



LA IMAGEN BOTÁNICA EN LA ERA POSTFOTOGRAFICA ¿Cómo afrontar la crisis de biodiversidad? ¿Cómo puede contribuir el arte?

The botanical image in the post-photographic era. How to face the biodiversity crisis? How can art contribute?

RAMÓN CASANOVA FERNÁNDEZ , RICARDO GUIXÀ FRUTOS , PILAR ROSADO RODRIGO
Universitat de Barcelona, España

KEYWORDS

Generative art
Cameraless photography
Generative Adversarial Networks (GAN)
Protofotografía
Postfotografía
Biodiversidad

ABSTRACT

This article is a review of the ability of photographic herbariums to establish experimental alliances with potential to help raise awareness and resolve the plant biodiversity crisis. It analyzes how the photographic medium, under the prism of artistic creation, can be erected as a revealing system, able to overcome the mere description and expand the cognitive limitations of our visual perception, revealing the complexity of the botanical universe through a deeper and poetic look at its physical nature.

PALABRAS CLAVE

Herbario
Arte generativo
Cameraless photography
Redes Generativas Antagónicas (GAN)
Protofotografía
Postfotografía
Biodiversidad

RESUMEN

Este artículo es una revisión de la capacidad de los herbarios fotográficos para establecer posibles alianzas experimentales con potencial para ayudar en la concienciación y resolución de la crisis de biodiversidad vegetal. Se analiza cómo el medio fotográfico, bajo el prisma de la creación artística, puede erigirse como un sistema revelador, capaz de superar la mera descripción y ampliar las limitaciones cognitivas de nuestra percepción visual, desvelando la complejidad del universo botánico mediante una mirada más profunda y poética de su naturaleza física.

Recibido: 22/ 07 / 2022

Aceptado: 26/ 09 / 2022

1. Introducción. Interacciones entre fotografía y botánica

En la actualidad los herbarios son la base para la investigación científica de los especímenes vegetales y su biodiversidad. Pero más allá del conocimiento de la naturaleza en sí misma, históricamente, estas colecciones nacieron como complemento de la botánica, gracias al interés que suscitan las múltiples propiedades de las plantas, desde sus usos medicinales y alimentarios, hasta sus cualidades toxicológicas, que hacen de ellas posesiones de alto valor económico y, en consecuencia, político y estratégico. En suma, facilitan el manejo y aprovechamiento de estos recursos naturales, lo que implica inevitablemente una voluntad de comprender la naturaleza, de clasificarla y sistematizarla para poseerla y utilizarla.

Bajo esta perspectiva, la construcción de un herbario, como de todo registro metódico y archivo de lo existente, conlleva una visión del mundo, característica que comparte con las bellas artes, con un potencial metafórico y poético de gran hondura conceptual y formal, que ha seducido a creadoras y creadores plásticos de distintas épocas, entre los cuales los fotógrafos no son una excepción.

En la actualidad, en el contexto de una crisis medioambiental y la renovada importancia otorgada a la conservación de la naturaleza en plena época del Antropoceno, el ámbito artístico, y particularmente la fotografía, ha fijado su interés en estas recopilaciones científicas de plantas, convirtiéndolas en fuente de inspiración, como demuestran recientes exposiciones y estudios sobre el tema (Castelo y Legido, 2020), (Redondo y Figueres, 2021). Las obras presentadas en estas muestras se enmarcan en una corriente que genera una nueva mirada sobre esta rama de la biología, alimentando una relación que empezó como una simple herramienta de observación de carácter instrumental y ha acabado siendo parte del diálogo plástico y emocional que el ser humano mantiene con el reino vegetal desde tiempos inmemoriales.

Históricamente, la vinculación entre fotografía y botánica se inicia con el surgimiento del propio medio, cuya coincidencia con el nacimiento de la ciencia moderna y el inicio de la era de la imagen asienta las bases del predominio de la información visual en el mundo contemporáneo, en el cual la fotografía se erige como piedra angular. Esta relación surgió a inicios del siglo XIX por la necesidad de un sistema de representación que estuviera a la altura de las expectativas cognoscitivas de precisión y fiabilidad demandadas por el espíritu positivista de la época.

Con la aparición de la Filosofía Experimental y la consolidación de las sociedades científicas durante la segunda mitad del siglo XVII, la imagen asociada al conocimiento de la naturaleza adquirió una función relevante en el propio trabajo del investigador, así como para la difusión de sus hallazgos, llevando las ilustraciones al primer plano del estudio, en un período histórico en el cual la divulgación científica se constituyó como un género destinado al público de masas de dimensiones sociopolíticas, generando una percepción en la que los avances de la ciencia fueron identificados como un signo de progreso, configurando un discurso intelectual en el que todavía no se había separado la cultura humanista y la científica.

Desde este nuevo paradigma, el análisis de los fenómenos naturales requería de un sistema de recopilación de datos en el que las imágenes aportaban una información de gran eficacia descriptiva, lo cual permitiría a los científicos visualizar lo que solamente había sido explicado con palabras. En un tiempo en el que la ciencia se veía limitada por la precariedad de herramientas de apoyo y aún no se había establecido la clara separación entre observación, documento y fabulación tal y como señala Foucault en *Las palabras y las cosas* (2007), la ilustración se convirtió en aliada fundamental a la hora de representar lo que sólo unos pocos tenían la oportunidad de observar.

Las limitaciones de la xilografía provocaron un desarrollo de las artes gráficas, impulsadas por la necesidad de representaciones cada vez más realistas y precisas derivadas de la renovación inducida por la imposición de la perspectiva lineal. El progreso de grabado en metal, en cobre o acero, proporcionó herramientas que permitieron una difusión a gran escala de todo tipo de ilustraciones y grabados con un considerable progreso en su potencial descriptivo. A estos métodos vino a sumarse en 1796 la litografía, que procuraba una gran sutileza de los matices, desplazando a casi todas las otras técnicas durante el primer tercio del siglo XIX.

La esencia artística del dibujo y su evidente aportación estética contribuyeron de forma determinante a una presentación indiscutiblemente más atractiva de los documentos científicos. Textos de botánica, anatomía, geografía, y geología, entre otras ramas del saber, recogieron ilustraciones detalladas de las observaciones realizadas por los diferentes investigadores. Conforme fue aumentando la fe en el método descriptivo, los sabios buscaron un mayor ajuste a los datos percibidos. Con la creciente confianza en la capacidad del ser humano de aprehender la realidad a través de su propia experiencia empírica, la fidelidad se tornó una premisa básica, perseguida cada vez con mayor ahínco.

¿Cómo podía el ilustrador científico asegurar la máxima objetividad en sus trabajos? El sentimiento unánime de los especialistas de la época era el de subordinar la imaginación a la percepción, procurando mantener una fidelidad absoluta a los datos suministrados por los ojos. En gran medida la verosimilitud dependía entonces del propósito de su autor, pero también de su habilidad para transmitir en sus obras aquello que había percibido. Aunar las facultades del observador agudo y paciente con las del dibujante hábil y meticulosos eran los requisitos imprescindibles del oficio, tal y como confirmó en 1840 el eminente botánico e ilustrador francés Jean François

Turpin. Sin embargo, como el propio autor confesaba en el mismo texto, no era suficiente con una buena disposición y destreza pues, a pesar de los esfuerzos de los artistas, “dibujos y pinturas siempre mostraban defectos e incorrecciones en sus detalles y conjunto” (Riego, 1996, p. 148) debido a las limitaciones del método manual.

Figura 1. *Punica granatum*, en *Traité des arbres fruitiers*. Grabado a puntos coloreado a mano.



Fuente: Pierre-Jean-François Turpin. 1835

Por consiguiente, los ilustradores científicos procuraban dejar al margen toda influencia estilística derivada del temperamento del artista y de las modas de cada época. Pero no siempre era tarea fácil, pues la pericia técnica y el dominio de los instrumentos de dibujo, absolutamente indispensables a la hora de buscar la mayor fidelidad posible, eran materias habitualmente estudiadas en las academias de arte, caracterizadas por la influencia que solía ejercer el maestro en sus alumnos. Pero incluso si se buscaba esta neutralidad descriptiva de manera intencionada, no podemos olvidar la gran dificultad que suponía no sucumbir al ductus propio del gesto en los métodos tradicionales de representación.

A diferencia de otras modalidades del dibujo, se requería rigor en el momento de ilustrar, ya que su labor dependía de ciencias y planteamientos que habían sido previamente propuestos. Su trabajo consistía en dar forma e imagen a descripciones y teorías elaboradas desde la ciencia, para así reafirmar visualmente los textos de los investigadores de las disciplinas a las que apoyaba. En los círculos artísticos era considerada básicamente una de las artes aplicadas.

Dentro del delimitado territorio de esta categoría de ilustración, se situaba en primer lugar un tipo de dibujo muy detallado y preciso con un objetivo estrictamente documental, cuya principal finalidad radicaba en representar el máximo de información de los datos observados, remarcando especialmente aquellos más significativos para el estudio que ilustraba. Esta técnica se caracterizaba por su capacidad para resaltar aquellos aspectos fundamentales que definían la realidad representada.

El ilustrador, consciente de que en ocasiones la excesiva profusión de detalles innecesarios podía resultar pernicioso para la correcta comprensión del fenómeno que se pretendía describir, eliminaba fondos y disponía los elementos de tal manera, que permitiera destacar los rasgos más pertinentes para su estudio científico. A pesar de intentar alejarse de todo rasgo estilístico propio del arte, a menudo acababan siguiendo las pautas establecidas por los códigos formales del gremio generados por la tradición de los grandes ilustradores de la historia científica. En realidad, las imágenes resultantes no proponían una lectura rápida, sino una visión sintética cuya asimilación era imposible completar sin el necesario detenimiento. Los ejemplos más destacables se encontraban en los tratados de botánica, zoología, geología o arqueología, entre otras ramas de la ciencia.

Como acabamos de ver, inevitablemente toda representación gráfica suponía una reducción de datos visuales que el dibujante seleccionaba en función de sus conocimientos sobre el tema y la pertinencia de los rasgos a destacar. Desde este punto de vista, cualquier dibujo o esquema se podía considerar una interpretación de la realidad cuya veracidad dependía del criterio del artista. Esta circunstancia se agravaba porque en el terreno de las ciencias naturales no existía una normativa común que permitiera establecer unos parámetros universales.

Por tanto, a inicios del siglo XIX la subjetivación propia de los sistemas gráficos empezaba a considerarse en sí misma como una limitación a la correcta transcripción de la verdad.

Bajo este panorama, la búsqueda de ayudas mecánicas se tornó una necesidad cada vez más imperiosa, por lo que los dibujantes poco habilidosos a menudo debieron recurrir a diferentes artefactos como cámaras oscuras y cámaras lúcidas. Sin embargo, estas herramientas resultaban a todas luces insuficientes para alcanzar el nivel de precisión requerido y, aunque servían para ahorrar tiempo, no eran capaces de sustituir la experiencia y oficio de un especialista. En el mejor de los casos permitían al estudioso poco dotado para las artes plásticas realizar bocetos y bosquejos relativamente simples.

Desde esta perspectiva era inevitable que la fotografía y la ciencia confluyeran, estableciendo desde su aparición una relación más allá de la subordinación de los sistemas de representación quirográficos, hasta llegar a convertirse en un dispositivo revelador, capaz de proporcionar una información que permitiría una comprensión de la realidad más profunda y precisa, asumiendo en este proceso toda la carga ideológica implícita en el método científico.

El carácter instrumental del procedimiento, por el que la propia luz generaba la imagen en el interior de la cámara y plasmaba su huella luminosa en el material fotosensible, se sumaba al proceder empírico y racional del pensamiento científico para proporcionar un nuevo tipo de representación visual, que rompía con la servidumbre del gesto y la habilidad manual inherentemente subjetiva de la ilustración, reforzando la idea de una máquina imparcial y exacta, capaz de reproducir lo visible con eficacia acreditada.

En consecuencia, desde el instante en que la cámara fue asumida como una máquina al servicio de la ciencia empezó a beneficiarse de su credibilidad, heredando parte de esta autoridad, y expandiendo entre amplias masas de la sociedad el prestigio así obtenido hasta todos sus productos, consolidando progresivamente su facultad cognitiva.

Este hecho se hizo patente en el enorme éxito de la fotografía en todos los ámbitos de la ciencia susceptibles de necesitar documentos visuales, y en aquellos otros en los que la observación con ojo desnudo se mostró insuficiente para alcanzar a descubrir las leyes que rigen su comportamiento, convirtiéndose en una poderosa extensión de la memoria destinada a ampliar el conocimiento mediante la construcción de la más perfecta biblioteca visual conocida hasta la fecha.

De entre todas las ramas del estudio del saber decimonónico, las ciencias de la naturaleza fueron las primeras en sacar partido de la gran capacidad de la fotografía para generar datos visuales, particularmente la botánica, facilitando la labor del investigador al aportar una precisión y rapidez inusitada a la creación de sus imágenes.

En el siglo XVII, la biología descriptiva había instituido un novedoso método de investigación basado en la observación, recopilación y catalogación de especímenes, propiciando un ingente trabajo de campo entre los estudiosos del mundo natural, y más concretamente el vegetal. Desde el siglo XVI los botánicos habían iniciado la recolección y secado de plantas con fines científicos, creando los primeros herbarios asociados comúnmente a jardines botánicos. Con el cambio de centuria, la colosal labor de Linneo provocó un afán por clasificar de manera metódica todas las formas de vida en especies de individuos semejantes, agrupándolos en géneros, órdenes y clases, generalizando una serie de criterios taxonómicos que se constituirían en la base de los herbarios modernos.

Ante la enorme dificultad que suponía transportar los distintos ejemplares hasta el laboratorio y la imposibilidad de recolección de todos los elementos de la planta, se impuso la necesidad de recoger la máxima cantidad de información posible en su propio hábitat. En este contexto, una de las prioridades fundamentales fue la representación sistemática y pormenorizada de cada vegetal encontrado.

Figura 2. El gran árbol Drago en Orotava



(Izquierda). Galería Nacional de Canadá: Charles Piazza Smyth, 1856. (Derecha). Don Agustín de Monterde. 1819. Fuente: Biodiversity Heritage Library.

Por otro lado, a inicios del XIX, las numerosas expediciones científicas promovidas por los gobiernos del occidente civilizado hicieron aumentar rápidamente el censo de los seres vivos conocidos, muchos de los cuales eran extraños, e incluso desconcertantes, completamente diferentes a los que se podían encontrar en la Europa del setecientos. En estas circunstancias, las ansias de objetividad de las descripciones incrementaron su nivel de exigencia, muy especialmente en el terreno de la imagen, por lo que la fotografía irrumpió con fuerza, creando grandes expectativas entre los principales investigadores ante las evidentes diferencias entre la información visual proporcionado por el nuevo procedimiento en comparación con el antiguo, como se puede apreciar en las imágenes del gran Drago de Orotava en la isla de Tenerife (Figura 2).

Pero, a pesar de esta rápida implantación, el nuevo sistema de representación no se impuso como herramienta científica hasta finales del siglo XIX debido a las limitaciones de los primitivos soportes fotosensibles. El dibujo ilustrativo dominó el panorama visual en los tratados hasta las primeras décadas del siglo XX. No obstante, la cámara fue haciéndose un lugar cada vez más destacado. Cuando los avances técnicos simplificaron los métodos de trabajo, acabó por sustituir a los procesos quirográficos tradicionales en casi todos los ámbitos de estudio descriptivo.

2. Objetivos generales y específicos

Teniendo en cuenta toda la información previa, aquí se plantea un trabajo de investigación guiado por los siguientes objetivos:

2.1. Objetivos generales

- Poner en valor el uso de la tecnología, la creatividad humana y la capacidad de experimentación para buscar nuevas soluciones en la crisis ambiental.
- Promover el estudio y la visualización del mundo vegetal para evidenciar la riqueza de la biodiversidad y la necesidad de una gestión sostenible.
- Divulgar la historia y la evolución del medio fotográfico en el contexto de la imagen tecnológica y la representación botánica.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar prácticas experimentales de generación de imagen basadas en técnicas profotográficas como fotografía sin cámara, el uso de materiales sensibles de base botánica, generación de imagen por contacto, sedimento y canalización controlada de electricidad, para generar una nueva iconografía botánica que ponga de relieve una visión holística y alternativa de la realidad vegetal y su importancia por la vida en el planeta, capaz de crear la concienciación para salvaguardar el futuro de las especies amenazadas y sus hábitats.
- Utilizar técnicas postfotográficas que, utilizando modelos de la inteligencia artificial como las redes neuronales artificiales generativas, producen imágenes a partir de datos, prescindiendo del binomio ojo-cámara. La intención es potenciar las sinergias y oportunidades que ofrecen los nuevos desarrollos tecnológicos y de gestión de datos, estimulando el uso de estas tecnologías disruptivas para favorecer la transición digital, pero poniendo en el centro el cuidado de la biodiversidad vegetal.
- Investigar sobre la implementación de sistemas ecológicos como soportes bioplásticos y emulsiones sensibles con base vegetal para la búsqueda de alternativas sostenibles en la fotografía analógica tradicional y la imagen digital.

3. Antecedentes experimentales

Los antecedentes son profusos, tal y como corresponde a una correlación de intereses tan importante. El medio vegetal ha sido imprescindible para el sostenimiento y desarrollo del ser humano y, como tal, su imagen estuvo presente en ofrendas a los dioses y usos simbólicos en los comienzos de la humanidad. Las primeras representaciones que han llegado a nosotros datan de unos 5000 años. La necesidad de sistematizar su conocimiento surge en la Europa meridional con los padres de la botánica Teofrasto, Plinio el Viejo y Dioscórides. Se considera que el tratado de Dioscórides habría sido ilustrado en el siglo I a. C. Los intentos de evolucionar una taxonomía llegan a su cenit con Linneo, y ya partir del siglo XVIII las plantas se han clasificado siguiendo su sistema, determinando la correlación de necesidad que las ilustraciones deberían cubrir.

La irrupción de herramientas técnicas de captación de imagen, el microscopio o los rayos X ofrecen nuevas perspectivas de aproximación y estimulan la creatividad para registrar e imaginar nuevas variedades. El cambio climático y la acelerada desaparición de hábitats hace que la comunidad científica considere una quinta parte de las especies vegetales en peligro de extinción. No obstante, cada año estamos descubriendo nuevas especies silvestres jamás observadas, así como creando nuevas especies desarrolladas genéticamente en entornos controlados. Todas ellas han de ser registradas e ilustradas. A su vez, los sistemas de acopio, de registro y representación están en cuestión una vez que el acceso a los códigos genéticos y las capacidades de la inteligencia

artificial permiten preservar y actuar directamente sobre los principios generatrices de la especie, manipulando y alterando características morfológicas obsoletas en los acelerados cambios climáticos y de ecosistema.

3.1. Los herbarios fotográficos

La fotografía ha estado ligada a la botánica desde sus albores, incluso antes de desarrollar la capacidad para fijar las imágenes producidas por efecto de la luz. La incapacidad para estabilizar los resultados ha impedido que llegaran a nuestros días, sin embargo, Batchen (2004) refiere prácticas fotográficas cotidianas en una escuela secundaria de Aberdeen. Hojas de papel cubiertas de nitrato de plata sostenidas contra una ventana iluminada con hojas sobre ellas.

El propio William Henri Fox Talbot, fue un entusiasta botánico. Flores y plantas fueron algunos de los primeros elementos que probó a reproducir usando lo que en 1835 llamaba *Photogenic or Sciagraphic process* (Batchen y Talbot, 2008). Lo que inicialmente eran tenues y brumosas imágenes permitían ya adivinar las ventajas del proceso sobre los laboriosos dibujos o grabados que dominaban el contexto botánico hasta la fecha. Talbot imaginó posteriormente la posibilidad de producir un libro de fotografías de plantas de Gran Bretaña, y enviaba sus primeras fotografías a amigos botánicos para despertar su interés en el proyecto.

De hecho, el considerado como primer libro fotográfico de la historia es un proyecto bótanic que Anna Atkins publicó en 1943, *Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions*. Atkins ofreció a sus compañeros de la Sociedad Botánica de Londres este herbario de algas creado por fotogramas con la técnica de la cianotipia. Con ello inauguró lo que ha sido una extensa relación del medio fotográfico con el estudio del mundo vegetal.

Algunos de los proyectos fotográficos en relación al mundo botánico no fueron creados ni por fotógrafos ni por botánicos. El ejemplo más paradigmático puede ser el de Karl Blossfeldt, que logró mediante sus libros *Urfermen der Kunst* (1928) y *Wundergarten de Natur* (1932) una sistematización rigurosa de documentación científica y botánica sin que esta fuera nunca su pretensión expresa: él era en realidad profesor de escultura y de forja artística, de modo que su propósito se reducía a enseñar cómo gran parte de la inspiración en la talla y la forja ornamental, muy importantes durante el esplendor del *art nouveau*, provenía directamente de las formas de la naturaleza.

A su vez, algunos de estos herbarios fotográficos, han sido concebidos como un cuestionamiento de la supuesta fiabilidad del medio para reproducir con exactitud o describir formas reales y verdades. Un claro ejemplo de ello es ya más contemporáneo proyecto *Herbarium*, de Joan Fontcuberta, donde las plantas fotografiadas resultan ser en realidad pseudoplasmas. Esto es, pequeños ensamblajes efímeros contruidos a base de detritus industriales, piezas de plástico, huesos, trozos de plantas o miembros de animales que habitualmente encontraba deambulando en entornos industriales del cinturón de Barcelona.

A continuación, presentamos algunos de los proyectos fotográficos más recientes que trabajan bien directamente a partir de herbarios existentes, bien creando nuevas aproximaciones a lo que un herbario fotográfico del siglo XXI puede llegar a ser.

- El proyecto *Flora* ha llevado al fotógrafo británico Nick Knight a seleccionar cuarenta de entre los seis millones de especímenes de plantas que atesora el Museo de Historia Natural de Londres. Knight ha optado por mirar la planta dentro de su ecosistema cultural, esto es, en el contexto plástico derivado de su catalogación, secado, adecuación al papel secante... Los resultados, seleccionados por cuestiones estéticas, son reproducidos con un escáner de alta resolución y tanto la nitidez como la saturación han sido aumentadas hasta máximos asumibles como naturales. Extraídas de la cámara refrigeradora que las mantiene en condiciones óptimas de conservación y aisladas de cualquier referencia de tamaño o soporte, las plantas parecen recuperar una suerte de casuística natural que las organiza o modifica parcialmente. Su contemplación nos remite a la misma idea de recolección y nos abre a imaginar nuevos sistemas capaces de superar la idea de extracción espaciotemporal inherente en el herbario tradicional.
- Paul den Hollander es un jardinero y fotógrafo holandés que ha realizado numerosas series de trabajo en aproximación al universo botánico y nuestros intentos de registrarlo. En la serie *Luminous Garden* (2010-2011) combina partes de plantas u hongos con la aplicación de campos electromagnéticos. Hollander sigue así la estela de las fotografías *kirlian*, técnica desarrollada en 1939 por el matrimonio Kirlian. Esta técnica permite establecer campos eléctricos visibles derivados de las variaciones de presión, humedad, contacto a tierra o conductividad. En esta serie, Hollander rompe con el modo tradicional en que los humanos observamos el mundo vegetal y explora las posibles interacciones de las plantas otros animales, como polinizadores capaces de ver rangos del espectro electromagnético imperceptibles para nosotros.
- A finales de los años noventa Jerry Burchfield empezó el proyecto *Primal Images*, desarrollado durante cerca de una década en Amazonia. El proyecto se planteó el registro de especies botánicas exóticas, todas ellas registradas con su nombre científico y captadas con la entonces novedosa técnica de los *lumenprints*. El procedimiento consiste en realizar fotogramas directos y diurnos de las plantas sobre material fotosensible de base plata, los resultados registran variables que afectan al resultado como la química de

la planta o la humedad del ambiente. De este modo las imágenes se abren a incluir el ecosistema como parte de la taxonomía de la planta.

- Desde 2008 Dornith Doherty desarrolla su proyecto *Archiving Eden*, en colaboración con biólogos en los bancos de semillas más completos del mundo. Los bancos de semillas juegan un papel vital para asegurar la pervivencia de la diversidad genética de especies botánicas silvestres y agrícolas. Doherty documenta fríamente los ecosistemas artificiales que preservan las semillas a la vez que aprovecha los instrumentales de investigación científica, como el microscopio electrónico o los equipos de rayos X, para registrar los estados iniciales de la germinación de diversas especies y su despliegue formal. Doherty enfrenta un ecosistema de preservación asociado a la biodiversidad y, ante todo, a proveer a la especie humana de un seguro de reposición para las especies más importantes para nuestra supervivencia. En sus visitas a dieciséis bancos de semillas, se encuentra con una experiencia sensorial en cámaras subterráneas en las que no hay plantas adultas secas y prensadas. Las características de la planta se fían a los desarrollos biotecnológicos y las muestras de ADN que permitirían reproducir la planta y estudiar en vivo sus comportamientos y capacidades.

3.2. Imaginando el futuro

Algunos de los más esperanzadores proyectos fotográficos se han lanzado a la incorporación de elementos vegetales u orgánicos como parte estructural de la imagen. En sus proyectos, la experiencia eminentemente visual de captación y análisis visual recupera las capacidades plásticas del objeto artístico. La significación de la imagen se deriva no solo de la representación icónica, sino que incorpora la profunda vivencia de la cosa en sí, el proceso y la materialidad se asumen como parte importante del mensaje. Estas estrategias procedimentales suponen una exploración de vías alternativas y sostenibles a la masiva proliferación de la imagen y lo inmediato.

- El fotógrafo vietnamita Binh Danh es pionero en el uso de la clorofila como material fotosensible para producir imágenes fotográficas. En sus primeras series de trabajo reproduce imágenes de la guerra de Vietnam colocando transparencias fotográficas sobre plantas tropicales y dejando que la luz solar haga su efecto. El efecto catártico se amplifica con la aparente fragilidad de las imágenes generadas por la persistencia de la clorofila.
- Hannah Fletcher. Estudia la posibilidad de substituir los materiales tradicionales de base plástica por nuevos materiales de base botánica o biológica. En su proyecto *Symbiosis* (2011), hecho con la colaboración de Alice Cazenave, Helena Doyle y Myka Baum, produce imágenes sobre cultivos simbióticos de bacterias y levaduras en la fermentación de té kombutcha. Fletcher considera el proyecto un ejemplo de colaboración entre seres humanos y no humanos. Continúa trabajando a partir de esta experiencia con el proyecto de largo plazo *The Sustainable Darkroom*.
- En esta misma línea, Heather Ackroyd y Dan Harvey producen imágenes fotográficas sobre hierba. El proceso se basa en exponer la hierba en crecimiento a diferentes intensidades de luz, provocando concentraciones variables de clorofila producidas por las hojas en reacción al estímulo lumínico. Las imágenes se producen exactamente igual que una copia fotográfica con base argéntica, simplemente las partes que reciben más luz crecen más, son más verdes, y producen una superficie con variaciones de densidad. El proceso no es una manipulación externa, en lugar de pintar o blanquear la hierba, fomentan el crecimiento de la planta alimentándola, así la imagen, lejos de ser superficial, llega hasta las raíces. Tengamos en cuenta que, tratándose de una imagen viva, a medida que la hierba crece, la fotografía se vuelve más clara. Finalmente se vuelve marrón y muere.
- Respecto al uso de tecnologías IA (Inteligencia Artificial), Sofía Crespo es una artista que trabaja con un gran interés en las tecnologías inspiradas en la biología. Su proyecto *Critically Extant* explora los límites de los datos disponibles como un medio para interactuar con especies en peligro crítico. Utiliza únicamente datos disponibles públicamente, para generar representaciones mediante algoritmos de IA que reflejan cuán poco (o mucho) están presentes estos seres vivos en nuestra vida digital cotidiana.
- La artista alemana con base en Ámsterdam, Diana Scherer, se ha especializado en domesticar las raíces de masas vegetales, sometiéndolas a la interacción con estructuras geométricas situadas bajo el humus. Cuando las plantas han crecido, Scherer gira el manto vegetal y nos muestra el proceso autónomo de las plantas para crear patrones de entrelazado que pueden ser interpretados como imágenes naturales o como base de tejidos basados en la inteligencia de las plantas.

4. Metodología

Para la investigación teórica se ha aplicado el método histórico en su doble vertiente, heurística y hermenéutica; es decir, crítica y valoración de las fuentes primarias, en un primer estado, y de análisis e interpretación de las mismas, en un segundo. En esta fase, se suma la perspectiva epistemológica, tanto desde un punto de vista

cognoscitivo, relativo a la capacidad de conocimiento científico considerado en sí mismo, como historiográfico, entendido como evolución de las formas y métodos del conocimiento científico.

En el apartado práctico y aplicado de la creación plástica, se sigue una metodología basada en el experimento como fuente de inspiración. Aunque la experimentación se da como fase de desarrollo en cualquier proyecto creativo o de base artística, en este caso, las aproximaciones experimentales sirven como precursores y catalizadores de resultados. Partimos de ideas o procesos experimentales previos vinculados a la idea genérica de herbario con el objetivo de ir desentrañando abordajes del tema a través de diversas experiencias, que nos han llevado a resultados visuales que hemos descrito en el apartado cinco del presente escrito.

En definitiva, nuestro proyecto propone un trabajo conjunto de revisión de antecedentes y organización sistematizada de procedimientos, junto con aproximaciones experimentales para el aprendizaje de nuevos abordajes a la idea de herbario. Esto es, nuevas formas de categorización visual o plástica que se adecuen a las nuevas realidades derivadas de la acelerada destrucción de ecosistemas, la creación en laboratorio de nuevas especies más resistentes y productivas, o la brusca reducción de biodiversidad.

Los investigadores participantes en este proyecto, provenientes del ámbito del arte, la ciencia y la tecnología, aportan su *background* metodológico diferenciado y multidisciplinar, interrelacionando procesos y procedimientos diversos como se muestra a continuación.

En lo que respecta a técnicas profotográficas, se ha trabajado con procesos experimentales asociados a la generación de imagen por contacto. Esto ha implicado: fotogramas directos de las plantas vivas en su ecosistema original, y un estudio fotográfico de las figuras de Litchenberg por aplicación de carga eléctrica directamente sobre especies botánicas.

En lo relativo a modelos generativos, en el proyecto utilizamos redes neuronales artificiales generativas para el análisis de las colecciones de imágenes de plantas con la intención de evidenciar los patrones visuales existentes. En la actualidad, el desarrollo de algoritmos generativos como las GAN (*Generative Adversarial Networks*) han revolucionado la forma de idear y diseñar, tanto en el ámbito de la imagen, como de la producción de textos o sonidos, permitiendo a los ordenadores aprender de los datos y proporcionar nuevas soluciones que parecen cuestionar el concepto de creatividad.

5. Resultados. Desarrollos experimentales

5.1. Diversidad vegetal y ecosistema

El modelo rizomático de pensamiento defendido por Deleuze y Guattari (Deleuze y Guattari, 1992) remite a procesos de conocimiento basados en la interconexión y la heterogeneidad. Las estructuras clásicas basadas en taxones y sistematización jerárquica obvian a menudo la lógica del agenciamiento. El agenciamiento es ilustrado como la relación que se produce entre la orquídea y la avispa. Ambas se modifican para atraerse y favorecer sus relaciones mutuas. No se trata de una relación binaria de copia, se trata más bien de una reterritorialización de ambas, una ampliación de su potencial de ser derivada del encuentro, una ampliación de valencia. Así, cualquier elemento de un sistema rizomático tiene la capacidad de apuntar a nuevas direcciones, establecer inesperadas rupturas o conexiones, ampliar el territorio mediante la circulación de intensidades.

La metáfora del rizoma, o más bien la translación de sus características y comportamiento natural a las estructuras de pensamiento, nos permite precisamente establecer nuevas estrategias asociadas al estudio y aproximación al mundo natural. Estas estrategias se basan en la incorporación de contexto, lo que en términos ecológicos podríamos definir como la incorporación del ecosistema como parte del estudio de un elemento botánico en concreto. Si un herbario tradicional se basa en la tipificación y conservación estructurada y aislada de ejemplares, nuestra propuesta aquí sería la de contaminar el estudio con el máximo de estímulos relacionales que podemos asumir para el ejemplar en su contexto original de estudio.

El proyecto *Oír río*, de Ramón Casanova, propone la creación y experimentación visual en torno a los ecosistemas asociados al agua, más concretamente a los ríos jóvenes o de montaña. La propuesta incluye primordialmente acciones de carácter profotográfico, explorando las capacidades de la fotografía sin cámara para establecer incorporaciones hápticas con el ecosistema. Investiga sobre la construcción de un imaginario sináptico que involucre al ser humano como parte de un ecosistema primordial fundamentado en lo húmedo. Se establece sobre la idea de que la planta pueda ser la condensación primaria de los flujos energéticos y tróficos derivados del curso de agua. Lo vegetal entendido como la primera estabilización de lo húmedo, fundando y extendiendo territorio. En sintonía con el entorno, lo vegetal incorpora la condensación de rocío, los insectos que se nutren, albergados, polinizadores, incluye los sonidos y las extensiones de tactilidad. Así, el proyecto persigue la posibilidad de trasladar el conocimiento botánico como un conglomerado experiencial de interrelaciones.

La investigación se fundamenta en una serie de experiencias nocturnas. El trabajo nocturno permite convertir el espacio natural en un laboratorio fotográfico, aprovechando la oscuridad de la noche para poder trabajar con materiales fotosensibles de gran formato, hacerlos interaccionar por contacto con las plantas, el

agua y otros elementos característicos del ecosistema. Una vez producido el encuentro, los resultados pueden ser revelados *in situ*. De los resultados se difieren imágenes que avanzan nuevas conexiones.

La aproximación visual asociada comúnmente a lo fotográfico es también discutida aquí, pues se ha establecido como núcleo de acción la fotografía sin cámara. Fotogramas que establecen resultados icónicos por contacto e interposición directa entre los elementos del ecosistema y el material fotosensible. Las imágenes por superposición sobre masas vegetales o inmersión en el lecho del río amplifican la sensibilidad del material desde lo luminoso a lo táctil, siendo la temperatura, la fricción, o las vibraciones derivadas del sonido ambiente nuevas incorporaciones al conglomerado descriptivo o, más bien, vivencial, de la planta.

En paralelo a las exploraciones fotográficas, se realizan también registros sonoros del entorno que posteriormente se aplicarán como vibración sobre recipientes con agua, retomando el proceso de inmersión esta vez con el objetivo de traducir sonidos naturales en experiencias visuales. La correspondencia entre lo sonoro y lo visual indaga en las estrategias de formación, sedimentación, calcificación, asociadas a estructuras naturales en correspondencia a la captación de estímulos del entorno.

Figura 3. *Pteridium aquilinum* y *Apis mellifera* (Serie Oír Río)



Fuente: Colección del autor. Ramón Casanova. 2021.

En adición, se han producido también imágenes en régimen escópico, con cámaras de gran formato, con el objetivo de confrontarlas con las experiencias directas de generación de imagen por contacto fomentando lógicas relacionales e incorporaciones interpretativas sugeridas por continuidad y contexto.

El objetivo de este proyecto es doble: por un lado, se incorpora la experiencia del ecosistema como parte activa y catalizadora en la idea de herbario. Esta idea orbita sobre nuestra capacidad para asumir los beneficios de relaciones no destructivas con el entorno, fomentar un hábito de comprensión y preservación, hacer patente la importancia de los recursos hídricos de calidad, y vincularlos con ecosistemas complejos y delicados como son los ríos jóvenes y de montaña. Por otro lado, el proyecto investiga principalmente en las capacidades de la imagen fotográfica para producir relaciones no escópicas; es decir, para traducir, integrar y registrar experiencias hápticas que extiendan los significados de captación y catalogación. Así como sobre la capacidad de establecer sistemas de actuación sobre el espacio que fomenten una visualidad integradora y táctil, generando imágenes que puedan ser leídas como precursores sinestésicos de la experiencia primaria.

5.2. Universo vegetal y fractales: Proyecto Melothesia

La naturaleza en general está íntimamente ligada al concepto de geometría fractal descrito por Mandelbrot, caracterizado por una estructura de crecimiento basada en la autosimilitud, definida por una geometría básica –fragmentada o irregular– que se repite a diferentes escalas, y tiende a ocupar espacios de una dimensión

superior a la que le correspondería por tratarse de conjuntos de puntos aislados, líneas o superficies; es decir, a su dimensión topológica.

Existen una gran variedad de fenómenos naturales a diferentes escalas de dimensión que se pueden representar mediante un conjunto fractal, desde las estructuras cosmológica y las formas geológicas de montañas, sistemas hídricos, líneas de costa o las nubes, pasando por las manifestaciones eléctricas, los copos de nieve, el sistema circulatorio del cuerpo humano, o las neuronas del cerebro, hasta los seres vivos incluidos en el universo de lo vegetal.

Efectivamente, tal y como ha explicado Adolf Seilacher, los mecanismos morfogenéticos que regulan los patrones de crecimiento de las plantas impuestos a través de la filogenética vienen definidos por los biomateriales de que disponen, especialmente la celulosa, que “se traduciría en una trama de interacciones mecánico-químicas cuyo resultado sería la formación de patrones” (Seilacher, 1991), a causa de su distribución en el tiempo y el espacio. En este sentido, “los fractales biológicos, podemos decir, se originan en procesos en que las fuerzas puramente físicas actúan localmente sin prácticamente mediatización alguna por parte del organismo” (De Renzi, 1995, p. 213)

Desde el ramaje de un árbol o un arbusto, pasando por las nerviaciones de una hoja, hasta la estructura radicular de las plantas y las inflorescencias, la ramificación permite cubrir superficies amplias bi- o tridimensionales por su carácter desarrollable. Su desarrollo en el reino vegetal es debido a los ritmos de crecimiento biológicos periódicos controlados genéticamente, consecuencia de las limitaciones impuestas evolutivamente. Así pues, la necesidad de supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas las ha llevado mediante un proceso de evolución morfológica, a un crecimiento de sus superficies de gran complejidad estructural y formal que las convierte en organismos fractales fascinantes.

Por otro lado, la electricidad también sigue este patrón de crecimiento aparentemente caótico basado en fractales, provocado por la manera en la que los electrones se dispersan en el aire u otra superficie conductora, cuando las cargas eléctricas se abren camino a través de ella. El ejemplo más visible y conocido es la descarga de un rayo durante una tormenta, que genera los llamados árboles eléctricos por su semejanza a la estructura de sus homólogos vegetales, pero también podemos encontrarlas en las figuras de Lichtenberg, denominadas así en honor a su descubridor el científico y escritor alemán Georg Christoph Lichtenberg. La técnica básica de su obtención, consistente en aplicar una corriente de alto voltaje directamente sobre el material fotosensible con una placa metálica debajo, de esta manera, la resistencia opuesta por el soporte al paso de la descarga genera un dibujo de luz causado por el paseo aleatorio de los electrones sobre la superficie de la emulsión.

El proyecto *Melothesia*, de Ricardo Guixà, nace de la fascinación de su autor por esos dibujos fractales naturales a partir de una serie de fotografías decimonónicas realizada en 1888 por el astrónomo Étienne Léopold Trouvelot, como parte de una investigación científica sobre la electricidad. Sus sutiles formas y ramificaciones irradiaban una hipnótica armonía natural que le llevó a la determinación de querer reproducirlas. Después de varios años investigando con distintos tipos de generador electrostáticos –desde máquinas de Wimshurst o Van de Graff, hasta una bobina de inducción de Ruhmkorff– encontró un sistema propio para controlar las formas básicas de las chispas, lo que le permitió realizar retratos fractales de personas y plantas, en los que esta propiedad matemática del objeto geométrico actúa como metáfora del funcionamiento de lo real en los distintos niveles de su existencia, desde lo infinitamente grande hasta la minúscula estructura interna de nuestro cerebro, visibilizando la invisible energía que lo sustenta y cohesionan.

El término *melothesia* que da nombre a la serie designaba en griego la relación afectiva por afinidad entre todas las cosas, terrestres y celestes, que pueblan el universo, está conectado con la expresión *harmonia mundi*, que los antiguos concibieron como la sintonía o concordia interna del universo mismo, que nace la idea, tan querida por el hermetismo y el neoplatonismo, de una densa correspondencia entre los seres, terrestres y celestes, que pueblan el universo.

Bajo esta base conceptual, el conjunto de las obras mantiene una esencia formal que comparte la misma estructura de crecimiento fractal, particularmente en las series de las flores, un homenaje a la botánica inglesa Anna Atkins y su famoso herbario fotográfico *British algae*. En esta particular iconografía, los elementos simbólicos, figurativos y abstractos, tienen una lectura metafórica que pone de manifiesto la relación entre las diferentes esferas de la existencia, concretados visualmente en imágenes emblemáticas que ilustran esta correspondencia entre los distintos planos de lo real, generando una imagen fascinante que remite a la sorprendente armonía del mundo natural, y a la capacidad del medio fotográfico para mostrarnos realidades fuera del alcance de nuestra percepción humana.

Figura 4. Lirio (Serie *Melothesia*).



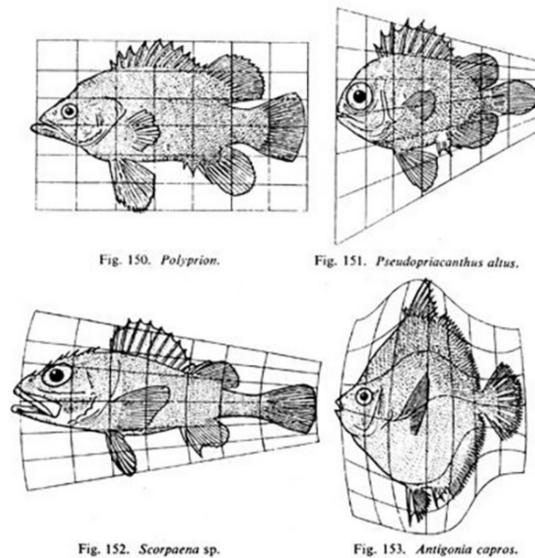
Fuente: Colección del autor. Ricardo Guixà. 2017.

5.3. Especulaciones visuales y algoritmos generativos: Proyecto Espejismos

La fotografía se presentó en la exposición de Londres de 1851 como una invención que podía robar el puesto a la pintura. Podemos decir que en el siglo XXI el florecimiento de algoritmos inteligentes que aprenden de los archivos de imágenes existentes y son capaces de generar nuevas imágenes, roban a la fotografía la función de preservar la memoria del pasado. Este nuevo tipo de fotografía digital que no utiliza el clásico binomio ojo-cámara para su realización, sino que produce imágenes que son el resultado de los cálculos que realiza una computadora, tiene la capacidad de mostrarnos las imágenes de un pasado que no ocurrió y también de anticiparnos las formas que existirán en un futuro posible. Constituyen una nueva aproximación al ámbito fotográfico y proporcionan un punto de vista fresco, estimulando, por tanto, la reflexión más allá del horizonte de la realidad.

En la actualidad, los estudios que relacionan el ámbito de la biofísica, la biología, la matemática, la cibernética, etc., son habituales, pero no eran en absoluto normales en el año 1917, cuando el biólogo y matemático D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948) publicó *On Growth and Form*, el resultado de sus estudios de la morfología del crecimiento y de la forma, defendiendo que las formas de plantas y de animales se podrían entender en términos de matemática pura. La tesis central de *On Growth and Form* es que los biólogos de aquellos días estaban sobrestimando el papel de la evolución y desestimando en consecuencia el papel de la física y de la mecánica como determinantes de la forma y la estructura de los organismos vivos. En el libro *El origen de las especies* (1859), Darwin postula que la evolución de las especies está regulada por la supervivencia del más adaptado al entorno. Es decir, que los pequeños cambios que daban ventajas sobre la situación anterior se transmitían a la siguiente generación. Pero D'Arcy Thompson vio que faltaba algo en esa teoría. Su propuesta fue analizar las leyes matemáticas que había detrás de los saltos evolutivos. La misión de D'Arcy Thompson era introducir las matemáticas en la biología, mostrar que las formas y los procesos de crecimiento que vemos en el mundo no son un resultado arbitrario de una búsqueda ciega de la evolución, sino que son dictados por reglas matemáticas. No es casualidad que una tela de araña, un girasol o el crecimiento de un arbusto sean como son. Por ejemplo, mostró que una especie de pez, dibujado en una cuadrícula que luego era estirada y deformada como si fuera de caucho, podía transformarse en una especie distinta.

Figura 5. Ilustración de *On Growth and Form*



Fuente: D'Arcy Thompson. 1917. Extraído de *Wikimedia*.

Eso no explicaba la razón por la que las especies cambiaban; lo que estaba mostrando era que las adaptaciones se podían explicar matemáticamente. Él demostró que simples ecuaciones pueden describir aparentemente el complejo crecimiento de los cuernos de animales o de conchas marinas. Para probar sus hipótesis, D'Arcy Thompson no tenía la suerte de disponer de las potentes herramientas de cálculo que son hoy en día las computadoras. En la actualidad, los avances en IA son impresionantes. Por ejemplo, las GAN (*Generative Adversarial Networks*) son un tipo de algoritmos generativos que, tras un proceso de entrenamiento a partir de colecciones de imágenes, son capaces de generar un vasto espacio de posibilidades para imágenes de nueva creación. Se trata de un espacio infinito y continuo de imágenes posibles que se denomina *espacio latente*. Es latente porque la imagen de salida generada por la GAN está determinada por un proceso aparentemente oculto de transformaciones matemáticas que comienza con una serie de números y termina con una imagen de mapa de bits. Cuando cambia cualquiera de los números iniciales de la serie, la imagen resultante será ligeramente diferente. La red de transformación es tan profunda que es difícil predecir qué cambiará en la imagen, generándose así un amplio abanico de posibles imágenes entre unas y otras formas.

Usando redes neuronales artificiales, en 2014, el investigador Ian Goodfellow y sus colegas inventaron un nuevo modelo generativo de aprendizaje profundo conocido como red adversaria generativa (GAN). En 2016, Radford y sus colegas usaron arquitecturas de redes neuronales mejoradas, las llamadas redes neuronales convolucionales profundas, para generar rostros (DCGAN). La GAN funciona enfrentando dos redes neuronales entre sí, en un entrenamiento competitivo. La red generativa prueba combinaciones de elementos de un espacio latente para generar imágenes candidatas que sean similares a las de la base de datos. La otra red, la discriminadora, evalúa los candidatos propuestos por la red generativa utilizando los datos originales para decidir qué imágenes son genuinas y cuáles artificiales. Las GAN son un modelo generativo poderoso y su popularidad e importancia han dado lugar a varias revisiones con el objetivo de realizar estudios exhaustivos que expliquen las conexiones entre las diferentes variantes de GAN y cómo han evolucionado (Hong et al., 2019). Karras et al. describieron entre 2019 y 2020 una nueva metodología de entrenamiento para GAN (StyleGAN): la idea principal era hacer crecer tanto el generador como el discriminador progresivamente, comenzando desde una resolución baja y agregando nuevas capas para modelar detalles cada vez más finos a medida que avanza el entrenamiento.

Thompson no rechazó la selección natural descrita por Darwin, pero la consideró secundaria a las influencias físicas sobre la forma biológica. La evolución por selección natural nos habla de la "supervivencia del más apto" y de la "extinción del no apto". En la era de la tecnología digital y de la biología sintética, el más apto podría ser el más inesperado. ¿Podemos predecir, utilizando estos sofisticados algoritmos inteligentes para generar imágenes, las formas que mejor se adaptarán para nuestra supervivencia colectiva en un mundo globalizado sumergido en plena crisis climática?

El ser humano desempeña actualmente un papel dominante en el futuro de la naturaleza. La actividad humana ha modificado el planeta hasta provocar profundos cambios. Acciones como la tala masiva, la deforestación, la apropiación de terrenos para la agricultura o las actividades de ganadería han propiciado que en los últimos 250 años se hayan extinguido cientos de especies de plantas y animales. En el Antropoceno el hombre se siente poderoso y parece poco consciente del alcance de esta grave crisis de la biodiversidad de la que él es también víctima.

Es necesario diseñar un modo de vida más sostenible, y para ello, los seres humanos se deben concienciar. Nos sentimos superiores, intocables, especialmente respecto al mundo vegetal, cuya inmovilidad lo hace más vulnerable. Nos resulta difícil empatizar con el reino vegetal, al que ya Aristóteles definió como carente de percepción, deseo y movimiento.

Figura 6. Tres imágenes de la serie *Espejismos*



Fuente: Colección de la autora, Pilar Rosado. 2021.

Para que las cosas cambien, el primer paso es la sensibilización del ser humano hacia la importancia y la necesidad del medio vegetal, y para ello el herbario constituye un escenario ideal en el que las cualidades de lo vegetal se pongan de manifiesto y se enfatizan, para construir un entorno sostenible y equilibrado en el que la vida pueda desarrollarse con naturalidad. En el proyecto *Espejismos*, de Pilar Rosado, un herbario de ficción sumergirá al espectador en un recorrido por distintas especies vegetales posibles del futuro.

Estas morfologías imaginarias, nacidas de la colaboración entre el ser humano y la computadora, proponen imaginar una realidad alternativa a la naturaleza repleta de cicatrices causadas por la sobreexplotación humana, para enfrentar al espectador a la urgencia de salvaguardar nuestro entorno. La autora propone estos experimentos fotográficos que producen representaciones desconocidas del mundo vegetal, como una metáfora del futuro que nos aguarda, un tiempo de cambio hacia una identidad líquida, fluida, que nos facilite mutar, seguramente injertados con las computadoras, hacia una nueva identidad en comunión con la naturaleza.

6. Discusión

La importancia del reino vegetal es clave para entender nuestro ecosistema interdependiente y valorar el poder del arte y la ciencia para dibujar formas alternativas de leer el mundo y adoptar medidas para hacer frente a las problemáticas de nuestro presente: la pérdida de biodiversidad, el cambio climático.

La importancia de los herbarios y las colecciones de trabajo con especies vegetales vertebrata la representación sistematizada de la biodiversidad vegetal. Desde un punto de vista estrictamente científico, el secado de plantas es un método imperfecto de preservación, dado que inevitablemente, la textura, color y forma sufre alteraciones asociadas al mismo proceso que permite conservarlas, pero mantiene información esencial del espécimen, como la estructura de su ADN. En este sentido, la fotografía se impuso como un complemento que se ha ido consolidando hasta la actualidad en los denominados pliegos fotográficos, que suponen una alternativa para plantas de recolección imposible, como por ejemplo “plantas protegidas por ley para las que no se dispone de permiso de recolección o en los casos donde no sea posible acceder al sitio”, y también “para otro tipo de plantas que puedan presentar ciertas dificultades en el momento de su recolección, tanto por el tipo de material (...) por el excesivo tamaño (...) o porque el secado pueda tener un efecto negativo en algunos caracteres taxonómicos” (Gómez-Bellver et al., 2019, p. 157). Para cumplir con los requisitos estos herbarios fotográficos los que incluso se han propuesto una serie de estándares internacionales que faciliten su implantación a nivel científico, el nombre científico del taxón, su autoría y el fotógrafo.

También en el ámbito artístico es importante la recolección de morfologías del entorno. En este proyecto proponemos el herbario como lugar de encuentro, de contemplación, el herbario como propuesta creativa, abordándolo desde la perspectiva del medio fotográfico, en cuanto que sistema de representación que introduce una nueva herramienta de estudio y de visualización de las plantas desde su invención, marcado por su particular idiosincrasia epistemológica.

Más allá de su utilidad documental, el medio fotográfico se erige como un sistema revelador, capaz de superar la mera descripción de aquello real al ampliar las limitaciones cognitivas de nuestra percepción visual, indagando la complejidad del universo botánico mediante una mirada más profunda de su naturaleza física. Paralelamente, con la introducción del componente subjetivo de la creatividad de sus autores, la fotografía logra el terreno del arte y la creación, añadiendo el componente estético y conceptual inherente a la creación plástica, hasta convertirse en el sistema de representación dominante en la actual era de la imagen.

Desde esta perspectiva se sientan las bases de un proyecto que parte de la idea de revisar los archivos visuales a partir del mundo vegetal en el ámbito de la creación, promoviendo acercamientos y lecturas diversas, donde conviven la observación y la experimentación infinitas que potencialmente contiene el herbario, una fuente de conocimiento, tanto desde la aproximación física a las formas como desde la investigación conceptual. De este modo, se generan y se fortalecen complicidades, aproximaciones y alianzas entre la ciencia y el arte, fomentando la observación activa propia del trabajo científico y la intuición artística.

7. Conclusiones

Como conclusión, podemos establecer que, en un momento de profundos y acelerados cambios en los contextos confluyentes de la botánica y la generación de las imágenes, resulta posible y enriquecedor establecer alianzas experimentales interdisciplinarias entre el mundo del arte, la botánica y la tecnología. Además, estas confluencias tienen potencial para ayudar a afrontar la crisis de biodiversidad.

En el ámbito de las artes y humanidades, la transferencia social de resultados se efectúa fundamentalmente a través de la difusión de los mismos no solo en los medios académicos, sino también en forma de publicaciones de alta divulgación y gran difusión, a través de exposiciones, que permiten hacer llegar a un público más amplio el resultado de las reflexiones artísticas y teóricas.

La crisis de la biodiversidad, la creación artística y la evolución tecnológica articulan unos ejes temáticos que provocan reflexiones en torno a las importantes cuestiones relacionadas con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030 de las Naciones Unidas:

- *ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles.* Poner en valor la creatividad humana y la capacidad de experimentación para buscar nuevas soluciones a los problemas, evidenciar el poder humano ante la adversidad y la crisis planetaria y el despertar de la conciencia sobre la necesidad de conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- *ODS 13 - Acción por el clima.* La fragilidad de los ecosistemas frente al cambio climático y otros cambios derivados de la actividad humana. La necesidad de protección del entorno natural para evitar la extinción de la flora autóctona nos dirige a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- *ODS 15 - Vida de ecosistemas terrestres.* La biodiversidad es riqueza y debemos procurar gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad.

9. Agradecimientos

Esta investigación se ha realizado en el contexto del proyecto *PanHerbarium. Revisión experimental de la iconografía botánica en la era postfotográfica*, financiado en la convocatoria de proyectos precompetitivos para la promoción de la investigación en el campo de las artes, convocado por la Facultat de Belles Arts de la Universitat de Barcelona en 2022.

Referencias

- Batchen, G. (2004). *Arder en deseos. La concepción de la fotografía*. Ed. Gustavo Gili.
- Batchen, G., & Talbot, W. H. F. (2008). *William Henry Fox Talbot*. Amsterdam University Press.
- Castelo, L., & Legido, T. (2020). *Herbarios imaginados. Entre el arte y la ciencia*. Ediciones Complutense.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1992). *Rizoma* (Introducción). Pre-textos.
- Foucault, M. (2007). *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*. Siglo XXI Editores.
- Gómez-Bellver, C., Ibañez, N., López-Pujol, J., Nualart, N., & Susanna, A. (2019). *Las fotografías como complemento de los Especímenes: Implementación de photo voucher y fusion voucher, en el herbario BC*. Libro de resúmenes de la XXIII bienal de la rsehn- barcelona.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S.; Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative Adversarial Nets. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.* 2, 2672–2680.
- Hong, Y., Hwang, U., Yoo, J., & Yoon, S. (2019). How generative adversarial networks and their variants work: An overview. *ACM Comput. Surv.* 52, 1–43.
- Karras, T., Laine, S., & Aila, T. A (2019). Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks. In *Proceedings of the 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Long Beach, CA, USA, 15–20 June 2019; pp. 4396–4405. [Google Scholar]
- Karras, T., Laine, S., Aittala, M., Hellsten, J., Lehtinen, J., & Aila, T. (2020). Analyzing and improving the image quality of StyleGAN. In *Proceedings of the 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Seattle, WA, USA, 13–19 June 2020; pp. 8107–8116. [Google Scholar]
- Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2016). Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks. <https://arxiv.org/pdf/1511.06434.pdf> .
- Redondo M. & Figueras, E. (2021). *Herbart. Confluències entre art i ciència*. Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Riego, B. (1996). La nueva memoria: La fotografía frente a la descripción dibujada o la paradoja de Turpin. *Papel Alpha*, 2, 135-153.
- Thompson, D.W. (1917). *On Growth and Form*. Cambridge University Press.