

<https://artnodes.uoc.edu>

ARTÍCULO

NODO «POSIBLES»

Modelos de interacción entre ciencia y arte: subordinación y transferencia

Darío Lanza Vidal

Universidad Complutense de Madrid

Fecha de presentación: marzo 2023

Fecha de aceptación: mayo 2023

Fecha de publicación: julio 2023

Cita recomendada

Lanza Vidal, Darío. 2023. «Modelos de interacción entre ciencia y arte: subordinación y transferencia». En: Pau Alsina y Andrés Burbano (coords.). «Posibles». *Artnodes*, no. 32. UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <https://doi.org/10.7238/artnodes.v0i32.413254>



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Resumen

Que la ciencia y el arte mantienen continuas y complejas interrelaciones y realimentaciones mutuas es incuestionable. Como expresiones de la actividad intelectual humana, han recorrido caminos en ocasiones independientes, paralelos en otras e interdependientes en la mayoría. A un debate tan extensamente documentado como este, lo que el presente estudio pretende aportar es una visión personal que ayude a organizar las tipologías de estas relaciones y a comprender la dialéctica y las tensiones que actualmente se establecen en la colaboración de estos dos dominios, al tiempo que a describir los procesos que movilizan estas relaciones y los resultados que se obtienen de su puesta en práctica, tanto a través de la obra de autores que exploran estas estrategias como en la producción de un caso práctico.

Palabras clave

arte; tecnología; ciencia; relación; programación; código

Models of interaction between science and art: subordination and transfer

Abstract

It is unquestionable that science and art maintain continuous and complex interrelationships and mutual feedback. As human intellectual activity expressions, they have followed paths at times independent, parallel in others, and interdependent in most. This is a discussion extensively documented, to which this study aims to provide a personal vision that helps organize the typologies of these relationships and understand the dialectics and tensions currently established in the collaboration of these two domains while describing the processes that mobilize these relationships and the results that come from their implementation. We will do it both through the work of authors exploring these strategies and a practical case study.

Keywords

art; technology; science; relationship; programming; code

Introducción

Hoy en día resulta ya estéril mantener las tradicionales fronteras estancas entre ciencia y arte que se intentaron establecer en el pasado. Hoy entendemos que ambos conceptos describen estrategias paralelas del ser humano para comprender su entorno y conocerse a sí mismo: donde el objeto ontológico de la ciencia es el mundo, tanto natural como artificial, acerca del cual formula sus preguntas y a los que orienta sus explicaciones, las artes –en su más amplia concepción– formulan esas mismas preguntas, investigan, buscan respuestas y enuncian sus propuestas, esta vez sobre nosotros mismos.

Si la ciencia es reflexiva, teórica y propositiva, la tecnología representa su espacio creativo. Por tecnología podemos entender las creaciones humanas articuladas a partir del conocimiento científico, útiles al ser humano para fines diversos. La tecnología parte de un conocimiento preestablecido y produce, crea, algo nuevo por medio de experimentación, procesos iterativos y diseño, cuyos resultados son validados por la ciencia de la que parte. De manera simétrica, si el arte es la actividad intelectual reflexiva, la obra de arte se correspondería con su espacio creativo, una creación humana que sirve a la exploración ontológica del arte y a las preguntas que este plantea. O enunciado de otra manera: las soluciones tecnológicas son la forma en la que la ciencia produce cosas nuevas para el mundo, de la misma manera que las obras de arte son las propuestas nuevas que las artes incorporan al mundo y en las que apoyan sus investigaciones.

Aunque desde estrategias epistemológicas en principio diferentes, cada vez es más evidente que ciencia y arte comparten algo más que una vocación ontológica, ya que en muchas ocasiones intercambian también metodologías y sobre todo conocimientos. Dominic Lopes (2010) encuentra estos cambios especialmente patentes en ámbitos como el arte digital, disciplina que no solo trabaja en la interacción entre arte y ciencia, sino que además ofrece mecanismos para explorar y

comunicar conceptos científicos y tecnológicos a través de la expresión artística, una posición que se alinea con la de McCormack y d'Inverno (2010), cuando constatan cómo el espacio digital está contribuyendo a mejorar la creatividad tanto en el arte como en la ciencia, en un terreno conjunto. Una frontera cada vez más tenue y permeable, en la que las ideas y las técnicas fluyen de un dominio al otro, y donde arte y ciencia se interrelacionan y retroalimentan, se desarrollan juntas o, más frecuentemente, se apoyan, construyendo una pluralidad de recursos comunes en un espacio global de pensamiento.

1. Modelos de relación entre ciencia y arte

Tomando en cuenta la proximidad existente entre las vocaciones de ciencia y arte, sus similares finalidades y asumidas sus relaciones y los métodos que comparten, queda pendiente entonces intentar describir y categorizar no ya el calado ni la forma en que se establecen dichas relaciones, sino su naturaleza.

Un ejemplo de pensamiento interdisciplinar, híbrido y fluido lo encontramos en el *ethos* renacentista y de forma especialmente elocuente en su perspectiva lineal, posible gracias al desarrollo de técnicas matemáticas y geométricas, que cambió radicalmente la forma en que se producía y se entendía el arte en la cultura occidental (Edgerton, 2009). Y al mismo tiempo, en un movimiento en ambas direcciones, esto influía a su vez en la ciencia, ya que los científicos comenzaron a adoptar métodos visuales más rigurosos para representar y comprender el mundo natural (Kemp, 2000).

Será en el siglo XVIII cuando se intentará establecer una separación efectiva entre ambos espacios, orientando la ciencia al discurso racionalista y asimilando el arte a la esfera de la estética, hasta que a partir del siglo XIX los planteamientos modernos sobre ciencia y arte defenderán una nueva aproximación y postularán una exploración más profunda de la realidad a partir de un diálogo más íntimo entre arte y ciencia, cami-

nando hacia una epistemología conjunta, como podemos identificar, ya en el siglo XX, a lo largo de la historia del bioarte (del Rincón y Cirlot 2013) o del arte digital, ámbitos que, al entretener conocimientos de ambas disciplinas, fomentan un diálogo profundo y enriquecedor que revierte en una comprensión más amplia de ambos espacios (Lopes 2010).

Para mayor riqueza, esta epistemología que avanza hacia lo entrelazado y lo híbrido se articula de forma diferente entre diferentes culturas, sobre la base de las distintas maneras en las que estas comprenden la ciencia, el arte y la tecnología. Ello queda de relevancia en las ideas de Yuk Hui (2016) sobre cosmotécnica, término con el que alude a la diversidad de prácticas técnicas, artísticas y tecnológicas en diferentes culturas y cómo estas prácticas emanan de sus cosmovisiones particulares. Por ejemplo, en la cultura china, la caligrafía se considera tanto un arte como una ciencia, y su práctica está estrechamente relacionada con la tecnología de la tinta y el papel. Aquí la cosmotécnica vendría a poner de relevancia que la relación entre arte y ciencia en la caligrafía china no se puede entender completamente sin tener en cuenta la cosmovisión china y las tecnologías específicas que sustentan esta práctica, lo que nos ayuda a tener en consideración diferentes cosmovisiones además de la propia de la visión occidental.

En cualquier punto de estos diversos entretreídos, vemos que allí donde ciencia y arte se interrelacionan rara vez encontramos que se desarrollen ambos verdaderamente en paralelo y en perfecta sinergia, sino que, en la gran mayoría de los casos, se puede reconocer una asimetría en la relación, asimetría entendida en torno al flujo de la información y a la dirección del diálogo. Donde Malina y Strohecker (2009) hablan de interdisciplinaridad y Lopes (2010) de relación simbiótica, nosotros aspiramos aquí a acercarnos más al fenómeno, hasta advertir que estas interacciones se construyen siempre desde una situación de desequilibrio, de la misma manera que sucede en un evento de comunicación entre dos entidades, emisor y receptor. La tan deseada sinergia en el entorno colaborativo, que busca flujos beneficiosos en ambos sentidos, se articula generalmente por el encadenamiento de relaciones asimétricas en direcciones opuestas. En esta tensión asimétrica es por tanto posible detectar la subordinación de uno de los dominios al otro –en forma de uso de una disciplina como herramienta al servicio de las investigaciones de la otra– o una transferencia de saberes de un territorio hacia el otro. Desde este prisma podríamos establecer una categorización de las tipologías de las relaciones que se establecen entre ciencia y arte en dos estrategias principales: **modelos de subordinación** –ciencia al servicio del arte o arte al servicio de la ciencia– y **modelos de transferencia** –de referencia o de apropiación–.

2. Modelos de subordinación: ciencia proarte y arte prociencia

Cuando hablamos de lo interrelacionados que están hoy los conceptos de ciencia y arte solemos referirnos a la gran cantidad de propuestas

artísticas contemporáneas que se apoyan en principios y métodos científicos, o de la gran cantidad de investigaciones científicas que utilizan hoy procesos artísticos. Sin embargo, podemos apuntar a que la mayoría de estos casos se articulan sobre la base de la subordinación efectiva de un conocimiento a otro, no relacionándose en un plano de igualdad, sino asimétrico, dedicando un dominio sus conocimientos, esfuerzos e investigaciones en beneficio del ejercicio del otro. De todas maneras, no debemos entender esta subordinación como sinónimo de dominación o desventaja, sino al contrario, este desequilibrio mantiene la dinámica del flujo, incrementa la complejidad del sistema y permite una interlocución más fructífera. Es una relación semejante a la que frecuentemente se establece entre ciencia y tecnología: o bien se destinan estudios científicos al desarrollo de nuevas tecnologías, o bien se trabaja ex profeso en tecnologías que sirvan como herramientas en el ejercicio de investigaciones científicas. Aunque evidentemente resulta una relación sinérgica y enriquecedora para los dos territorios implicados y de la que con frecuencia surgen posteriormente nuevas relaciones de signo recíproco, vemos que este modelo moviliza siempre una dedicación activa y expresa de las investigaciones de uno de los aparatos conceptuales, cuyos objetivos se supeditan a servir de apoyo, de herramienta, a otro que ocupa una posición nuclear y que valida los resultados de aquel.

Entre ciencia y arte este modelo lo encontramos típicamente en aquellos procesos en los que la ciencia se emplea en la investigación de soluciones y el aporte de tecnologías para la práctica artística. Este sería el caso de las investigaciones químicas en torno a pigmentos de color, emulsiones fotosensibles o sensores fotográficos, los desarrollos en *hardwares* y *softwares* de edición de imagen, vídeo, sonido, animación o, por ejemplo, las investigaciones en torno al desarrollo de aleaciones metálicas y tratamientos electroquímicos que permiten levantar construcciones metálicas con unas características estructurales o superficiales determinadas –citamos, por ejemplo, las investigaciones involucradas en la obra escultórica reciente de Jeff Koons–. Este modelo exhibe claramente la citada subordinación de una investigación científica, comisionada, diseñada y desarrollada activamente con el objetivo último de servir de herramienta, de apoyo, a las necesidades de un texto artístico, situando a aquella como un instrumento en su proceso de desarrollo.

Otro ejemplo de este tipo sería el simétrico al anterior, aquel donde es la ciencia la que emplea los territorios artísticos en su propio beneficio, al servicio de su propia comprensión y difusión. Aquí encontraríamos, por ejemplo, los dibujos científicos desarrollados para el estudio del medio natural: anatomía, astronomía, botánica o zoología –citamos aquí los conocidos trabajos de Ernst Haeckel–, o las actuales visualizaciones de mapas de información para estudios científicos, económicos, sociales, etc. Aunque por su parte estos desarrollos podrían constituirse a su vez como los objetivos de otras investigaciones científicas dentro de su seno, en un primer momento la subordinación se presenta desde el ejercicio artístico, que se posiciona como instrumento, si bien generalmente de

extraordinario valor, pero en definitiva como un instrumento al servicio de la práctica científica, posicionada como el desarrollo conductor.

3. Modelos de transferencia: referencia y apropiación

Otro tipo de interacciones las encontramos en los que podríamos denominar modelos de transferencia, donde, si bien continúa existiendo un trasvase de conocimientos entre los dominios que se relacionan, no se presenta una dedicación expresa y activa de esfuerzos secundarios, no se encargan desarrollos productivos a modo de herramientas de apoyo, sino el reaprovechamiento de un conocimiento o unos métodos, desarrollados en un campo determinado y para unos fines propios, que es desarchivado y absorbido por otra disciplina. En este trasvase o transferencia de una información ya conocida desde un dominio hacia otro, en el que opera como *input* nuevo, el nuevo desarrollo puede tener que someterse a la validación por parte del dominio original –decimos que el conocimiento original actúa como una referencia–, o, por el contrario, este conocimiento es empleado libremente en el nuevo medio en contextos que nada tienen en común con el original –hablamos de apropiación libre–.

Transferencia referencial vemos, por ejemplo, en la relación que se establece cuando la ciencia opera proporcionando un conocimiento para una representación artística del propio modelo natural estudiado, tal como se presenta en las lecciones de anatomía estudiadas por pintores y escultores con la finalidad de producir una representación, si bien no siempre necesariamente naturalista, al menos sí correcta en su esencia del modelo representado. En esta transferencia, en la que el conocimiento científico no se ha desarrollado ex profeso para el discurso artístico, sino que constituye una información reutilizada por este contexto artístico, este no adquiere total libertad de expresión, sino que adopta una actitud de sumisión a la validación del conocimiento científico del que hereda la información, que se emplea como una referencia, como un modelo al que ceñirse.

Por otra parte, un conocimiento transferido de otra disciplina puede no actuar como referencia, sino como inspiración, como un aporte de estrategias funcionales preexistentes que permiten ser exploradas fuera de su contexto y al margen de todo vínculo con su medio original, en lo que podríamos calificar de apropiación libre. Esta resulta una estrategia especialmente fructífera debido a la libertad discursiva de la que puede disfrutar y a la riqueza de los discursos que la descontextualización permite suscitar. Encontramos este tipo de transferencia en aquellas prácticas artísticas que toman un cierto conocimiento científico y lo aplican, transformándolo a voluntad, en la articulación de un texto artístico propio.

Este sería el caso de la obra del artista Ben Ridgway. Si antes hemos mencionado a Haeckel y su trabajo artístico al servicio de la investigación de formas biológicas, el trabajo de Ridgway se sitúa en una posición simétrica al de Haeckel. Ridgway toma los patrones

biológicos presentes en microorganismos y a partir de ellos diseña nuevos organismos digitales que recuerdan poderosamente a dichos patrones, produciendo animaciones de hipotéticas formas de vida que, sin el compromiso de representar ningún organismo real, resultan plausibles a pesar de su artificialidad y parecen remitir a un origen natural. En palabras de Ridgway (Volanti 2015): «En un mundo en que la tecnología y los sistemas artificiales se están convirtiendo en predominantes, mis films son un recuerdo de que también ellos son un producto de la naturaleza».

Otro ejemplo de apropiación de saberes lo encontramos en las instalaciones de la artista Chris Wood (Bright 2014). Wood utiliza piezas de vidrio dicróico –un material sintético desarrollado por la NASA a finales de la década de 1950 como protección frente a la insolación directa y la radiación cósmica, que es capaz de reflejar un rango específico de longitudes de onda, provocando una reflexión y refracción de la luz en dos colores complementarios–, con el que construye paneles de piezas de cristal que interaccionan con la luz a su alrededor, lo que genera formas sorprendentes.

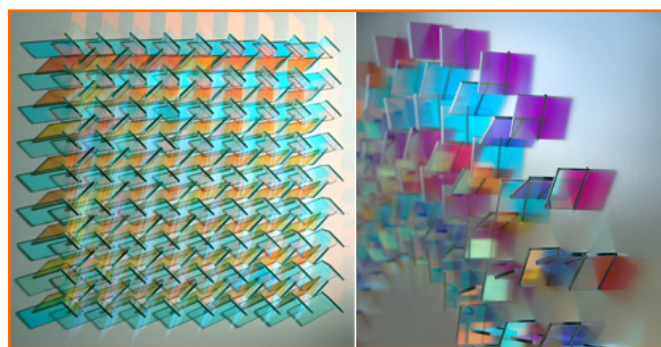


Figura 1. Chris Wood. *Polychroma* (2014). Fuente: Chris Wood

3.1. Estrategias de trabajo

Si movemos ahora nuestro discurso hacia una puesta en práctica de cara a la articulación de proyectos interdisciplinares, podemos ver que en cualquiera de las tipologías anteriormente descritas se pueden desarrollar tantas estrategias de trabajo como modos de organizar una investigación pueden imaginarse. Sin embargo, quisiéramos poner aquí de manifiesto una que nos parece especialmente interesante y que permite gran flexibilidad de trabajo y libertad creativa. Se trata de articular la citada relación mediante una estrategia en tres fases, fases en las que se movilizan consecutivamente los territorios de la ciencia, la tecnología y el arte:

- Una primera fase de estudio, a través de la reflexión científica, conducente a la comprensión del fenómeno. Adquisición de métodos, conocimientos y principios.
- La simplificación del sistema y obtención, si es posible, de las reglas simples por las que se rige su comportamiento. Diseño

de un modelo –tecnología– que represente una versión simplificada de los procesos del sistema original.

- La aplicación del modelo a un entorno diferente, sometiéndolo a condiciones nuevas, reales o no, para la producción de un *output* en un contexto puramente artístico.

Esta estrategia no deja de habilitar todo el abanico de relaciones anteriormente descrito: si la fase de estudio inicial ha sido comisionada ex profeso para la práctica artística, nos hallaríamos ante una relación de subordinación, mientras que si consiste en la documentación de información ya conocida, correspondería a una transferencia. Si la última fase se somete a la validación del conocimiento científico original, hablamos de referencia, y de apropiación en caso contrario.

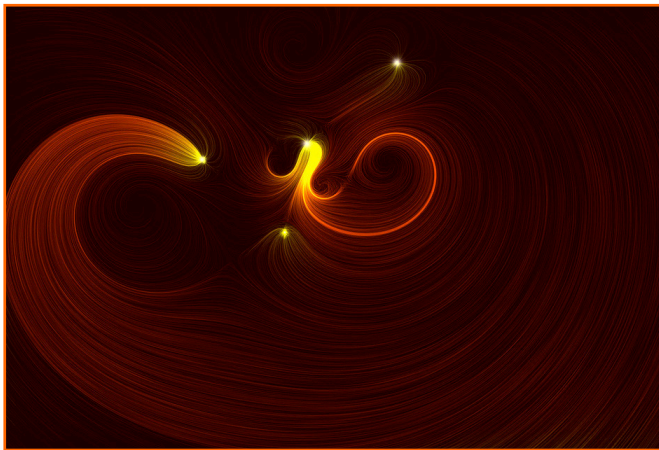


Figura 2. Robert Hodgin. *Addition subtraction* (2010)

Fuente: <https://pytr75.blogspot.com/2010/08/robert-hodgin.html>

Esta estrategia arriba descrita la encontramos, por ejemplo, en el desarrollo de la obra de Robert Hodgin (s. f.) en torno a la gravedad. Hodgin estudia las fuerzas físicas de la mecánica newtoniana, las modeliza en un lenguaje de programación –habitualmente Processing, C++ o Cinder– y posteriormente aplica dichos algoritmos naturales a sistemas complejos de partículas para producir, a partir ya de valores personalizados distintos a los que pueden existir en la naturaleza, piezas artísticas de una increíble fuerza. En su obra *Addition subtraction* (2010), Hodgin estudia las características de la atracción gravitatoria, la rotación y las fuerzas centrífugas de repulsión y las reproduce en un código en C++. A continuación, genera un complejo sistema de partículas con distintas velocidades y masas, entre las que introduce dichos atractores y repulsores, y observa las evoluciones e interacciones de dichas partículas en pantalla. En esta fase, los parámetros de dicha simulación ya no guardan ningún compromiso con la realidad física de la que se extrajeron los algoritmos, pero se generan poderosas imágenes que, si bien retienen un cierto aspecto natural, están completamente escindidas de cualquier realidad existente en el mundo físico.

3.2. Desarrollo de un caso práctico. (Lanza, D.). *Sin título, en torno a los patrones en las plumas de ave*

Este proyecto pretende mostrar el desarrollo de una obra a partir de una apropiación libre de conocimiento, comenzando con la búsqueda de un patrón natural y recorriendo la estrategia descrita desde la investigación del fenómeno a través de la reflexión científica, la modelización de dichas estructuras por medio de modelos tecnológicos y, finalmente, la utilización de dichas soluciones naturales y algoritmos estructurales como un ingrediente al servicio de una creación artística en un contexto no supeditado al original del que emana.

Existe una considerable literatura sobre los patrones presentes en el medio natural, desde las formaciones cristalinas de minerales y rocas hasta los patrones de crecimiento de estructuras vegetales, animales o minerales, los desarrollos de las formaciones gaseosas o los procesos erosivos. Autores como Peter Stevens, Phillip Ball o Prusinkiewicz y Lindenmayer han explorado en profundidad la formación de patrones en estructuras naturales, encontrando como los más frecuentes, y por tanto mejor documentados, los patrones de crecimiento –concéntrico o espiral–, las formaciones con diversos ejes de simetría y las estructuras ramificadas. Sin embargo, una estructura que presenta un gran interés y que ha sido mucho menos estudiada que las anteriores es la que se presenta en la arquitectura interna de la pluma de ave, una estructura en la que se combinan las estrategias de ramificación y autosemejanza de una forma extraordinariamente eficiente en el terreno estructural y particularmente sugerente en el plano estético. En este proyecto hemos querido ensayar las citadas interrelaciones aplicando la estrategia constructiva de la pluma de ave en una creación artística, partiendo del análisis de su estructura interna y la comprensión del patrón que se halla tras ella, el aislamiento del algoritmo que la naturaleza emplea para dicha construcción –que aquí reconstruiremos mediante código en Processing– y, finalmente, una vez aislado, la aplicación de dicho algoritmo constructivo a un entorno y a unas variables completamente distintas a las originales, en el desarrollo de una construcción escultórica.

Un trabajo sobre una materia afín, pero siguiendo un patrón referencial, puede encontrarse en la obra del artista Bob Potts (M.A.D Galery s.f.) y las esculturas cinéticas de su serie *Mechanical Art Devices*. Potts estudia la anatomía y el movimiento de las aves en vuelo y construye esculturas mecánicas cuyo objetivo es imitar, con una fuerte estilización, el patrón de vuelo original.

3.2.1. Fase 1. Análisis anatómico y morfológico

Siguiendo la metodología descrita, la primera fase consistiría en un estudio morfológico y anatómico de la pluma como estructura. En concreto, entre las diferentes tipologías de plumas que cubren el cuerpo de un ave, hemos elegido las denominadas *pennas primarias*, aquellas que forman el principal recubrimiento del extremo alar, por presentar en

ellas la pluma su forma más representativa. Además de su disposición seriada y patente ramificación paralela, una de las características más interesantes de la estructura anatómica de la pluma es la condición de autosemejanza de sus componentes: las plumas nacen de la extremidad alar según un patrón de ramificación en paralelo, solapándose para configurar una superficie plana y continua. Cada pluma está a su vez compuesta de dos series simétricas de proyecciones laterales, llamadas *barbas*, que nacen del raquis siguiendo también un patrón de ramificación paralelo. De cada barba, por su parte, nacen dos series simétricas de estructuras llamadas *bárbulas*, de forma idéntica a las barbas y que se entrelazan para mantener unidas las barbas en su distribución continua y paralela. Por último, de cada bárbula a su vez nacen otras estructuras menores, denominadas *barbulillas*, que mantienen el contacto entre bárbulas. De esta manera, y repitiéndose el patrón de un nivel en el siguiente, se consigue una estructura de gran cohesión mecánica, pero de extraordinaria ligereza.

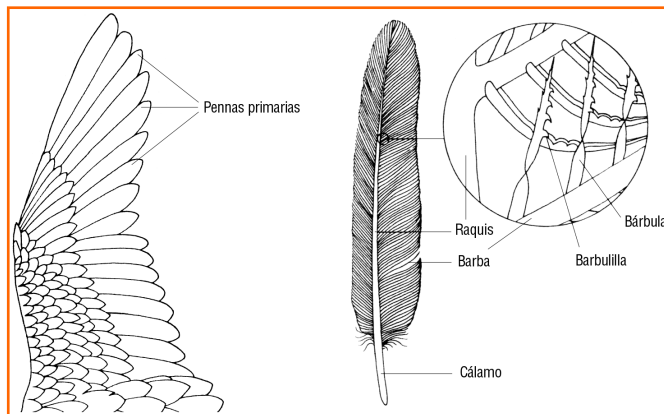


Figura 3. Estructura anatómica de una pluma de ave

Fuente: *Aves. Animales del mundo. Acuáticas, rapaces y corredoras*. VV. AA. (1991)

En una pluma ideal, el nacimiento cuasi paralelo de las barbas, que se mantienen unidas mediante sus bárbulas proyectadas lateralmente, configura una lámina continua delgada pero altamente resistente, con una máxima superficie de sustentación y un mínimo rozamiento. Por otra parte, las barbas rara vez presentan un desarrollo perfectamente rectilíneo. Formadas de queratina flexible, con frecuencia presentan una ligera ondulación en su longitud que ayuda a la dinámica de evacuación del aire en el batido descendente durante el vuelo, ondulación que se transmite a las barbas vecinas por medio de la densa red de bárbulas.

Con todo, pocas veces una pluma muestra esta perfecta ordenación ideal: con frecuencia, una barba se desplaza de su disposición original por un roce accidental, y pierde la unión con la barba adyacente, lo que provoca en aquella y en el conjunto de barbas que se mantienen unidas a ella una alteración de la formación, en forma bien de solapamiento, bien de espaciamiento respecto a la ordenación original, pero en cualquiera de los dos casos la ruptura de la continuidad de la lámina provoca un flujo más turbulento en vuelo y una mayor fricción con el aire. Ello obliga al ave a un constante cuidado de inspección y «peinado» de sus plumas para restaurar en todas ellas la perfecta alineación ideal.

3.2.2. Fase 2. Modelización del sistema

Una vez comprendida la morfología de la estructura que hemos elegido y siguiendo la metodología descrita, procedemos a continuación a su modelización en un entorno en el que la podamos reproducir. Abandonamos por tanto el terreno de la anatomía descriptiva y pasamos a la simplificación del concepto y al diseño de un modelo que reproduzca dicha estructura y sus características. Para ello hemos recurrido al lenguaje de programación Processing, con el cual hemos recreado la estructura de la pluma y su particular comportamiento.

Para recrear la estructura física de una barba se escribió una función que representa una curva a partir de cuatro puntos –dos vértices y dos puntos de control–. La posición de dichos puntos de control –a y b– y la longitud correspondiente de dicha barba –L– son las variables que definen esta función.

Para mostrarlo aquí de una forma simplificada, el código para generar una barba y la longitud efectiva que presenta en virtud de su ondulación real sería:

```
void barba (float a, float b, float L) {
  push();
  strokeWeight(1);
  stroke(100, 100, 100, 40);
  curve(a, 0, 0, 0, 0, -L, -b, -L);
  pop();
}

float longEfectiva = (longBarb - 0.1*(abs(a) +
abs(b)))*corrLongitud;
barba(a, b, longEfectiva);
}
```

De la bárbula deseamos modelar su comportamiento, como sostén flexible que mantiene unidas las barbas al tiempo que permite a cada una presentar una ondulación individual y hasta cierto punto diferente.

Para modelar este comportamiento hemos creado un sistema que propaga las variables a y b –puntos de control del diseño de cada barba– y su inclinación de origen, de una barba a la siguiente, la cual hereda los valores de la barba anterior y los modifica ligeramente mediante una función *random*:

```
inclinacionBarba = anguloTangente - radians(15) +
inclinacionRandom;
a = a + random(-e, e);
b = b + random(-e, e);
```

De esta manera conseguimos que la generación de una barba herede las características de la barba precedente, pero permitiendo una leve alteración aleatoria, que a su vez será transmitida a la siguiente, de manera que el diseño y disposición de una barba condiciona las posteriores, del mismo modo que opera la densa red de bárbulas.

Para considerar la alteración accidental en la disposición ordenada de las barbas, una función modifica, sobre la base de una probabilidad aleatoria, la inclinación del nacimiento de dicha barba, que se propagará a las posteriores hasta que otro evento de ruptura vuelva a romper dicha tendencia:

```
float f = random(1); // factor de ruptura de las
barbas
if (f < 0.001){
  inclinacionRandom = inclinacionRandom + ra-
dians(random(-35,35));
}
```

Las barbas, así generadas e interrelacionadas, se distribuyen a lo largo de un raquis en un número dado y en base a una longitud determinada. Asignando distintos rangos aleatorios a dichas variables, vemos que este algoritmo genera una diversidad de plumas con una configuración reconociblemente natural.

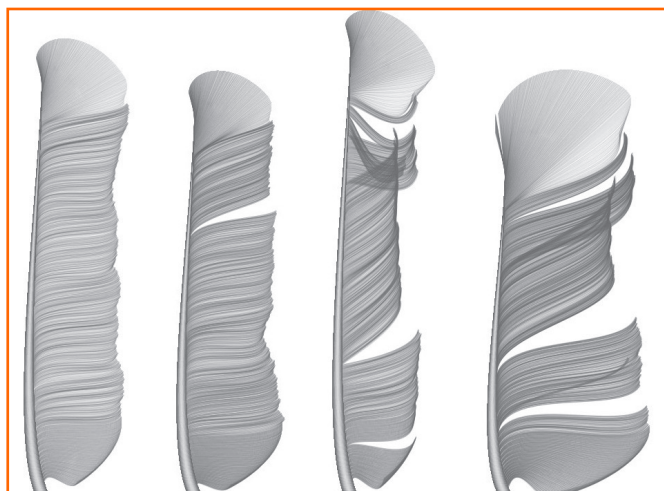


Figura 4. Diferentes plumas generadas en Processing por el algoritmo descrito
Fuente: capturas realizadas por el autor

3.3.3. Descontextualización del modelo

Ahora que disponemos del algoritmo constructivo subyacente tras la estructura de una pluma de ave, podemos utilizarlo en una nueva creación, bien próxima a la representación de una pluma propiamente dicha –actuando la pluma real y su análisis anatómico como una referencia, como el modelo al que ceñirse– o, de forma tal vez más interesante, para su aplicación en un contexto totalmente independiente. En nuestro caso utilizaremos este algoritmo para la creación de una escultura metálica completamente ajena a la anatomía del vuelo y a su discurso. Para el diseño de dicha escultura utilizaremos Blender, *software* de modelado y animación 3D de código abierto en el que podemos utilizar el algoritmo obtenido para la generación de una estructura tridimensional. A modo de raquis se emplearon tres circunferencias a lo largo de cuya longitud se hicieron nacer estructuras tubulares con la distribución de las barbas, empleando el código obtenido en el paso anterior, traducido previamente de Processing a Python para poder ser aplicado dentro del *software*. De esta manera, el citado algoritmo nos permite ahora generar estructuras poligonales sobre la base de una distribución, longitud y curvatura definidas por las funciones previamente descritas. Una vez que tenemos el algoritmo, sus variables y sus funciones,

podemos aplicar los mismos valores que utiliza la naturaleza –y por tanto obtener estructuras semejantes a las que esta genera– o, como en este caso, manipular las variables de partida o incluso las fórmulas, para obtener resultados más libres y desligados del contexto natural de origen. Para este ejemplo hemos reducido voluntariamente el grado de aleatoriedad en las variables de curvatura y ruptura, en busca de un resultado deliberadamente menos orgánico y más abstracto.



Figura 5. (Lanza, D.). *Sin título*. Escultura generada empleando el algoritmo extraído de la pluma de un ave
Fuente: captura realizada por el autor

Conclusiones

En un mundo en permanente interconexión, resulta natural que las distintas expresiones culturales se encuentren profundamente interrelacionadas. De ahora en adelante, las colaboraciones entre campos como ciencia y arte serán cada vez más estrechas y profundas. Hoy ya convivimos con el uso de algoritmos y tecnologías de inteligencia artificial que están permitiendo el actual auge del arte generativo y nuevas formas de creatividad digital. Y, al mismo tiempo, estos avances tecnológicos están cambiando la forma en que se realiza la investigación científica, ya que los científicos pueden ahora apoyarse en visualizaciones gráficas y simulaciones para comprender fenómenos complejos. Obras de arte constituyendo logros científicos y tareas tradicionalmente técnicas, como escribir código en un lenguaje de programación, consideradas ya como actividades artísticas, y pronto, por qué no, incluso como una expresión literaria más. En un tejido cada vez más

entrelazado y continuo, vemos cómo propuestas como el bioarte, con ideas procedentes de la biología sintética y la manipulación genética, o el arte digital, incorporando algoritmos y lenguajes de programación a la creación artística, exploran este fértil espacio conjunto que proporciona una mayor comprensión de ambas esferas (Lopes 2010). Esta interdisciplinaridad, característica de nuestro tiempo, da origen a un rico tapiz de nuevas formas de conocimiento y expresión, riqueza que además se ve amplificada cuando tenemos en cuenta, con Hui (2016), las diferencias cosmotécnicas entre culturas y tradiciones, miradas y cosmovisiones diferentes que están contribuyendo a configurar un *continuum* más plural y diverso.

En este contexto se hace necesario apuntar algún sistema clasificatorio con el que analizar, si acaso únicamente para poder describir las diferentes relaciones que se establecen en la cohabitación entre ciencia y arte, ordenadas aquí en lo que hemos denominado modelos de subordinación y modelos de transferencia. Somos, no obstante, conscientes de que se trata este de un ámbito en continua evolución y que la categorización que hemos propuesto aquí resulta útil para ayudar a comprender las interrelaciones que encontramos hoy en día, pero que muchas otras aparecerán próximamente a medida que se generalice el modelo colaborativo y se explore la riqueza y profundidad de los horizontes que abre el paradigma interdisciplinar. Y cuando estas distintas disciplinas diluyan definitivamente sus fronteras, la interdisciplinaridad de hoy dará paso a la polisemia del mañana, y surgirán formas de expresión con pluralidad de lecturas, que más que combinar la participación de disciplinas distintas se moverán en un rico y sofisticado territorio intermedio de pensamiento, ya difícil de acotar y clasificar. Será interesante ser testigo de las nuevas relaciones y expresiones culturales que estos nuevos paradigmas están ya comenzando a producir.

Referencias

- Ball, Philip. *Shapes. Nature's patterns: a tapestry in three parts*. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- Birkin, Guy. *Aesthetic Complexity: Practice and Perception in Art & Design*. Nottingham: Nottingham Trent University, 2010. [Fecha de consulta: 1 de febrero de 2023]. <http://aestheticcomplexity.wordpress.com/phd/>
- Bright, Richard. «Glass&Light». *Interalia Magazine* (2014). <https://www.interaliomag.org/audiovisual/chris-wood/>
- del Rincón, Daniel y Lourdes Cirlot. «Historiando el bioarte o los retos metodológicos de la Historia del Arte (de los medios)». *Artnodes*, n.º 13 (2013). DOI: <https://doi.org/10.7238/a.v0i13.1999>
- Edgerton, Samuel Y. *The Mirror, the Window and the Telescope: How Renaissance Linear Perspective Changed Our Vision on the Universe*. Cornell: Cornell University Press, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-0346-0518-2_9
- Hodgin, Robert. «Robert Hodgin». *roberthodgin.com* (s.f.). [Fecha de consulta: 29 de enero de 2023]. <https://roberthodgin.com>
- Hui, Yuk. *The Question Concerning Technology in China: An Essay in Cosmotechnics*. Urbanomic, 2016.
- Kemp, Martin. *La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Colección Arte y estética. Madrid: Akal/Arte y Estética, 2000.
- Lopes, Dominic. *A Philosophy of Computer Art*. London: Routledge, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203872345>
- M.A.D GALLERY. «Bob Potts». *madgallery.net* (s.f.). [Fecha de consulta: 2 de febrero de 2023]. <https://www.madgallery.net/geneva/en/creators/bob-potts>
- Malina, Roger F. y Carol Strohecker. «Steps to an Ecology of Networked Knowledge and Innovation: Enabling New Forms of Collaboration Among Sciences, Engineering, Arts and Design». *Leonardo*, vol. 42, n.º 1 (2009).
- McCormack, Jon y Mark d'Inverno (eds.). *Computers and Creativity*. Nueva York: Springer, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31727-9>
- Popper, Frank. «Technoscience Art: The Next Step». *Leonardo*, vol. 20, n.º 4. 20th Anniversary Special Issue: Art of the Future: The Future of Art (1987): 301-303. [Fecha de consulta: 23 de enero de 2023]. <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1578522?uid=3737952&uid=2&uid=4&sid=21105800158923>
- Prusinkiewicz, Przemyslaw y Aristid Lindenmayer. *The algorithmic beauty of plants*. Nueva York: Springer, 2012. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8476-2>
- Rennó, Raquel. *La verdad está aquí dentro: relaciones y tensiones entre arte y ciencia*. Grid Spinoza, 2011. [Fecha de consulta: 23 de enero de 2023]. <http://www.gridspinoza.net/es/node/980>
- Sañé, Jaume. *Conocer las aves*. Valls: Lectio Ediciones, 2009.
- Stevens, Peter. *Patterns in nature*. Boston: Atlantic Monthly Press, 1975.
- Slayton, Joel. «Collaboration as Media». *Leonardo*, vol. 35, n.º 3 (2002): 231-232. [Fecha de consulta: 4 de febrero de 2023]. http://www.leoalmanac.org/wp-content/uploads/2011/08/LeonardoThinks_Slayton.pdf. DOI: <https://doi.org/10.1162/002409402760105172>
- VV.AA. *Aves. Acuáticas, rapaces y corredoras*. Ediciones Folio, 1991.
- VOLANTI. «Artist Profile: Ben Ridgway 3D Artist». *Volanti displays Blog* (2015). <https://www.volantidisplays.com/blog/ben-ridgway-interview/>

CV

**Darío Lanza Vidal**

Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Escultura y Formación Artística de la Facultad de Bellas Artes
dlanza@ucm.es

Doctor con mención de Doctor Internacional en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Compagina su dedicación profesional como docente e investigador en la Universidad Complutense con la exploración de las nuevas tecnologías digitales como vehículo para la producción de imágenes. Su trabajo, en el que investiga el potencial estético de las tecnologías digitales, ha sido exhibido en numerosas exposiciones, individuales y colectivas, en galerías de arte de Nueva York, Los Ángeles, Londres, Atenas, Hong Kong y Cardiff. La línea de investigación de su doctorado es la evolución de las técnicas de simulación pictórica en el medio cinematográfico, también conocidas como *matte painting*, y la relación que estas establecen entre lo cinematográfico y lo pictórico. Actualmente, su investigación se centra en el arte generativo, el arte creado mediante código y el entorno NFT (*non fungible token*).