del tiempo en el arte arquitectónico, o como hay que ilustrar más para divulgar e investigar mejor. Lo comentaba antes, la sinergia entre diferentes ramas es muy importante en la ciencia y no debe ser menospreciada.

1. **La Geología aplicada al deterioro y conservación del patrimonio arquitectónico** - pág. 3
2. **Congo y el expresionismo abstracto** - pág. 8
3. **Ilustrar más, para divulgar mejor**- pág. 12
4. **Una explosión de colores** - pág. 15
5. **Las matemáticas escondidas en el arte de las flores** - pág. 17
6. **¿Se necesita la sinergia del arte y de la ciencia para crear nuevas realidades?** - pág. 20
7. **La co-creación en la ilustración científica: Cómo crear contenidos de valor uniendo perfiles profesionales que se complementan** - pág. 23
8. **La ciencia como herramienta de resolución de enigmas** - pág. 26
9. **Los artistas de la prehistoria** - pág. 29
10. **Colaboradores** - pág. 31

## Francisco Gálvez Prada

Socio fundador del Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos - BioScripts. CEO en IguannaWeb y CTO en Hidden Nature.



Hoy, la ilustración en particular, y los recursos multimedia en general, están presentes a diario en nuestra sociedad. Estos son la mejor forma de llevar la información e intentar que esta sea asimilada. Por ello mismo debemos ser fieles a la realidad y a la verdad, para transmitir esta misma y que la ignorancia o la mentira no terminen invadiendo la mente de aquellos más débiles.



La Geología aplicada  
al deterioro y  
conservación del  
patrimonio  
arquitectónico

## « CONSERVACIÓN »

Normalmente, cuando uno se está formando en ciencia a un nivel básico-elemental, se encuentra con una amplia colección de conceptos, operaciones, ejercicios mecánicos y términos que pueden hacer que el aprendizaje se vuelva no solamente aburrido, sino también muy difícil. Muchas de las ideas que hemos acumulado desde el conocimiento empírico sobre el mundo en que vivimos se tienen que abstraer hasta tal punto que parecen desconectarse de la realidad de las que las hemos extraído. Sin embargo, para poder realizar cualquier tarea aplicada necesitamos de los conocimientos generales que tenemos almacenados, a los cuáles se les va dando utilidad y contexto conforme van surgiendo las demandas. Y pocas cosas ilustran mejor cómo las ciencias naturales convergen y hacen que

lo básico se vuelva aplicado al deterioro y restauración de obras de arte. A efectos de este artículo, para ejemplificar y concretar un caso de estudio suficientemente amplio, nos referiremos fundamentalmente al patrimonio arquitectónico en general y a las catedrales en particular.

Desde la enseñanza de las ciencias, tal vez sea un fallo bastante gordo el que la mayor parte de la población no entienda estas manifestaciones artísticas como objetos sujetos a los mismos procesos que la realidad natural de la que proceden. El alumnado aprende el ciclo de las rocas, los tipos de rocas que hay y cómo los procesos de meteorización las van desgastando hasta que ya no queda nada. Pero cuando miran la catedral de Sevilla,



**Catedral de Sevilla.** La verticalidad de la arquitectura gótica se logra a través de una serie de elementos (el arco apuntado, los contrafuertes y arbotantes, los pináculos, etc.) que dirigen las fuerzas peso de la estructura hacia el suelo y evitan que los muros se abran, retirándoles la función de ser muro de carga. Al estar el peso de la estructura soportado por este entramado de elementos en lugar de por los propios muros, como sí sucede en la arquitectura románica, se pueden abrir grandes ventanas alargadas y colocar extensas y profundas vidrieras que en el arte románico eran impensables porque se comprometía la estabilidad de la estructura



**La catedral de Santiago y líquenes de la roca.** La leyenda puede ser "La fachada del Obradoiro requiere de limpiezas periódicas de todos los líquenes y musgos que crecen sobre ella y que le dan ese color amarillo-verdoso a la vez que degradan lentamente el granito. Algunos de estos líquenes se fusionan con la propia roca, de manera que la única forma de remediar su efecto es con productos químicos que los maten y frenen su metabolismo

la Alhambra o la fachada del Obradorio, poca gente piensa que está viendo rocas puestas unas encima de otras y que todo lo que en su momento aprendieron sobre ellas está afectando a la estructura. En realidad, para mantener en pie y en buen estado estas construcciones, es fundamental entender de antemano cómo se comportan las rocas según su constitución mineralógica y las fuerzas físicas que mantienen la estructura en pie.

Bajo el punto de vista físico, las estructuras verticales (que, insistimos, no dejan de ser rocas puestas unas encima de otras) tienen que contar con una serie de estrategias para no venirse abajo, razón por la que existen los dinteles, los arcos, las bóvedas y, desde el gótico, los contrafuertes y los pináculos. Todos ellos tienen el objetivo de dirigir el peso de cada uno de los bloques hacia el suelo de manera vertical, ya que, de otro modo, en tanto que las fuerzas tienen un carácter vectorial, orientado, los muros acabarían siendo empujados hacia fuera. Daños en los pináculos de la catedral de Sevilla pueden ser

mucho más destructivo para el conjunto frente a que se rompa la bóveda, ya que mientras la bóveda descansa sobre la estructura y solamente hace presión sobre ella, los pináculos tienen la misión de dirigir estas fuerzas hacia el suelo. Su inestabilidad y deterioro descompensan el templo mucho más que retirar la carga que genera la cúpula, aunque esta sea más grande y llamativa y, por tanto, parezca más importante.

Por otro lado, la composición química de los bloques de piedra determina a qué factores ambientales es más vulnerable la construcción y qué partes se deteriorarán con más facilidad (en caso de que el edificio no esté construido todo en el mismo tipo de material). También marca de qué manera es más efectiva y conveniente la restauración. Por ejemplo, la catedral de Sevilla está construida en distintos tipos de caliza, una roca sedimentaria formada por la precipitación de carbonatos en una plataforma continental afectada por mares en calma. Se trata de rocas porosas, que absorben agua con facilidad (de hecho, se trata del



Una buena parte de los espacios que podemos visitar en la Alhambra (sí no casi toda ella entera) es una reconstrucción, quedando muy pocos lugares y restos de los tiempos de al-Andalus, debido al deterioro tan grave que sufrió esta ciudadela no solo por la calidad de sus materiales, sino por su completo abandono hasta el siglo XIX. En este momento, la llegada de escritores y poetas románticos a Granada en busca de parajes exóticos revalorizó la Alhambra y catalizó su conversión como lugar de interés cultural y turístico. No obstante, esta revitalización implicó no solo que se tuvieran que reconstruir las yaserías y espacios más emblemáticos, sino que aceleró el desgaste de la Alhambra ante la llegada de miles de visitantes a diario, con lo cual las tareas de restauración, a día de hoy, siguen siendo muy intensas.

mismo tipo de roca que forma con frecuencia acuíferos), y es esta porosidad, sumada a otros factores adicionales como el tamaño de sus granos minerales o el contenido en cuarzo, lo que determina cómo estas rocas se deforman, rompen y sufren las inclemencias climáticas o la contaminación ambiental. Y aunque no sea habitual pensar en ello cuando se la ve, lo cierto es que la catedral de Sevilla presenta rocas muy enfermas que ya no admiten cuidados ni restauraciones. Hasta 2014, la conservación del templo corrió a cargo del arquitecto e ingeniero Alfonso Jiménez, quien desde 1979 se vinculó a las tareas de conservación de la catedral. Como éste mismo apuntó ya en 2013, la única solución para estas rocas tan erosionadas que no admiten más procesos de consolidación artificial es ser sustituidas por otras.

La catedral de Sevilla es un monumento mucho más frágil de lo que puede aparentar.

La propia naturaleza de las rocas, sumado a su edad, a la exposición al Sol y las elevadas temperaturas en verano, a las lluvias intensas en invierno, los excrementos ácidos de las palomas y, ahora, a la polución de la ciudad, han dado como resultado que una buena parte de los mismos sillares libere polvo y arenilla conforme se les pasa la mano. Sencillamente, el material de la catedral de Sevilla no es bueno: no solo es blando y proclive a sufrir el “mal de la piedra” a consecuencia de la formación de ácidos por reacción entre los humos de los coches y las fábricas con el agua de la lluvia, sino que es tan poroso que permite que esta agua entre y oxide los vástagos de hierro forjado que ensartan los remates.

Citando la obra del arquitecto granadino Pedro Salmerón Escobar, con una larga trayectoria en conservación y restauración del patrimonio histórico inmueble (a destacar nada menos que la Alhambra), la catedral de Jaén y la catedral de Granada presentan problemas similares, con el problema añadido de que se encuentran en zonas sísmicas activas y los cambios de temperatura son más agresivos. Los principales daños se deben a las discontinuidades estructurales y pequeñas fracturas del material, sumado a las fisuras que se generan por los ciclos de congelación y deshielo del agua, la oxidación de los forjados y las consecuencias de inestabilidad que conllevan; y los daños físicos causados por los terremotos. Y aunque a nivel sísmico no se puede hacer nada para evitar un terremoto, sí se pueden minimizar los daños, al menos en ciertas estructuras. Por ejemplo, en las tareas de intervención en los pináculos de la catedral de Jaén que Salmerón Escobar realizó entre 1991 y 1992 tuvieron a bien permitir más movimiento de la parte esbelta de los

pináculos para evitar uniones excesivamente rígidas entre ellos y sus vástagos interiores de hierro, que pueden llegar a causar daño al pináculo. Como a toda acción le acompaña reacción, cuando no solo los constantes aunque imperceptibles movimientos tectónicos, sino también el simple viento ejercen fuerza sobre los esbeltos pináculos, los vástagos de hierro ejercen fuerza sobre el material para mantenerlo en su sitio. Y aunque cuanta más rigidez y mayor sujeción, también más daño sufre la roca.

Las rocas de la catedral de Santiago de Compostela, que son fundamentalmente granitos, no sufren estos problemas, sino otros. Son conocidos los desprendimientos en su fachada barroca, debido a las grapas metálicas usadas para unir las piedras. A día de hoy, los materiales son mucho más seguros, pero durante el Barroco se hacían de hierro, y Santiago de Compostela es una de las ciudades con más pluviosidad anual de España. El sistema de grapado, en esencia, consistía en agujerear las piedras por sus extremos, introducir las grapas de hierro entre ellas y unir con plomo fundido que soldase la unión, lo que a medio plazo funcionaba bien pero a la larga se ha terminado por estropear. En la catedral de Santiago no es tanto la contaminación del humo de los coches, que es mucho más baja que en Sevilla y que afecta menos en tanto que el granito es mucho más resistente y meridianamente menos poroso que cualquier caliza. Es el agua y la colonización por líquenes, musgos, helechos y hierbas, que con sus raíces degradan, fracturan y disuelven la roca a la vez que favorecen la acumulación de aguas de escorrentía. Las labores de restauración, pues, se centran más en la eliminación de la cubierta vegetal o, en el caso de los líquenes que se funden con la propia piedra, al menos su inactivación con biocidas.

Respecto a por qué se emplearon estos materiales calizos tan malos y vulnerables a la erosión para hacer obras ciclópeas como la catedral de Sevilla, la respuesta más rápida es que eran los materiales que había en las zonas

próximas. De la misma manera que no se usó piedra ostionera de Cádiz en la catedral de Granada o calizas de Elvira en la catedral de Santiago de Compostela, el que los materiales sean los que son tiene una relación, a menudo, más práctica que conceptual. Aunque esto no siempre es así. La Alhambra, por ejemplo, está construida en los materiales más pobres y deteriorables de todos: yesos y adobe, fundamentalmente. Desde que se empezó a edificar hasta nuestros días, requiere de una restauración constante, ya que, en realidad, no estaba pensada para perdurar como una pirámide faraónica, pues “solo Dios puede construir obras que duren eternamente”. Así es que una buena parte de los espacios de la Alhambra están cerrados al público, bien por restauración o bien por ser muy delicados y no tolerar bien el flujo de visitantes.

Es la colaboración y el diálogo entre los investigadores que trabajan en ciencia básica lo que facilita a los restauradores de las mejores medidas correctoras para cada caso. Determinar la composición precisa de los materiales, las canteras históricas de origen y los efectos de los agentes meteorológicos y la contaminación es fundamental para un buen diagnóstico y un tratamiento adecuado. Es un error desligar conceptualmente una obra arquitectónica de los materiales con los que está construida y los procesos físico-químicos que le afectan y el que podamos preservar la herencia cultural que nos es legada a través de las edificaciones (catedrales, fortalezas, barrios históricos, etc.) depende de cuánto conocimiento, esfuerzo, dinero y trabajo estemos dispuestos a poner en ella.

### Juan Encina

Graduado en Biología por la Universidad de Coruña y Máster en Profesorado de Educación Secundaria por la Universidad Pablo de Olavide. Colabora en proyectos de divulgación científica desde 2013 como redactor, editor, animador de talleres para estudiantes y ponente.





Congo  
y el  
expresionismo  
abstracto

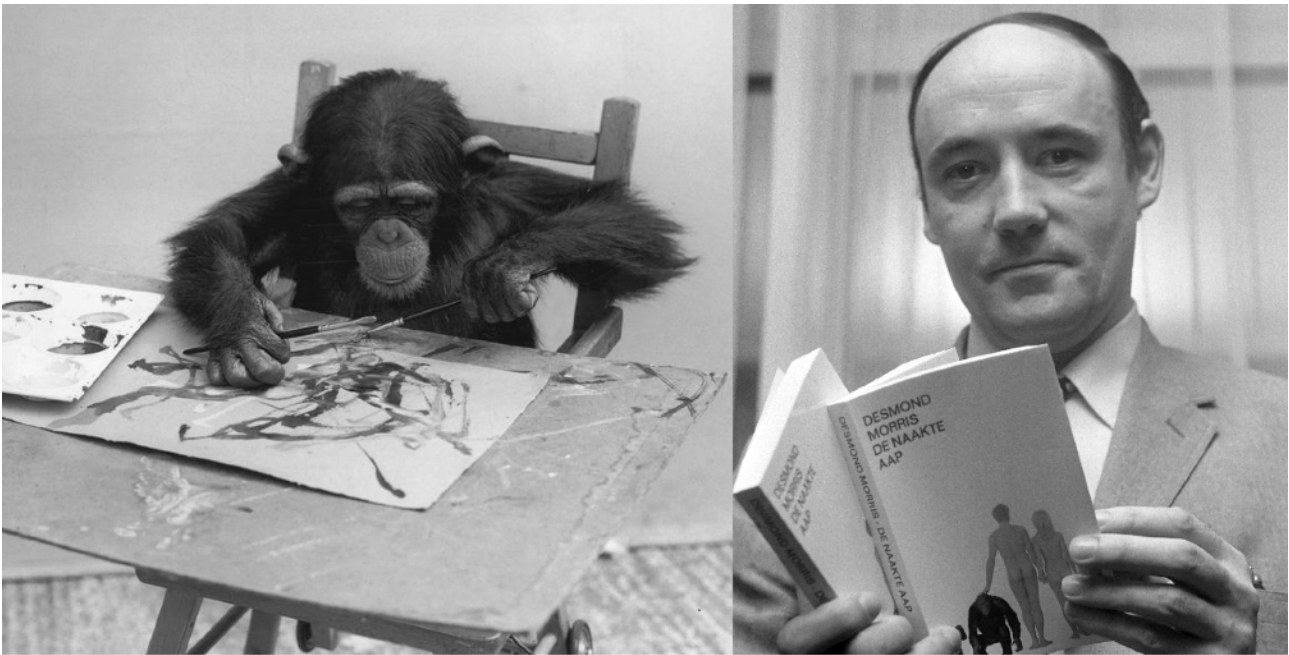




A la izquierda, cuadro titulado *Rock bottom* de Joan Mitchell pintado en 1960 (autora: Joan Mitchell; licencia Creative Commons Zero). A la derecha, cuadro pintado por el chimpancé Congo en su octava sesión el 17 de junio de 1957 (Dominio Público; las obras de los animales no humanos no tienen *copyright*).

Antes de que comiences a leer este artículo quiero que observes los dos cuadros que se representan en la figura 1. Ambos pertenecen al movimiento artístico denominado expresionismo abstracto. El de la izquierda, titulado *Rock bottom*, fue pintado por la artista Joan Mitchell en 1960. El de la derecha fue pintado en 1957 por el chimpancé Congo y su título... bueno, no quiso ponerle uno, así que podríamos denominarlo *Untitled*. Y sí, has leído bien: fue pintado por un chimpancé. El punto importante aquí es ver si ambos cuadros consiguieron transmitirte alguna emoción: placer, asombro, *shock*, lo que sea. Si fue así, perfecto, ya puedes decir que el arte no es una cualidad exclusiva de nuestra especie. De hecho, aunque hay muchos artistas, filósofos y otros eruditos que parecen negarse aún a que otros primates puedan expresarse a través del arte (si se les dispone de los medios adecuados, como un lienzo y una paleta de colores), cada vez más personas, sobre todo primatólogos y biólogos evolutivos, están convencidos de que el arte, entendido en su versión más primigenia, puede tener unas raíces muy profundas en nuestro linaje.

Congo fue un chimpancé del Zoológico de Londres adoptado y cuidado por el etólogo y pintor surrealista Desmond Morris. Nació en 1954, pero no fue hasta 1957 cuando alcanzó la fama con sus cuadros expresionistas. Que un chimpancé pintara cuadros no era algo novedoso para la época, de hecho a principios del siglo XX ya existían casos de chimpancés artistas en la Unión Soviética y Estados Unidos. Pero Congo fue diferente: sus cuadros llegaron a exponerse en lugares tan prestigiosos como el Instituto de Artes Contemporáneas de Londres, y algunos acabaron vendiéndose por un valor de más de 14.000 libras esterlinas en el Bonhams de Londres años después. Y no solo eso, algunos de sus cuadros fueron comprados por artistas y científicos tan reconocidos como Pablo Picasso, Joan Miró o Julian Huxley. ¿Cómo consiguió Congo alcanzar esa fama internacional? Según los expertos, tres hechos jugaron un papel clave: (1) simultaneidad temporal del auge del expresionismo abstracto con la vida artística de Congo, además de la semejanza de los cuadros expresionistas con los pintados por Congo, (2) difusión de sus obras al gran público



Izquierda: Congo pintando un cuadro en una de sus sesiones artísticas (autor: William Vanderson). Derecha: Desmond Morris, etólogo que enseñó a Congo a pintar, fotografiado en noviembre de 1969 (autor: Eric Koch; licencia Creative Commons 3.0).

gracias al show televisivo *Zoo Time* presentado por el propio Desmond Morris; y (3) difusión al público especializado gracias a los estudios científicos de Morris con Congo sobre la “biología del arte”, o estudio de los fundamentos biológicos del arte. Podríamos decir que Congo vivió en el lugar indicado en el momento indicado.

Congo, además, poseía todo lo necesario para ser un artista. Generalmente se le gratificaba cuando finalizaba sus cuadros, tenía control sobre la composición de sus obras, podía diferenciar y elegir entre temas y motivos gráficos, sus cuadros presentaban heterogeneidad y sus representaciones eran universales, aun cuando Congo era incapaz de dibujar formas o experiencias. Morris trabajó con Congo durante tres años (1956-1959) antes de que este dejara de interesarse por el arte y comenzara a expresarse con su cuerpo o buscar la compañía de alguna hembra. Durante sus tres años de actividad, Congo pintó más de 400 cuadros e hizo varias exposiciones. Congo dibujó sobre papel en blanco, papel con figuras geométricas y pintó sobre lienzo. Si en este momento del artículo el lector se pregunta si Congo era consciente de lo que pintaba, le diré que sí. Congo entendía perfectamente los elementos básicos de un cuadro como la

simetría o la gama de color, y los pintaba según creía oportuno. Congo tenía una o dos sesiones de pintura por semana, durante las cuales podía pintar hasta 10 cuadros en media hora.

Durante sus sesiones artísticas, Morris anotaba todo cuanto observaba de Congo. Si se le daba un papel con un círculo negro en el centro, el chimpancé dibujaba líneas radiales que convergían en el centro. Si había un cuadrado en un lado, Congo dibujaba otro en el lado opuesto y a la misma distancia del centro. Si la figura geométrica se encontraba en un margen, Congo dibujaba en el margen opuesto. Y si se le presentaba una figura geométrica grande y vacía, Congo pintaba dentro de esta sin salirse del espacio delimitado. Y lo más sorprendente de Congo, quizás, era su capacidad para aumentar su intensidad artística con el tiempo en cada sesión: pasaba de dibujar simples líneas a elegir y mezclar colores para pintar diferentes formas al final. ¿Qué quería expresar Congo en estos cuadros? ¿Hay algo de arte en las obras de este famoso chimpancé? Aunque la respuesta es bastante subjetiva, algo está claro: Congo entendía los principios de simetría y coloración. Aún se desconoce el valor adaptativo del arte, si es que lo tiene. Actualmente, según la visión de varios



Este cuadro, titulado *Untitled abstract*, fue pintado por Congo a finales de 1957 y es quizás su obra más conocida. Fue vendido en 2005 junto a otros dos cuadros más por 14.400 libras esterlinas en el Bonhams de Londres (Dominio Público; las obras de los animales no humanos no tienen copyright).

científicos, la apreciación artística y su expresión parecen ser el resultado *holístico* de la estructura cerebral de los primates, con su máxima expresión en nuestra especie. De hecho, Morris inició un nuevo campo de investigación denominado “biología del arte” para buscar precisamente el origen evolutivo del arte –y cuyos argumentos y resultados los expuso en su libro “La biología del arte (1962)”-. Mientras que otros etólogos y antropólogos pusieron su punto de mira en los niños, Morris se centró en los chimpancés. Y parece que no se equivocó: según la escala propuesta por la psicóloga Rhoda Kellogg, un chimpancé tendría las mismas habilidades artísticas que un niño de hasta 8 años.

Aunque la vida artística de Congo fue efímera si la comparamos con el resto de artistas humanos, fue bastante productiva y, como no podía ser de otra manera, polémica. Durante su exposición en el Instituto de Arte Contemporáneo de Londres en 1957, varios medios de comunicación se burlaron de las obras de Congo y criticaban su supuesta sátira al arte moderno: “Durante los últimos años, hemos estado ofreciendo en las galerías de arte... obras similares a las que hace un

amigable y entregado chimpancé”. Pero no todo fueron opiniones negativas. Congo fue el primer animal no humano en provocar un antes y un después en la concepción biológica del arte: “El mundo del arte debería considerar sus obras con seriedad. Siempre sentí que Congo tenía algo distinto. Tiene sentido del color, de la composición e incluso de la afinación”, según palabras del primatólogo Franz de Waal. Como muchos artistas, la obra de Congo pasó en parte incomprensida durante su vida y no fue hasta tras su muerte cuando su arte comenzó a ser apreciado y sus cuadros se revalorizaron.

### Jorge Garrido Bautista

Investigador predoctoral en el grupo de investigación Evolutionary Ecology of Mediterranean Fauna de la Universidad de Granada. Creador del proyecto de divulgación científica El Pulgar del Panda. Socio y colaborador en Hablando de Ciencia y Mustela CEM.

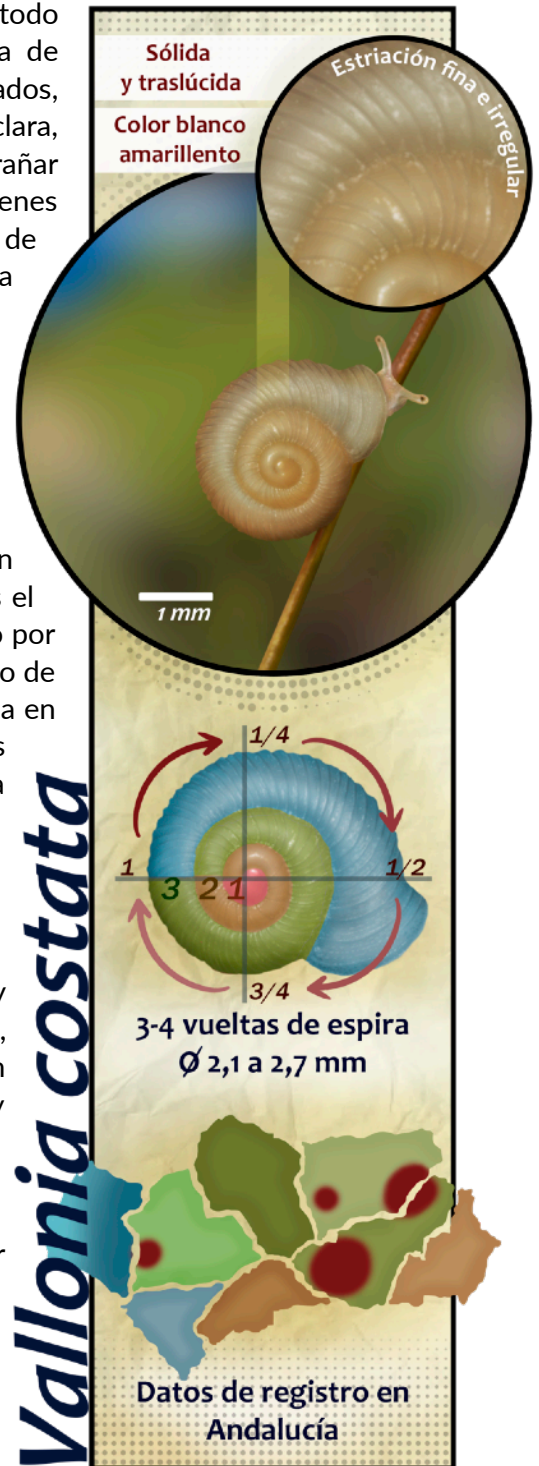


# Ilustrar más, para divulgar mejor

Siempre que predomine la rigurosidad, el objetivo de todo divulgador debe pasar por reformular la estructura y forma de cualquier conocimiento científico, de sus métodos y resultados, con el fin de que la información difundida a la sociedad sea clara, accesible, amena y estimulante. En este sentido, no es de extrañar que a la hora de divulgar uno tienda a recurrir al uso de imágenes como elementos de apoyo a sus palabras. En casi cualquiera de los canales comunicativos que se pueden utilizar para la divulgación, el empleo de imágenes para explicar un mensaje o para reforzar su línea narrativa, suele traer consigo una mejora en la eficacia informativa del mismo.

Para el ser humano, la vía sensorial por la que llega cualquier tipo de información influye enormemente en la capacidad de comprensión y retención por parte del cerebro. De entre todos los sentidos, la vista se erige como el más efectivo en ese aspecto. Somos seres primariamente visuales, percibimos el mundo de un modo visual. Sin embargo, es un hecho cotejado por la ciencia que la capacidad de comprensión a través del sentido de la vista varía mucho en función de si la información viene dada en forma de texto o de imágenes, siendo éstas últimas las claras vencedoras. No le faltaba razón a Aristóteles en su obra filosófica *De Anima* cuando decía que “el alma jamás entiende sin el concurso de una imagen”.

La presencia de fotografías, dibujos, ilustraciones o infografías (que combinan dibujos y textos) en ciencia divulgativa pueden hacer cualquier mensaje menos denso y abstracto, más asequible y rápido de transmitir, pero además, más atractivo. Mientras las fotografías immortalizan un momento concreto, otorgándoles un aura de realismo y objetividad, los dibujos e ilustraciones brindan un sinfín de posibilidades al poder representar elementos difíciles -o imposibles- de fotografiar, disponerlos de la manera que uno considere, simplificar lo complejo o incluso reproducir procesos dinámicos (como los procesos metabólicos o algunos ciclos biológicos). Debido a las excelentes posibilidades de síntesis que ofrecen y a la información contextual que pueden albergar, son una magnífica alternativa a esos bloques de texto compacto que terminan por desincentivar al lector. En disciplinas como la zoología o la botánica, donde son tan importantes los aspectos morfológicos y otros rasgos taxonómicos, la persona que recibe la información tiende a necesitar de apoyos visuales para integrar los conceptos que se exponen. Por ejemplo, si



Infografía sobre la especie *Vallonia costata*. Información básica para su identificación (datos relativos a su concha) y localización (zonas en las que ha sido registrado).

la temática de este artículo tratase sobre cómo localizar e identificar el gasterópodo terrestre (o caracol terrestre) *Vallonia costata* (O.F. Müller 1774) en Andalucía, yo podría describir con todo lujo de detalles las características de su concha. Podría decir que presenta una concha cuyo diámetro oscila entre 2,1 - 2,7 mm, con entre 3 - 4 vueltas de espira, de color blanco amarillento, sólida y traslúcida, con una forma deprimida discoidal y una estriación fina e irregular. También podría dar sus datos de registro y distribución en Andalucía y aportar algún que otro detalle técnico, pero eso implicaría que tuviese que describir primero términos como el de “vueltas de espira” o especificar las zonas en las que se han observado ejemplares de esta especie. Pero por el tipo de lector al que va destinada esta información, y por el compromiso divulgativo de no aburrirlo, una infografía sería una de las mejores opciones para estructurar y presentar la información.

Estos tipos de elementos gráficos, junto con las ilustraciones, tienen el poder de despertar en el receptor su interés y curiosidad, invitándolo a mantener su atención y estimulando en él la lectura comprensiva y la escucha activa. No son pocos los estudios que han abordado esta cuestión y han concluido constatando este hecho. Algunos de ellos incluso han utilizado tecnología de seguimiento de ojos o *eye-tracking* para registrar el recorrido visual del lector, comprobando cómo existe un mayor nivel de atención y comprensión general en aquellos casos en los que se emplean estas imágenes.

En plena era de la comunicación, donde predominan las nuevas tecnologías de la información y las redes sociales han irrumpido con fuerza, las imágenes se han postulado como uno de los principales vehículos de comunicación, sobre todo entre las nuevas generaciones. Este incremento en el uso de recursos gráficos, por supuesto, también se ha visto reflejado en ciencia a nivel divulgativo. Sin embargo, esta tendencia a utilizar ilustraciones e infografías, a pesar de ser muy positiva, no es igual de acusada en el número de *papers* científicos publicados en los últimos veinte años.

Es por ello que la ciencia sigue requiriendo de más ilustraciones, de dibujos, de esquemas gráficos e infografías; y por tanto, de la participación de ilustradores. No todos los científicos, a pesar de que puedan poseer todo el conocimiento especializado de su campo, son capaces de ilustrar los procesos y conceptos teóricos que describen en sus artículos. Como ya dijo el influyente escritor británico y crítico de arte John Ruskin en su tratado de dibujo y pintura *The laws of Fésole*: “La anatomía es necesaria para la formación de un cirujano, la botánica para la de los botánicos, y la geología para la de los geólogos; pero ninguna de las tres disciplinas te capacita para dibujar una persona, una flor o una montaña”.

Resulta obvio pensar que, si uno tiene una amplia formación y experiencia sobre un tema de estudio, le resultará más sencillo plasmar en una imagen la idea general que pretende transmitir en comparación a aquel que no tenga dicho conocimiento. En la mayoría de los casos, cuando es el propio investigador el que realiza, por ejemplo, una ilustración, ésta suele cumplir con creces en los aspectos teóricos y académicos, pero no en aquellos más artísticos o estéticos. Por ello, acaban perdiendo en lo atractivo y, consecuentemente, en la impresión o el impacto que generan en el receptor.

No obstante, no es indispensable que el ilustrador sea científico, o viceversa. La elaboración de las imágenes no tiene por qué ser tarea exclusiva del investigador, también puede ser una labor que requiera de la colaboración de ambas figuras. Mientras la comunicación entre el científico y el ilustrador sea lo suficientemente rica, los objetivos estén bien definidos y se disponga de los recursos necesarios para que el ilustrador pueda documentarse; se podrán obtener excelentes resultados gráficos, garantizando el equilibrio entre rigurosidad y estética.

Aun así, personalmente, como ilustrador y amante de la ciencia, invito a todo lector de *Hidden Nature*, sea científico o no, a que practique dibujando o esquematizando y se divierta en el proceso. Existen estrategias de aprendizaje, como el dibujo generativo o

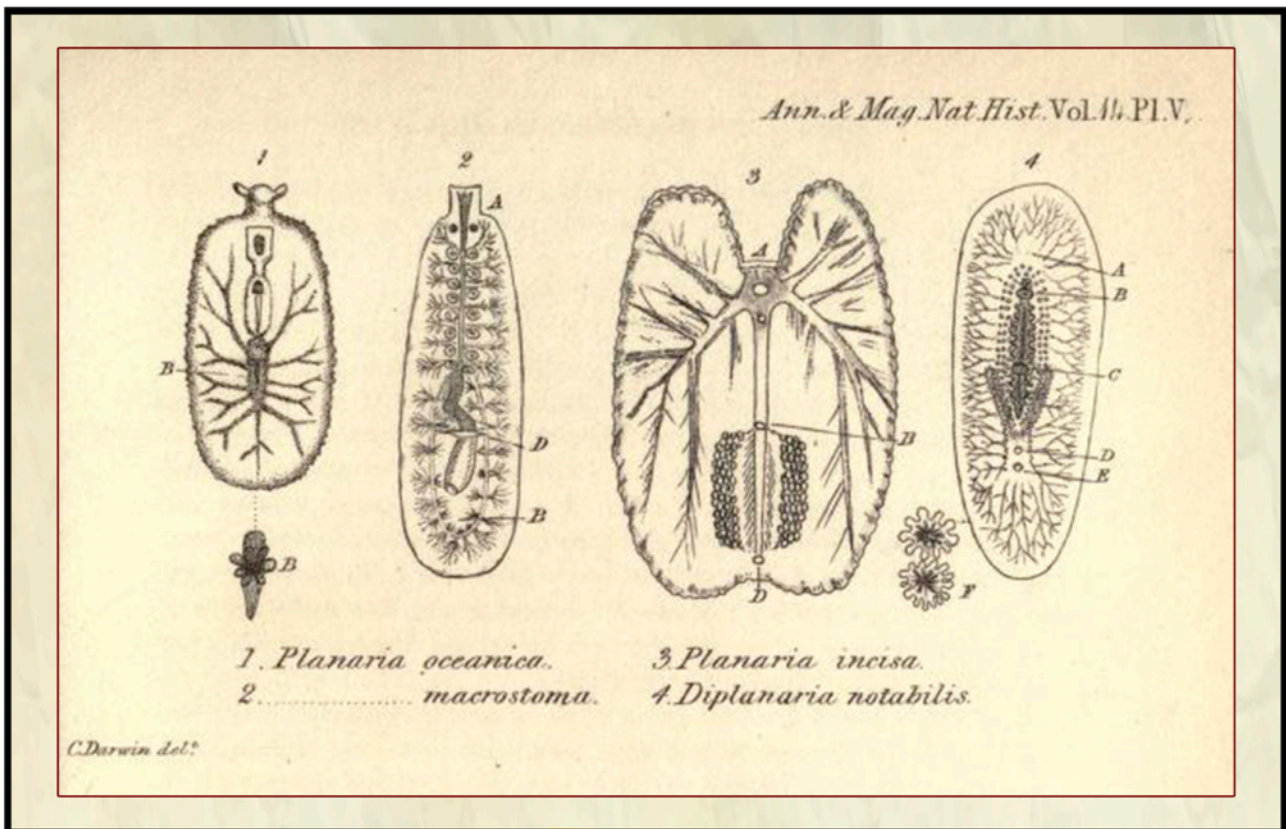


Ilustración a mano de Charles Darwin (1844) sobre cuatro especies de planarias. Como se observa, a pesar de no tener un dominio de lo artístico y técnico, la figura es correcta en su cometido académico. Imagen extraída de su obra "Annals and Magazine on Natural History, Zoology, Botany and Geology"; la cual está disponible bajo dominio público en la Biodiversity Heritage Library.

*generative drawing*, basadas en el propio proceso de dibujar como método de asentamiento de conceptos. Está científicamente comprobado cómo el hecho de ir representando gráficamente a medida que vas leyendo sobre un tema mejora significativamente el nivel de comprensión del mensaje. Por todo ello, el dibujo se plantea como una herramienta excepcional durante el aprendizaje.

El anteriormente mencionado John Ruskin, a pesar de rechazar fervientemente muchas de las teorías de Charles Darwin, solía corresponderse por cartas con éste para tratar algunos temas. En varias ocasiones, Ruskin expresó su lamento sobre la falta de habilidad de Darwin para dibujar. Más bien, llegó a decir de él que era un ignorante del buen arte, con incapacidad para dibujar y con insensibilidad para el color. Aunque la dureza de estas palabras parecía proceder del propio rechazo que le generaba Darwin, el famoso naturalista

era consciente de sus carencias como dibujante y así lo hizo constar en su autobiografía. Recordemos que la mayoría de los bocetos sobre sus observaciones durante la expedición del HMS Beagle fueron obra de otros científicos e ilustradores con los que colaboró *a posteriori* (entre los que se incluyen dos de sus hijos, George y Francis Darwin). Y es que hay que ilustrar más, para divulgar mejor. Y Darwin era consciente de ello, ya que a la vuelta de su expedición científica dejó una frase que lo deja patente: "La cantidad de información que he perdido por no saber dibujar".

### Francisco Jesús Moreno Racero

Biólogo. Apasionado de la ciencia y la ilustración científica digital. Sin la divulgación, la investigación pierde su significado social.



# Una explosión de colores



El pulpo rojo del Pacífico Oriental (*Octopus rubescens*) presenta una coloración roja; sin embargo, dependiendo de las necesidades que tenga para enfrentarse al medio, puede cambiar a tonos como amarillos, marrones o blancos. En algunas ocasiones incluso es capaz de cambiar la textura de la piel

Es curioso cómo a lo largo del tiempo las especies han ido evolucionando y se han ido adaptando al ambiente en el que viven. Dependiendo, entre muchas variables, del ecosistema en el que se encuentren. De esta forma, si comparamos un oso polar, nacido en el Ártico, con un ave de la selva tropical, que vive en un paisaje lleno de tonalidades vivas como el verde de las plantas, encontramos muchas diferencias entre las diversas formas de adaptación de ambos animales. Si ahora pensamos en especies del mismo taxón, por ejemplo, los insectos, y nos fijamos en un orden concreto, como el de los Coleópteros, vemos que también hay mucha diversidad entre cada una de las especies. El escarabajo rinoceronte europeo (*Oryctes nasicornis*) posee un gran cuerno y colores marrones oscuros; el escarabajo de la menta (*Chrysolina herbacea*) un color verde metálico y es de menor tamaño. Aunque ambos se aproximen dentro de la taxonomía, a nivel morfológico la diferencia es abismal.

Los colores, las formas, las texturas, etc., han sido producto de la evolución, pues viendo todo lo que tenemos a nuestro alrededor,

¿cómo no vamos a pensar que la naturaleza es arte? Aquí está la clave que nos explica cómo sin necesidad de pinceles ni brochas los seres vivos son una de las mayores obras de arte que tenemos en el mundo. No podemos olvidar que el arte es una extensión del humano, o tal vez al revés. El paisaje va cambiando con el tiempo, al igual que lo hacen las etapas a lo largo de la historia conforme cambian nuestros gustos en este ámbito. Sin embargo, los seres vivos no siguen principios estéticos, sino adaptaciones que en algunos casos, fueron seleccionadas por darle una ventaja evolutiva en los medios en los que vivían. Prueba de esto encontramos un fenómeno muy común en la naturaleza, pero a la vez muy eficaz: el camuflaje.

Podemos encontrar distintos tipos de camuflaje. Por ejemplo, la cripsis, o enmascaramiento, la cual se compone por animales que adquieren el mismo color que el sustrato en el que se están (homocromía); y los que además de hacer esto, son capaces también de adquirir la misma forma. Es muy usado sobre todo por animales marinos, como moluscos o peces, aves y algunos mamíferos

## « COLORES »



En la primera imagen podemos ver una serpiente de coral venenosa, *Micrurus tener*; y en la otra fotografía observamos una falsa coral, *Lampropeltis triangulum*. Se diferencian porque las verdaderas corales siempre tienen un patrón de colores en los que los anillos amarillo y rojo están juntos. Si esto no ocurre, entonces estamos ante una falsa serpiente de coral.

principalmente. Un ejemplo que suele destacar son los moluscos del orden Octopodiformes, o más conocidos como pulpos. Son capaces de simular las texturas que le rodean, adaptándose perfectamente al paisaje, consiguiendo con ello pasar prácticamente inadvertidos.

Aunque muchas veces los animales no buscan esconderse, sino exhibirse. Hay varias razones que pueden llevarnos a este fenómeno, siendo una encontrar pareja para reproducirse. Pero otra gran razón es para advertir a los depredadores de que poseen defensas químicas, siendo, por lo tanto, peligrosas. Este concepto es conocido como aposematismo. Estas sustancias son venenosas o producen mal sabor para los depredadores, y se asocian a los colores gracias al mimetismo. El aposematismo se define como la exhibición cromática asociada a la defensa.

Hablamos de mimetismo mülleriano cuando hay imitaciones de coloración con presencia de dichas sustancias químicas. Por otro lado, el mimetismo Batesiano es propio de organismos que mantienen el color de otras especies aposemáticas pero que no poseen defensas químicas como anteriormente. Estos animales son totalmente inofensivos, pero al usar coloraciones propias de los que sí son peligrosos, el resto de seres vivos evitan atacarlos por no saber si lo son. Tiene mucho

que ver el hecho de que las especies se encuentren en el mismo hábitat, ya que el mimetismo batesiano nace dentro de un círculo de individuos que sí poseen dichas defensas químicas. Cuando uno de esos individuos sigue teniendo la misma coloración pero no la adaptación de poseer defensas químicas, este se aprovecha de ello. La serpiente de coral (*Micrurus tener*) y la falsa serpiente de coral (*Lampropeltis triangulum*) poseen esta pauta en la coloración de manera que el coralillo falso no posee veneno, pero utiliza su coloración para aparentar esa advertencia de peligro.

Parece destacable poder encontrar esta amplia gama de tonalidades en los seres vivos, y todavía no se han descubierto muchas de las especies que habitan en nuestro planeta. Sin embargo, es muy posible que también utilicen estas adaptaciones al medio. Los colores son uno de los mayores rasgos para identificar la vida como arte, y es que los seres vivos necesitamos de este para poder vivir, ya sea por lo estético, o por la necesidad, como poder defenderse en el medio.

**Laura Manzanares Alaminos**

Estudiante del grado en Biología por la Universidad de Sevilla.





# Las matemáticas escondidas en el arte de las flores

El arte no solamente está relegado a la capacidad artística del ser humano, sino que también se encuentra en la naturaleza de forma espontánea, formando complejas

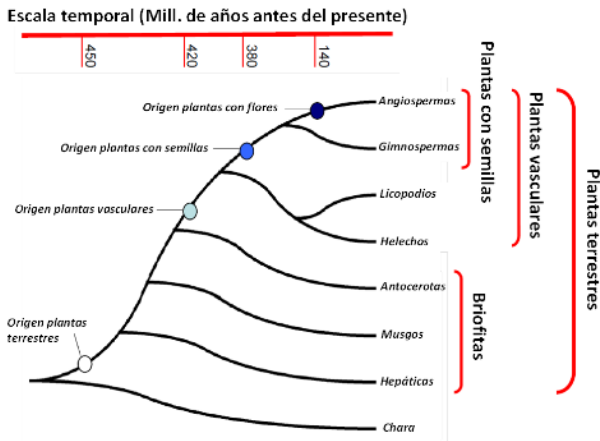
las matemáticas se esconden tras esas obras de arte de la naturaleza conocidas como las flores.



estructuras geométricas, de vivos colores, con patrones matemáticos. Este arte basado en las matemáticas y la geometría no solo lo encontramos a simple vista (nivel macroscópico) ya sea de cerca (flores, cristales de sal, conchas de caracol, etc.), o de lejos (formando estructuras de varios cientos de millones de años luz como las nebulosas y galaxias), sino que lo encontramos a nivel microscópico, y más aún a nivel atómico y subatómico. Vamos a ver un poco más como

De acuerdo con el registro fósil, el linaje de las plantas con flor (Angiospermas) surgió hace 150 millones de años (Ma), siendo el más reciente y el más abundante en especies de todos los linajes (>250.000 especies). Las plantas conquistaron el medio terrestre hace 450Ma (Embriofitas), radiándose en plantas no vasculares (briofitas) y vasculares (helechos, licofitas, gimnospermas, y angiospermas), hace 420Ma.

## << FRACTALES >>



Esquema adaptado de Alvarez-Buylla et al. (2010).

La flor es la estructura más compleja de las plantas, y su función es reproductiva. La arquitectura floral básica se encuentra mayormente conservada entre las plantas conocidas como eucotiledóneas, que corresponden al 73% de las plantas con flores, conservando los diferentes elementos concéntricos de este órgano (desde afuera hacia adentro): sépalos (S), pétalos (P), estambres (órganos masculinos) y carpelos (órganos femeninos). Aunque las flores estén conservadas en eudicotiledóneas, existe una amplia variación en la simetría, forma, color y tamaño de las flores, número de involucros, número de órganos florales, etc. La mayor belleza reside en las pautas repetitivas de

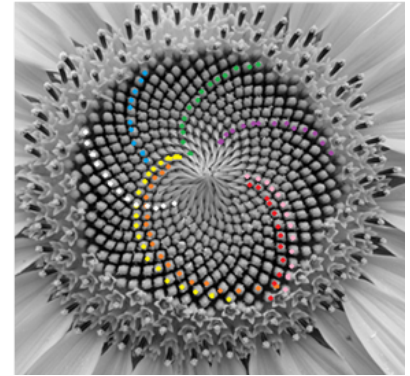
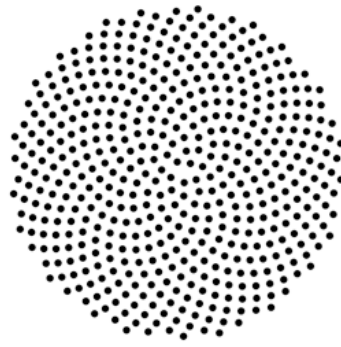


*Passiflora caerulea* (Wikimedia)

patrones de número y ciclo de sus involucros, creando auténticas obras de arte.

El estudio del desarrollo de la morfología de las plantas y sus órganos, basándose en patrones anatómicos, ha obsesionado a matemáticos y a botánicos desde hace muchos años. Empezando por el principio, las observaciones más antiguas de las que se conserva información, fue de los egipcios. Los patrones repetitivos ya se observaban con las hojas de acanto en los capiteles de las columnas de estilo Corintio, o los jeroglíficos con hojas de Lotus y hojas de Palmera datilífera. **Teofrasto** (370-285 a.C.) decía lo siguiente en una de sus obras respecto a una especie de planta: “*aquellas que muestran hojas en series regulares*”, desvelando este marcado carácter repetitivo y periódico en las plantas. De la misma forma hizo **Plinio el viejo** (23-79 d.C.) en su obra *Historia Natural* donde señalaba: “*es una ramosa, planta pilosa con cinco o seis hojas en intervalos regulares, ubicadas en sentido circular alrededor de las ramas*”. **Leonardo Fibonacci de Pisa** (1175-1240 d.C.) fue un matemático italiano que se dio cuenta de que en la naturaleza había ciertos patrones geométricos que seguían un patrón numérico repetitivo, que correlacionaba con la **proporción áurea**. Por ejemplo, los capítulos florales del girasol (*Helianthus annuus*), presentan las semillas en 2 espirales, 34 de ellas en sentido de las agujas del reloj, y entre 21 y 55 en sentido antihorario. Por otro lado, hay dos tipos de piñas según el sentido de las brácteas. La división celular asimétrica de las células en los tejidos de las plantas nos ofrece una posible explicación para este tipo de estructuras en espiral, que se da tanto en hojas, como en tallos, flores, e inflorescencias.

El matemático francés **Benoît Mandelbrot** descubrió en 1975 los fractales, cuyo término proviene del latín ‘*fractus*’ que significa ‘roto’ o ‘fracturado’, y al que él mismo se refería como “*la geometría de la naturaleza*”, y también “*el arte de la rudeza*” y “*los elementos incontrolables de la vida*”. Un fractal es un patrón geométrico natural que se autorreplica infinitamente,



Girasol. Fotos de Wikimedia/Wikipedia.

proyectando la figura completa a escalas pequeñas, para producir formas y texturas irregulares que escapan de los dominios de la geometría clásica. Los fractales se ven influenciados por dos factores: la forma y el ritmo. La planta típica para describir fractales en la naturaleza es el Romanesco, un tipo de brocoli con un aspecto muy llamativo, aunque también se encuentran estas estructuras fractales en numerosas especies de helechos y cactáceas, entre otras.

fractales. Pueden descargarse estas aplicaciones en la página web del proyecto: [http://algorithmicbotany.org/virtual\\_laboratory/](http://algorithmicbotany.org/virtual_laboratory/)

Lo cierto es que tras todas estas observaciones, entendemos que la naturaleza se emplea a fondo para crear arte, y que posee una paleta de recursos con infinitas posibilidades: la geometría, el ritmo (en ángulo, número y periodicidad), y los colores, los entremezcla para expresar en el lienzo de las

plantas toda su belleza. El poeta británico Lord Byron lo resumió bien: <<El arte, la gloria, y la libertad se marchitan, pero la naturaleza siempre se mantiene bella>>.



Varios ejemplos de fractales en plantas.. Fotos de Wikimedia/Wikipedia.

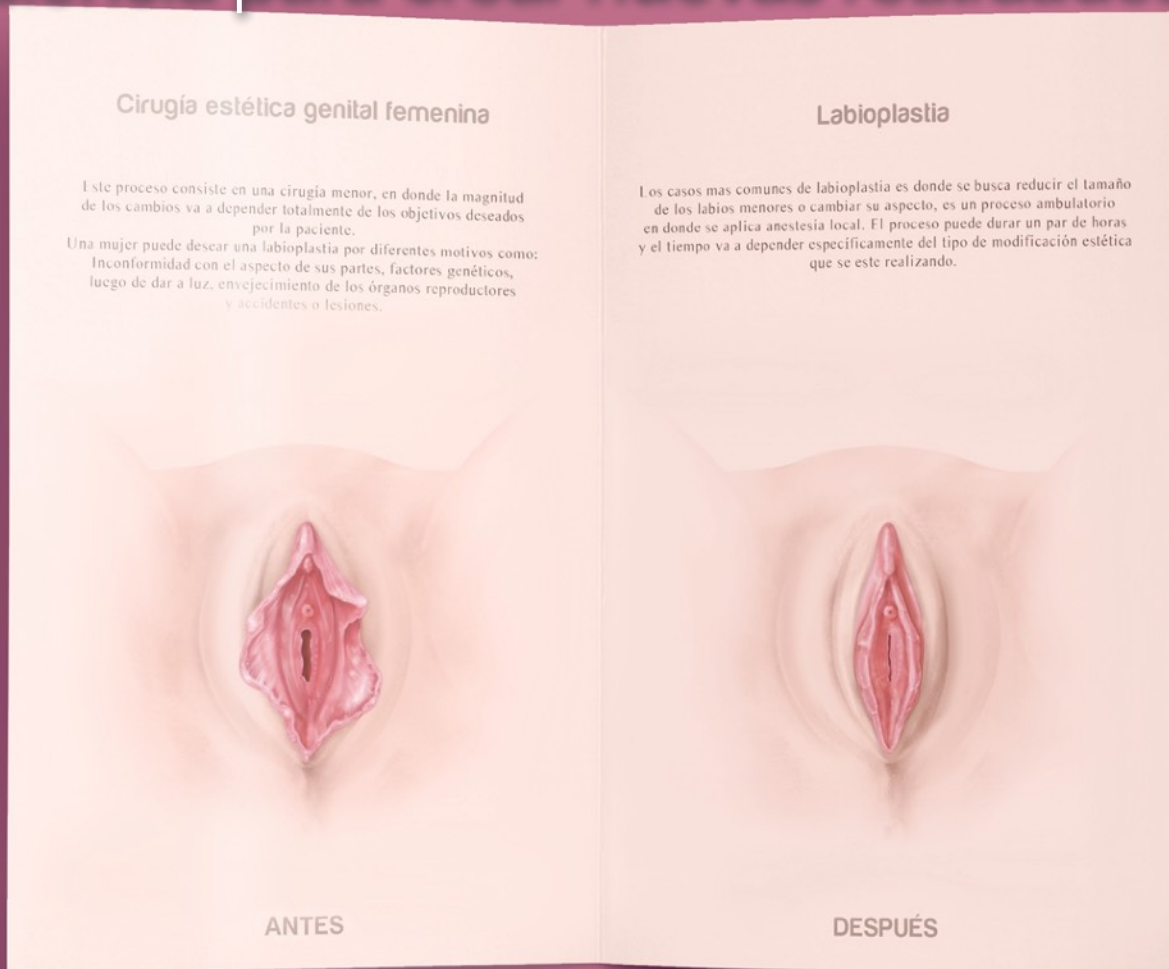
Hay un grupo de investigación del Departamento de Ciencias Informáticas de la Universidad de Calgary (Alberta, Canadá), liderado por el Prof. **Przemyslaw Prusinkiewicz**, que estudia el modelado, simulación y visualización del desarrollo de las plantas. Tienen una herramienta de simulación llamada "Laboratorio Virtual" (Virtual Lab, ó V-Lab), y otra llamada L-studio, para analizar simulaciones basadas en la L-simetría de las

**Juan de Dios Franco Navarro**

Licenciado en Biología (US), Máster en Genética Molecular y Biotecnología Vegetal (US) y Doctorando en Biología Integrada (IRNAS-CSIC-US).



# ¿Se necesita la sinergia del arte y de la ciencia para crear nuevas realidades?



Ilustra una comparativa entre las partes anatómicas antes y después de practicar el procedimiento, ofreciendo una aproximación del resultado. Situaciones en donde la ilustración es el recurso gráfico más adecuado, porque depura detalles, resalta la evidencia y brinda privacidad en temas de alta susceptibilidad. .Labioplastia. Antes Vs. Después. Cliente: Dra. Lisbeth Pages. Especialista en Obstetricia y Ginecología , Ginecología Estética Funcional y Regenerativa. ©Giselle Vitali.

La incómoda suposición de que la sociedad no comprende el beneficio que aporta el trabajo de los profesionales médicos y científicos, pasó a ser una realidad palpable. Puede parecer que hablo de un *timeline* y me posiciono justo en medio de un hecho histórico reciente como la pandemia de la COVID-19, pero no es así. Hay un *factor común* que palpo en la realidad de este sector. Este, no lo vinculo a la COVID-19 ni a la aparente saturación de información que manejamos sobre ella. Lo observo en diversas

situaciones que relacionan al paciente, al alumno y al resto de la sociedad como receptores de un mensaje.

En situaciones asistenciales, es habitual que, tras explicaciones verbales, técnicamente correctas por parte del sanitario, el paciente y/o familiares no comprendan con claridad la afección, el diagnóstico o el tratamiento a seguir. Me atrevo a decir que, no son casos aislados del que sólo yo he sido testigo. Leyendo al Dr Díez Tejedor, confirmo desde

otra perspectiva. "No obstante, donde más se falla, aunque parezca lo contrario, es en la comunicación hacia el paciente y hacia los familiares."<sup>1</sup> Se estima que un médico realiza entre 86.000 y 120.000 entrevistas durante su carrera profesional, asumiendo que atiende entre 3 y 4 pacientes por hora en una jornada de 22 hrs a lo largo de 30 años..."<sup>2</sup>

La posibilidad de que esa estimación sea real nos acerca a la pregunta ¿Qué hacemos para mejorar la comprensión del paciente cuando el mensaje es complejo y ajeno a su conocimiento?

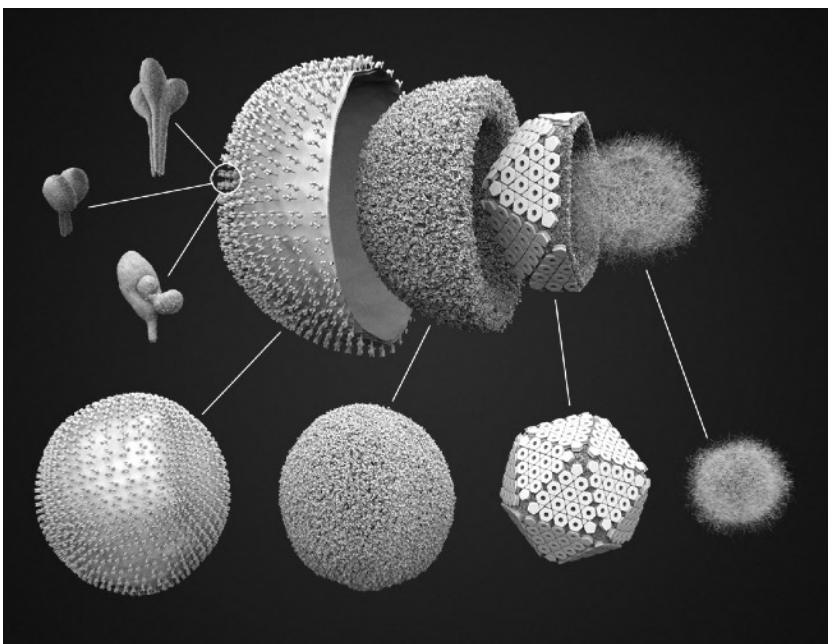
Si repasamos el contexto educativo, nos encontraremos con conceptos abstractos, morfológicamente complejos o de un nivel más avanzado al conocimiento que tenemos en ese momento. Limitando la información a textos y/o a la imagenología médica según el área, el alumno puede presentar mayor complejidad para visualizarlo y comprenderlo. En una búsqueda rápida por internet encontramos que está inundado de estadísticas relativas a esta "De ahí que seamos capaces de recordar el 80% de las imágenes, y únicamente el 20% del texto, o el 10% del sonido. Además, nuestro cerebro procesa la imagen 60.000 veces más rápido que el texto."<sup>3</sup>

Me surge la pregunta ¿Es necesario 'cruzar' fuentes de distintas naturalezas que nos brinden descripciones complementarias?

En el contexto de la divulgación científica, es aún más complejo. Haré énfasis en los profesionales que desconocen el uso y el tipo de imagen que ejemplifica y comunica aquello que su investigación ha conseguido a un público más diverso, así como el beneficio bidireccional que esto supone.

Tal como reflexiona el Dr. Díez Tejedor: "Pienso que nosotros tenemos la idea, probablemente equivocada y poco proyectada hacia la sociedad, de que el canal fundamental de nuestra comunicación son las publicaciones científicas. ... Pero, sin duda, es una comunicación endogámica, dentro del campo de los científicos. Nos conocemos entre nosotros y ahí nos valoramos. Luego nos quejamos, a veces, de que la sociedad no nos valora o no nos conoce, pero tampoco estoy seguro de que hagamos un esfuerzo por llegar a esa sociedad. ..." <sup>1</sup>

De todo lo anterior, podría deducirse que ese factor común radica precisamente en la carencia de recursos gráficos adecuados para apoyar los contenidos científicos o médicos, que faciliten la comunicación efectiva entre el especialista y su interlocutor. Explicaciones en las que el receptor no tiene conocimiento o



Se muestra con claridad y cohesión todos los componentes de un elemento, eliminando limitaciones espaciales que en condiciones normales impedirían su completa visualización. Además se brinda al estudiante una representación tridimensional y/o animada de elementos topológicamente complejos. Virus II (HSV II) Figura para tesis doctoral. Cliente particular. ©Hugo Salais

## « SINERGIAS »

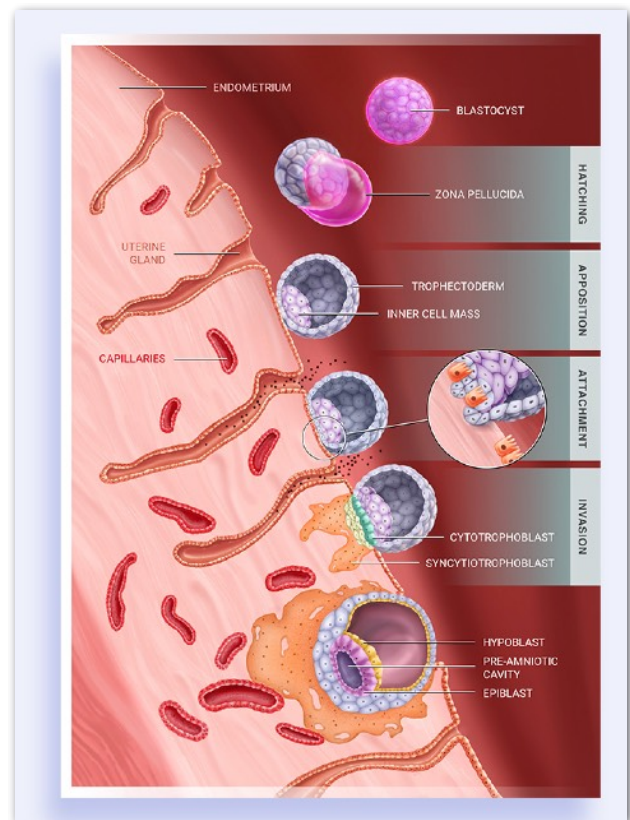
dominio de ellas, pueden resultar poco efectivas si no se acompañan de imágenes adaptadas que ayuden a comprenderlo.

Para poder hablar de esa palpable realidad en pasado, debemos crear una nueva. (Puedes ver algunos ejemplos en las ilustraciones de este artículo). La solución común es la incorporación de recursos gráficos que traduzcan y potencien la comunicación efectiva entre el emisor especialista y sus receptores. Desde mi perspectiva, para continuar creando esa nueva realidad veo dos vías:

1. Impulsar el papel de divulgar dentro de la medicina y la ciencia, ejemplos como Mercedes Herrero Conde (@dra\_herrero), Marián García (@boticariagarcia), Alfredo Corel (@alfredo\_corell), sólo por mencionar algunos.

2. Impulsar la sinergia entre los profesionales conscientes de la comunicación efectiva de su trabajo hacia la sociedad con los profesionales que estudian y crean las imágenes adecuadas, tales como diseñadores gráficos, ilustradores, cg artist, infografistas... Podríamos llamarnos artistas, por el dominio técnico, creativo y estético de la idea, sin embargo, para ofrecer recursos gráficos que comuniquen de forma efectiva y memorable, además de saber *dibujar bien*, detrás hay mucha investigación del *qué* se quiere comunicar, del *cómo* se comunicará y de a quién va dirigido ese material que creamos. Ese recurso gráfico que potencia el trabajo del especialista. La segunda, se refiere a poner en práctica el concepto de la **co-creación**, es la metodología que, a lo largo de 10 años he venido implementando como profesional y enseñando en todas las formaciones de ilustración médica que imparto.

En respuesta al título, en base a nuestra experiencia real con profesionales particulares, empresas públicas y privadas del sector, podemos afirmar que sí. La sinergia entre profesionales de la comunicación creativa y los especialistas de la ciencia y la medicina



La ilustración no sólo acompaña un artículo científico, también se publica en medios 'populares' como las redes sociales, por ende, se jerarquiza la información para facilitar la lectura, se cuida la estética y rigurosidad para generar alto impacto y se señalan los elementos para comunicar a un público diverso. Human blastocyst implantation sequence (implantación de blastocisto humano en útero). Human blastocyst implantation sequence. Oxford Academy, Volume 27-Issue 3. Cliente: Institute for Bioengineering of Catalonia - IBEC. ©Giselle Vitali

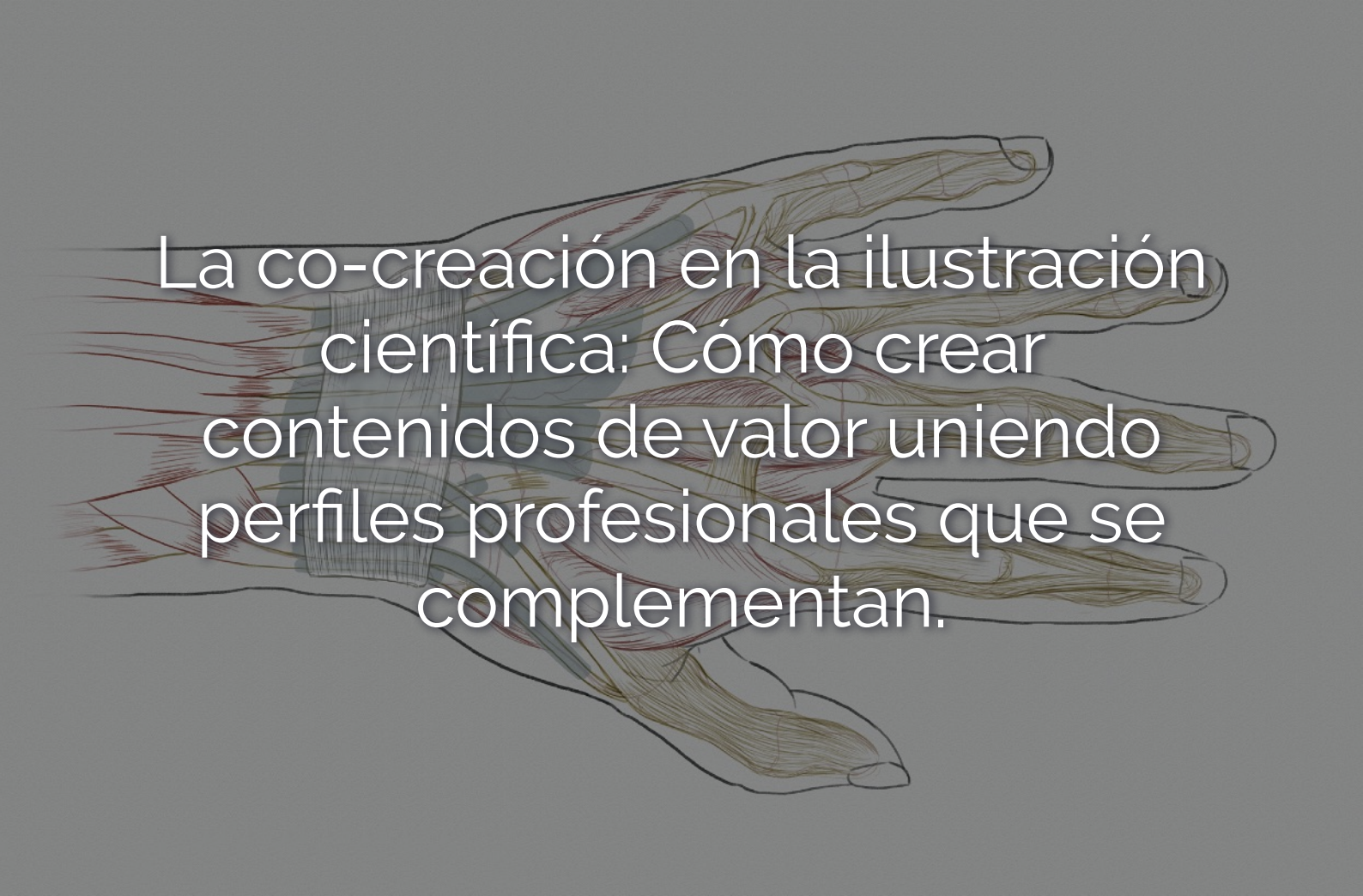
permite que la sociedad comprenda, valore y apoye el aporte de su trabajo.

Al entender el beneficio de la sinergia y su magnitud, formé un equipo híbrido de creativos especializados y científicos que también entienden el *factor* y la *solución común*. Con ese propósito nace Homograma.

### Giselle Vitali

+10 años de experiencia como ilustradora profesional especializada en el cuerpo humano. CEO y co-fundadora de Homograma.



An anatomical drawing of a hand, showing the bones and tendons. The drawing is rendered in a light, sketchy style with various colors like brown, grey, and blue. The text is overlaid on the drawing in a white, sans-serif font.

# La co-creación en la ilustración científica: Cómo crear contenidos de valor uniendo perfiles profesionales que se complementan.

Soy una criatura creativa y dibujante. Me he dedicado profesionalmente al diseño gráfico e ilustración durante varios años hasta enamorarme de la ilustración científica.

En mi camino de especialización, descubrí que muchos ilustradores científicos profesionales tenían una formación previa en ciencias: botánica, biología, entomología, anatomía, biomedicina... creando imágenes con maestría dentro de su área de conocimientos, lo que llamamos un perfil híbrido.

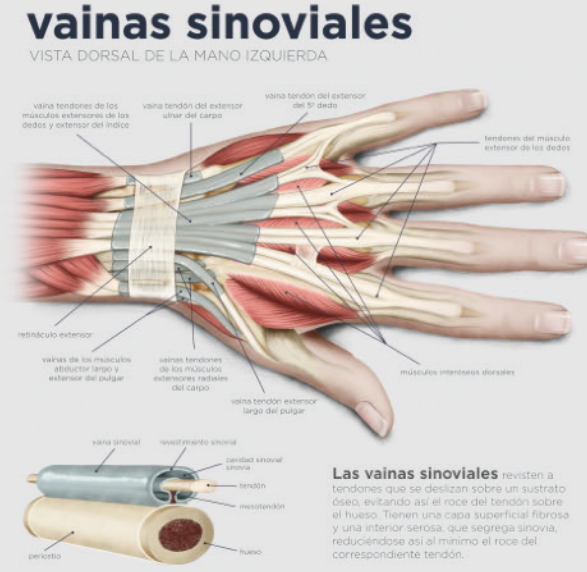
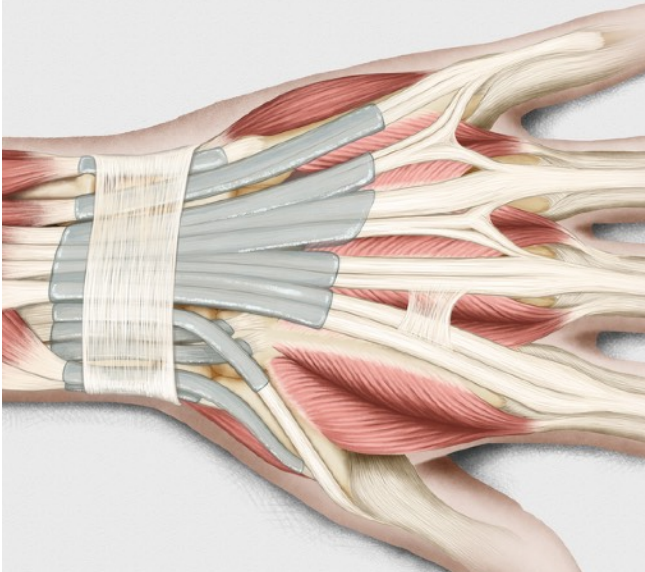
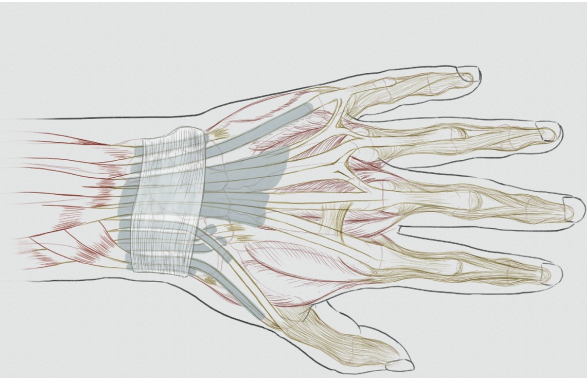
Yo, que tenía una formación 100% artística, me preguntaba si también podría dedicarme profesionalmente a ilustrar la ciencia.

He conocido y aprendido con varios profesionales, como Giselle Vitali (CEO e ilustradora en Homograma, una agencia de comunicación en el sector de la salud y bienestar) que, como yo, tenía una formación previa en arte y diseño. Entendí que, a pesar de no tener conocimientos científicos especializados, nuestro aporte como creativas profesionales, expertas en ilustración, diseño y

comunicación, es un valor añadido a cualquier proyecto de divulgación científica, siempre y cuando trabajemos en colaboración con un especialista en el tema o investigador, que nos ayuda a proporcionar el rigor científico a nuestro trabajo. Un proceso de co-creación donde nuestros conocimientos especializados se complementan.

Para explicar mejor este proceso, usaré un ejemplo. Con la orientación de Giselle Vitali y el acompañamiento del biólogo anatomista Daniel Casanova he co-creado una ilustración anatómica, representando las vainas sinoviales del dorso de la mano.

Todo empieza por un *briefing* o encargo, qué queremos comunicar, a quién y cómo. Queremos crear una ilustración anatómica a partir de una disección de referencia representando claramente las vainas sinoviales del dorso de la mano y su relación con los tendones y tejidos circundantes, debidamente rotulados. Esta ilustración estará impresa en



**Arriba Izq.** Disección del dorso de la mano izquierda con inyección de vainas sinoviales. © Daniel Casanova. **Arriba Dcha.** Boceto de líneas por Isa Loureiro. **Abajo Izq.** Detalle de la ilustración por Isa Loureiro. **Abajo Dcha.** Ilustración final de las vainas sinoviales del dorso de la mano por Isa Loureiro.

un libro de texto, dirigida a estudiantes de nivel universitario.

Desde el inicio el trabajo en equipo es fundamental: con mi perfil profesional artístico puedo recomendar un estilo gráfico adecuado al mensaje que se quiere transmitir, al formato y al público objetivo... Como especialista en anatomía, Daniel Casanova puede aportar fotografías de referencia, aclarar dudas sobre las estructuras anatómicas y destacar aspectos a mejorar: representar las vainas sinoviales más transparentes y menos abultadas, corregir la vaina mal inyectada del 5º dedo y otras malformaciones...

Es importante hacer una investigación previa, para conocer a mayor profundidad el tema que voy a representar, conocer la terminología, las

estructuras y elementos relevantes. De ese modo soy capaz de filtrar la información y depurar la imagen para comunicar claramente, representando lo más importante y ocultando aquellos elementos que pueden distraer o confundir (por ejemplo, las estructuras vasculonerviosas, en este caso).

Entonces realizo varios bocetos que van aumentando tanto en detalle como en precisión. Por un lado, tendré en cuenta el estilo gráfico, la composición, el diseño y el espacio para los textos; por otro lado, el anatomista podrá aportar sugerencias y correcciones para que la ilustración tenga el máximo rigor científico. Una vez alcanzamos un boceto de línea exacto, podré trabajar en los aspectos de color y textura de la ilustración.



Las texturas y paleta de colores siguen tres aspectos principales: 1) deben estar de acuerdo con las convenciones establecidas en la ilustración científica médica, 2) deben ayudar a que el mensaje sea claro y de fácil legibilidad y, por último, 3) representan el estilo gráfico elegido o mi estilo artístico personal. El especialista sigue la evolución del trabajo asegurándose de que no existen estructuras anatómicas mal representadas y aclarando cualquier duda que pueda surgir, hasta alcanzar la ilustración terminada.

Tengo el privilegio de co-crear junto a diferentes investigadores y comunicadores científicos de diferentes áreas, con los cuales aprendo muchísimo sobre temas fascinantes: mamíferos, insectos, fauna marina, botánica, neurociencia... y también, como ilustradora de la agencia Homograma, tengo la posibilidad de dibujar y explorar lo maravilloso que es el cuerpo humano, creando ilustraciones anatómicas y biomédicas para ayudar a los profesionales del sector a potenciar y diferenciar sus proyectos.

Ya siguiendo el ejemplo de perfil híbrido de Maria Sibylla Merian\_ que al mismo tiempo que investigaba los insectos era la autora de muchas ilustraciones entomológicas\_ o siguiendo el ejemplo de co-creación de Andreas Vesalius\_ que instruyó el rigor anatómico a los artistas que realizaron las imágenes de su obra de anatomía “*De humani corporis fabrica*”\_ la ilustración científica hace evidente que el Arte y la Ciencia deben ir de la mano, para transmitir el conocimiento de forma clara y efectiva, con un valor estético que aumenta su impacto y difusión, crea una conexión emocional con el público y lo hace perdurar en el tiempo.

### Isa Loureiro

Ilustradora científica, con experiencia en diseño gráfico e infografía. Se dedica a unir la creatividad a la objetividad para crear imágenes atractivas que contribuyen a la divulgación de la ciencia.



Escanea el código QR y lee ciencia desde tu dispositivo preferido.

# La ciencia como herramienta de resolución de enigmas



Muchos pasan inadvertidos, otros han sido investigados durante generaciones... y es que la cultura ha sido plasmada desde que existe el lienzo. Sin embargo, no siempre se pueden apreciar esos “pequeños detalles” si no percibimos dos dimensiones vitales en el mundo de la pintura: el conocimiento histórico-cultural que nos proporciona el contexto, y una amplia formación científica, la cual da respuesta a muchas preguntas que se escapan del entendimiento social.

Un ejemplo de civilización que siempre ha fascinado en el mundo de las artes por sus enigmas indescifrables se localiza a las orillas del río Nilo. Los egipcios siempre han sido considerados como unos visionarios, adelantados a la época en la que vivían. Hasta hoy, todo el legado que nos han dejado sigue sorprendiéndonos conforme procesamos la

información que nos llega a modo de reliquias, cuerpos embalsamados o pinturas. Una de las últimas sorpresas ha sido al analizar “Las Ocas de Medium”, un fresco de hace 4500 años, que ha sido admirado desde su descubrimiento en el siglo XIX.

En él, se representa una escena de caza de aves con unas características muy llamativas que actualmente no encontramos en ninguna parte del mundo. Anthony Romilio, científico de la Universidad de Queensland, concluyó que, debido a la morfología mostrada en gran variedad de restos arqueológicos y la ausencia de restos animales que confirmaran que posiblemente fueran gansos de pecho rojo (*Branta ruficollis*), era posible que estuviéramos contemplando una especie extinta, desconocida hasta el momento. Finalmente, en uno de sus comunicados, Romilio apuntaba que “la licencia

artística podría explicar las diferencias con los gansos modernos, pero las obras de arte de este sitio tienen representaciones extremadamente realistas de otras aves y mamíferos". Noticias como esta muestran evidencias de lo poco que sabemos acerca de las especies que han desaparecido con el paso del tiempo y de lo esencial que es una completa investigación de vestigios del pasado para poder llegar a descubrimientos de esta índole.

Sin duda, la cultura esconde una infinidad de secretos que no siempre son fáciles de comprender, aunque no hace falta irse tan lejos cronológicamente. Si nos centramos en España, uno de los cuadros más llamativos y esperpénticos que muestran el lado más oscuro de la sociedad española es un grabado de Goya datado entre 1810 y 1814 conocido como "Gracias a la almorta" (Imagen 2).



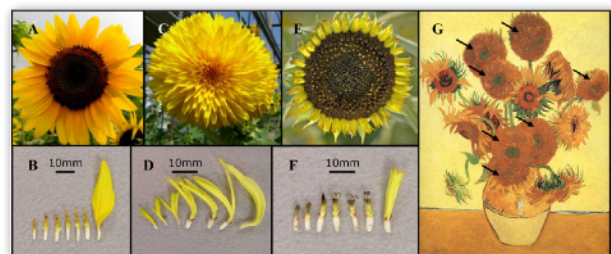
Dicho grabado refleja las consecuencias de la escasez de alimentos en una ciudad de Madrid devastada por la Guerra de la Independencia (2 de mayo de 1808 – 17 de abril de 1814).

Las almortas o guijos (*Lathyrus sativus*) es un ingrediente muy familiar en Castilla la Mancha. Su harina es la base para las famosas gachas manchegas, aunque su uso ha sido frecuente para la alimentación de animales. El consumo humano de esta legumbre está bastante regulado debido a que su abuso se relaciona con una enfermedad conocida como el **latirismo**, patología asociada al sistema nervioso (neurolatirismo) que puede llegar a generar malformaciones (osteolatirismo). El origen de su toxicidad radica en su composición, en la que se incluye la L-canavanina, un aminoácido no proteínico análogo a la L-arginina. Su función biológica en

semillas es la defensa ante la herbivoría, pero en este contexto, el organismo humano confunde este aminoácido en el proceso de síntesis de proteínas, incluyéndolo por error. Es así que se sintetizan proteínas aberrantes y se generan los síntomas propios de la enfermedad. Este aminoácido no se reportó hasta 1929, y su asociación con el latirismo en 1941.

Además, como podemos ver en algunos casos, existen eventos que no han podido ser explicados hasta la posterior llegada de ciertos avances tecnológicos. Es el caso de "Los girasoles" de Van Gogh (1888). Entre las quince flores que engloban la obra se puede apreciar una formación un tanto peculiar: la fusión de varias coronas de flores que casi oculta el disco central. Un novedoso estudio comparativo con bases moleculares consiguió explicar este caso tan particular más de 100 años después de la publicación del lienzo. La estructura atípica que retrató el artista se debe a una mutación cuya base molecular no fue caracterizada hasta 2012.

Pero, si tenemos que mencionar un método que ha marcado un antes y un después, ese es el del estudio de las capas de pintura por



radiación infrarroja o rayos X. La relevancia de utilizar la radiación se encuentra en que nos permite ver mediante el uso de la difracción de la luz todas las longitudes de onda que la obra emite y absorbe, que es mucho más de lo que el ojo humano puede ver. Estas técnicas no destructivas han permitido conocer el contexto en el que se encontraban los artistas en el momento en el que elaboraban sus obras de arte, a la vez que demostraban las numerosas rectificaciones en búsqueda de la perfección, como le pasaba a Diego Velázquez o a Leonardo Da Vinci. En muchas ocasiones estos hallazgos han llevado a mostrar cuadros ocultos, inacabados o modificados por estética bajo la percepción del arte en aquel momento. Un claro ejemplo es el caso de la "Muchacha



*leyendo junto a la ventana*" (1657) de Johannes Vermeer, donde los rayos X revelaron que había dibujado un cupido idéntico al encontrado en "El joven de pie tocando el virginal", también del mismo autor.

Estas herramientas no solo han sido útiles para aportar información acerca de la sociedad y el marco histórico, sino que también han sido cruciales para destapar fraudes de imitaciones que rozan la perfección. Escándalos como el que salió a la luz en base a un profundo estudio, en el Instituto de expertos de Bellas Artes de Suiza en 2014, en el que se demostró que el 50% de las obras que están en el mercado eran falsificaciones; o cuando el museo de Terrus en Elne (Francia) hallaba en 2018 la ilegitimidad de 82 de sus 140 obras, lo mismo que otros museos europeos como The National Gallery (Londres), cuyas colecciones aclararon cualquier posible duda al origen y la autenticidad de sus cuadros, llegando a conclusiones similares con respecto a las del museo francés. Un buen ejemplo lo encontramos en la siguiente figura, en la que vemos a la izquierda un cuadro presentado como si fuera de Hans Holbein El Joven, un conocido y apreciado artista alemán del Renacimiento Nórdico, mientras que realmente pertenece a otro autor alemán desconocido (derecha). Todas estas noticias generan mucha inseguridad, no solo a los propietarios de colecciones o las galerías, sino incluso a los propios museos. Esto puede llevarnos a las siguientes preguntas: ¿es posible que hayamos ido a una exposición y no ser conscientes que estábamos observando una imitación? ¿Cuántos particulares han



podido pagar cantidades desorbitadas de capital por la copia de una obra de arte?

Con todos estos estudios podemos ver una infinidad de ejemplos que dejan pruebas consistentes de que, por muy diferentes y alejadas que puedan parecer dos materias de estudio como son las bellas artes y las ciencias puras, un análisis completo combinando disciplinas tan alejadas puede llevar a responder muchas preguntas que nunca antes hemos sido capaces de responder, aunque a veces no siempre hallemos la información deseada. Es posible que el desarrollo de las tecnologías siga su curso en la búsqueda de respuestas a innumerables preguntas que se formula el ser humano acerca de su propio pasado y del entorno que le rodea.

### Procopio Peinado Torrubia

Doctorando en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



Reproducción de un bisonte de la cueva de Altamira.

# Los artistas de la prehistoria

Hace 40.000 años, el ser humano ocupaba prácticamente todo el planeta. Muchos de ellos dejaron constancia de sus experiencias y vivencias en las paredes y techos de las cuevas que albergaban. Por eso a esta época, denominada Paleolítico, se le conoce también como época de piedra; y al arte representado durante la misma, como arte rupestre.

Se emplearon varias técnicas para lo que actualmente conocemos como arte rupestre, una de la más utilizada fue la pintura, donde mezclaban pigmentos minerales u orgánicos, que en ocasiones disolvían en agua. Los materiales eran rudimentarios: palos o escobillas vegetales a modo de pinceles o lapiceros, a veces incluso eran escupidos sobre la roca como si de un aerosol se tratara, y en la mayoría de las ocasiones eran pintados con los dedos.

Un ejemplo de esto lo tenemos en una de las pinturas descubiertas en España en el año 1879: la conocida cueva de Altamira, donde fueron localizadas pinturas de bisontes (*Bos primigenius*) de colores.

En la región de Castilla y León, el arte rupestre también ha tenido su protagonismo, donde a principios del siglo pasado fueron descubiertas pinturas en la zona de Las Batuecas (Salamanca), que no se dieron a conocer hasta 10 años más tarde.

Entre los años 1911 y 1921 aparecen las primeras referencias de pinturas en las cuevas de la sierra de Atapuerca (Burgos). En la década de los 50 a 60 se descubre una de las que ha sido catalogada como el buque insignia del Paleolítico, Ojo Guareña, situado en la provincia de Burgos.

## « ARTISTAS PREHISTÓRICOS »

Pintura esquemática en los alrededores del monte Valonsadero (Soria), correspondientes a los modos de vida, actividades y creencias de sus autores.



Las pinturas descubiertas en estas zonas, y otras más que ocupan la región más al norte de la comunidad, llevan la técnica mencionada anteriormente, hechas con colores rojizos fundamentalmente, y donde aparece una simbología convencional, como son arcos, círculos concéntricos, etc.

Pero entre todos estos hallazgos que han hecho la maravilla de visitantes e investigadores de todo lo relacionado con el Paleolítico, cabe hacer una especial mención al descubrimiento llevado a cabo el 29 de septiembre de 2020 en el monte Valonsadero (Soria). Donde aparecieron unas pinturas que han supuesto una gran revolución en este arte. Se le conoce como Abrigo de las Manos.

El nombre está dado por la aparición de unas pinturas que reflejan unas manos. Hasta aquí no debería ser una revolución este hallazgo en sí mismo. No obstante, lo llamativo es que estas manos podrían pertenecer a mujeres. Así lo demuestra Snow, especialista en análisis de huellas humanas, quien hizo una colección de fotografías de individuos con antecesores europeos y mediterráneos; y mediante mediciones y proporciones entre los dedos índice y anular, e índice y meñique, que le permitían saber si correspondía a un hombre o a una mujer.

El problema se planteó cuando muchos científicos contradijeron esta teoría, al afirmar que, si se relacionaba con el tamaño, las manos podían pertenecer a niños. Para

defender esta idea, se llegó a la conclusión de que, durante aquella época, los seres humanos que habitaban las cuevas se dedicaban a dejar representado aquello que veían o que tenían en sus mentes, es por eso por lo que aparecen mujeres desnudas, grandes animales...

Tras este descubrimiento y estas teorías, se han analizado más yacimientos con representaciones de manos y se ha visto que están extendidas por todos los continentes. Se han hallado como idea elemental en el Norte de Europa, concretamente en Finlandia donde se encuentran asociadas a cérvidos. O en Italia, en la cueva de Porto Badisco donde se han observado manos infantiles o manos de mujeres (continuaríamos con la controversia, por sus proporciones), que cubren techos de zonas profundas de estas cuevas.

Todas estas investigaciones parecen ser solo teorías, sin embargo, algunos se inclinan por pensar que esas huellas podrían ser firmas, aunque no cabe duda de que se seguirán planteando nuevas hipótesis acerca del tema.

### Ana Tello

Soy Licenciada en Biología por la Universidad de Salamanca y Máster en Neurociencias. Trabajo como docente de Enseñanzas Medias en el área de Biología y Geología.





## Colabora en próximos números

Si quieres colaborar en la revista, escríbenos un correo a [revista@hidden-nature.com](mailto:revista@hidden-nature.com) y te enviaremos las normas de publicación para que puedas participar en futuras revistas.

## Colaboradores

### Juan Encina

Graduado en Biología por la Universidad de Coruña y Máster en Profesorado de Educación Secundaria por la Universidad Pablo de Olavide. Colabora en proyectos de divulgación científica desde 2013 como redactor, editor, animador de talleres para estudiantes y ponente.



### Juan de Dios Franco Navarro

Licenciado en Biología (US), Máster en Genética Molecular y Biotecnología Vegetal (US) y Doctorando en Biología Integrada (IRNAS-CSIC-US).



### Francisco Jesús Moreno Racero

Biólogo. Apasionado de la ciencia y la ilustración científica digital. Sin la divulgación, la investigación pierde su significado social.



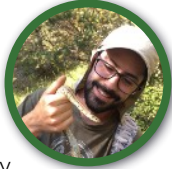
### Procopio Peinado Torrubia

Doctorando en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



### Jorge Garrido Bautista

Investigador predoctoral en el grupo de investigación Evolutionary Ecology of Mediterranean Fauna de la Universidad de Granada. Creador del proyecto de divulgación científica El Pulgar del Panda. Socio y colaborador en Hablando de Ciencia y Mustela CEM.



### Laura Manzanares Alaminos

Estudiante del grado en Biología por la Universidad de Sevilla.



### Gliselle Vitali

+10 años de experiencia como ilustradora profesional especializada en el cuerpo humano. CEO y co-fundadora de Homograma.



### Isa Loureiro

Ilustradora científica, con experiencia en diseño gráfico e infografía. Se dedica a unir la creatividad a la objetividad para crear imágenes atractivas que contribuyen a la divulgación de la ciencia.



### Francisco Gálvez Prada

Socio fundador del Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos - BioScripts. CEO en IguannaWeb y CTO en Hidden Nature.



### Ana Tello

Soy Licenciada en Biología por la Universidad de Salamanca y Máster en Neurociencias. Trabajo como docente de Enseñanzas Medias en el área de Biología y Geología.



## Agradecimientos y atribuciones de imágenes

- **Foto de portada:** Annales de la Société royale d'agriculture et de botanique de Gand. Gand [etc.] :Société royale d'agriculture et de botanique.1845-1849. <https://biodiversitylibrary.org/page/47262760>
- Especial agradecimiento a Ana Isabel Gómez, Juan de Dios Franco y Juan Encina como revisores de este ejemplar.
- Las imágenes que necesiten atribución las tienen indicada en su pie de imagen, cada autor del artículo es responsable del uso de las mismas y de que las atribuciones sean correctas.

## Revista Hidden Nature

Editado por Francisco Gálvez Prada en el Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos BioScripts bajo el proyecto Espacio de Divulgación Científica - Hidden Nature en Avda. Reina Mercedes 31 Local Fondo, Sevilla, 41012 (España).

**HIDDEN NATURE**  
 Número 0 - Octubre 2017  
 Foto por Víctor Pérez Araujo  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Naturaleza Oculta**

ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Número 1 - Enero 2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Seres Vivos**

ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€  
 Charlene Chacabarro por Álvaro Pérez Gómez

**HIDDEN NATURE**  
 Número 3 - 3/7/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Recursos Hídricos**

Foto de Daphne con licencia  
 Creative Commons 2.0 por  
 Doreen por E. Sagar Corrallo  
 www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Número 5 - 17/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**SEXO**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 7 - 3/7/2019

**Biomarcadores**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 Foto por RIBBI  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 6 - 2/7/2019

**Etnobotánica**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 Foto por Jolán Campesón Lado  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Número 4 - 4/7/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**MEDICINA**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 8 - 16/7/2019

**VIRUS**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 Foto del Centro para el Estudio y Tratamiento de Colaboración

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 10 - 2/7/2020

**Especies Exóticas Invasoras**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 Foto de la Imagen por G. G. G.

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 14 - 4/7/2021

**CienciArte**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 9 - 1/7/2020

**Infecciones de Transmisión Sexual**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 11 - 3/7/2020

**Contaminación**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 12 - 4/7/2020

**Organismos Modificados Genéticamente**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 13 - 1/7/2021

**Etología**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 14 - 2/7/2021

**Biología Evolutiva**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 15 - 2/7/2021

**Biología Marina**

www.hiddennature.es  
 ISSN 2531-0402  
 PVP Recomendado - 1.50€

Número 16 - 4T/2021

ISSN 2531-0402 00016

9 772531 040206

PVP Recomendado - 1.50€

BioScripts.net