



FACULTAD DE ARTES Y EDUCACIÓN FÍSICA
DEPARTAMENTO DE ARTES VISUALES

“Dibujo e ilustración científica en la era digital”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO
DE PROFESORA DE ARTES VISUALES

Alumna

Maria Jose Guerrero Barahona.

Profesor Guía

Javier Ignacio Rodríguez Pino.

SANTIAGO, (2023)





*Agradecimientos a la persistencia de las/los los artistas que apuestan por el arte, un arte que no es una isla sin puertos, sino que un intercambio necesario de conocimientos, a mi profesor Javier Rodríguez quien se presentó como una guía en el proceso de aprendizaje, a mi familia, cercanos y personas especiales, que fueron y serán siempre un refugio constante de apoyo, contención y compañía.
Y finalmente a mi padre por haber sido mi mejor guía de vida.*





Índice

Resumen	6
Introducción	7
Planteamiento del problema	9
<i>Identificación del problema.</i>	10
<i>La ilustración científica en el siglo XXI.</i>	11
<i>Metodología.</i>	13
<i>Investigación conducida por la práctica.</i>	14
Objetivos	16
<i>Generales.</i>	17
<i>Específicos.</i>	17
Estado de la cuestión	18
<i>Registro y captura de la ilustración científica tradicional/análoga</i>	19
Perspectivas que anteceden desde la pregunta	22
<i>La ilustración científica</i>	23
<i>La ilustración científica tradicional/análoga en la era digital.</i>	26
<i>El arte y las ilustraciones botánicas tradicionales/análogas en el siglo XXI.</i>	30
<i>Incorporación de la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la educación artística actual.</i>	34
Cuestiones prácticas	38
<i>Ilustraciones botánicas tradicionales/análogas.</i>	40
Conclusiones	48
Bibliografía	50



"Ningún hecho, por simple que sea, puede ser considerado en forma aislada. La naturaleza es una red de vida y fuerza global; un gran orden natural: El Cosmos"
Alexander Von Humboldt (1769-1858).



Resumen

La presente memoria de título abarca una investigación en torno a la conexión entre la exploración científica y el arte. Principalmente se busca establecer la relación entre el arte botánico y su fin científico, en donde se conjuga un trabajo interdisciplinario entre ciencia, arte e ilustración.

En este sentido, se propone dar un panorama general de análisis sobre el estudio de la ilustración científica tradicional/análoga desde el conocimiento artístico, basado en la percepción del valor actual que esta puede tener en la era digital y su alcance en la educación artística.

Palabras clave: Ilustración científica tradicional/análoga, ilustración botánica, fotografía, arte, ciencia, educación artística.

Introducción

Desde hace algún tiempo, el dibujo y la ilustración son una de las formas más precisas y tradicionales de documentar, traducir o complementar (con imágenes) la investigación científica. Estas imágenes casi siempre están hechas a mano y, a menudo, sintetizan diferencias entre especies que parecen muy similares a primera vista, especialmente en el pelaje, la textura y el tamaño. En otros casos, han revivido animales que se extinguieron hace millones de años, o han provocado que microbios aparezcan ante nuestros ojos.

Cuando buscamos algo desconocido, siempre tratamos de encontrar una imagen o algo que explique qué es lo que no sabemos; no hay forma más precisa de comunicarse con alguien que a través de una ilustración que le incita a formar una imagen mental, que se traduce como una idea del mundo y es donde entra en juego la imaginación, la memoria y el juicio. Eso es exactamente lo que pretende lograr la ilustración científica, ejemplificar de una manera más gráfica muchas ideas de aquello que describimos con palabras.

En la actualidad, es posible identificar un conjunto de incógnitas que han ido creciendo debido a la aplicación tradicional de las ilustraciones científicas y las nuevas tecnologías adquiridas en su creación. Ligado a esto —haciendo importante realizar ciertos cuestionamientos en torno a esta temática en pleno siglo XXI y relacionándolo directamente con las artes visuales— la presente memoria busca analizar el actual rol de la ilustración científica tradicional —es decir realizada manualmente y con instrumentos y soportes convencionales del dibujo—, estableciendo la importancia que tiene una ilustración análoga en la divulgación de la ciencia, el arte y la educación artística.

De acuerdo a lo anterior, surge el interés de indagar sobre las posibles respuestas a preguntas como; ¿Qué sentido tiene mantener el uso de la ilustración científica en nuestros días, con tantos medios de reproducción, cuya tecnología permite alcanzar detalles impensados para el ojo humano?, ¿Por qué a pesar de que hay técnicas cada vez más especializadas para capturar imágenes, sigue siendo importante la ilustración científica tradicional/análoga?, ¿Para qué hacer ilustraciones botánicas de forma tradicional — es decir, manualmente — en el siglo XXI?, ¿Dónde y cómo se podría incorporar la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la educación artística actual de enseñanza media?.

Desde los diferentes enfoques que respondan a estas interrogantes, los contenidos presentes en esta investigación se trabajan mediante una metodología post cualitativa, vinculada a la investigación basada en la práctica o investigación conducida por la práctica. Principalmente la información recopilada se ha dividido en dos fases de investigación, las cuales son la fase documental y la fase de campo.

Por consiguiente, la memoria recoge diversas referencias y métodos, lo que permite un análisis que atraviesa los ámbitos científicos, artísticos y educacionales, para finalmente centrar su atención en la ilustración científica como tal y entremezclar lo teórico con lo experimental.

Es así como los primeros capítulos pretenden dar a conocer y definir las características de las ilustraciones científicas tradicionales en el siglo XXI, para posteriormente analizar el actual rol de estas en la era digital. Sumado a ello, se definen los aspectos de aprendizaje sensible que encierra la ilustración científica análoga para el arte y la ciencia, contrastando al mismo tiempo, modelos análogos y fotográficos vinculados a las ilustraciones botánicas.



En los capítulos posteriores se busca transferir problemas y métodos de aprendizaje de la ilustración científica análoga a la educación artística, específicamente en el nivel de enseñanza media, para implementar este nuevo contenido dentro del plan de estudios de los cursos superiores.

Finalmente, los últimos capítulos se enfocan en el análisis —bajo el marco teórico y de referencias ya señaladas— de ilustraciones científicas realizadas por mí, a fin de aproximarse a las preguntas de esta investigación desde la propia práctica.

En suma, esta memoria pretende contribuir a una visibilización y valoración de la ilustración científica dentro del quehacer artístico y científico (centrándose principalmente en la valoración de esta en nuestra era actual y desde la intención de que sirva de base para otros investigadores interesados en el área de la ciencia y el arte). Se establece, de esta manera, la memoria de título como un recurso para poder encaminarse hacia una intercambio de conocimientos, tanto en el presente como en tiempos futuros.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA





Identificación del problema





La ilustración científica en el siglo XXI

Richard Feynman, escritor y físico estadounidense que vivió en el siglo XX, contó una famosa anécdota en un video titulado “*The Beauty of the Flower*” (“La belleza de las flores”), que nos hace reflexionar sobre la relación bidireccional entre arte y ciencia, desde la perspectiva de las imágenes que esta última crea.

El video nos relata que Feynman tenía un amigo artista que en cierta ocasión tomó una flor y se la enseñó diciéndole que era muy bella, pero que como Richard era científico, este no la podría apreciar, ya que pensaba que a las personas de ciencia solo les interesa analizar sus partes como un elemento funcional. Bajo este comentario, el físico le respondió a su amigo que no solo era capaz de apreciar la belleza de la flor, sino que también, como era científico, podía comprender la hermosura de su estructura interna, de los procesos de esta, de cómo podría evolucionar sus colores para atraer insectos y a la vez polinizar. Todo ello, lo llevó a preguntarse, también, si estos procesos tienen algún sentido estético y en consecuencia, a una reflexión mayor en torno a lo que entendemos como estética.

Esta situación puntual es un referente que nos puede permitir establecer, como, por una parte, la ciencia nos permite ver más en profundidad la complejidad de formas y colores que tiene la flor y como, por otra, la ilustración científica análoga de esta belleza nos obliga a detenernos en sus detalles y a ver más lentamente cómo van asomando las estructuras relevantes de la especie vegetal. De esta manera, nos permite mirar aspectos que antes parecían imperceptibles.

Actualmente el mundo de la tecnología ha consumido todos los espacios en el cual se desarrollan los seres humanos, y tal como lo destaca la profesora de argumentación académica y literatura Alejandra Vergara;

El mundo creó Internet e Internet creció y ahora contiene al mundo. La tecnología ha echado raíces como la más querida de nuestras plantas de ornato y ahora tiene un lugar preponderante en todos lados. Llevamos décadas teniendo una y otra vez las mismas discusiones sobre si el origen de una versión digital, inteligente, virtual (el adjetivo cambia con el tiempo, vaya) implica la muerte del tradicional, analógico, físico (Vergara, 2023).

En la ilustración científica, las opiniones son variadas en torno a las ventajas y desventajas que esta posee frente a los nuevos medios digitales —como la fotografía—, ya que las imágenes científicas viven constantemente en una estrecha relación con las posibilidades tecnológicas. Sin embargo, ¿Implica esto la muerte de las ilustraciones digitales tradicionales/análogas en la época digital?

Uno de los argumentos más relevantes recae en lo que nos relata el biólogo, diseñador científico y fundador de Illustrative-Science, Felipe Serrano, en el marco de los Seminarios Académicos que organiza el Instituto de Ciencias e Innovación en Medicina (ICIM);

Hoy en día las ventajas que tiene la ilustración por sobre la fotografía es que no solo nos permiten describir gráficamente un objeto, sino que también se les otorga mayor contenido mediante el uso de herramientas visuales, tales como la tipografía, el color, las imágenes, o combinaciones de estos elementos. “*Por tanto, hay distintas ventajas que se pueden adquirir con una buena ilustración*” (Serrano, 2021).

Pero aun así, ¿Qué sentido tiene mantener el uso de la ilustración científica en nuestros días, con tantos medios de reproducción, cuya tecnología permite alcanzar detalles impensados para el ojo humano?, ¿Por qué a pesar de que hay técnicas cada vez más especializadas para capturar imágenes, sigue siendo importante la ilustración científica tradicional/análoga?



Pese a que todos llevamos una cámara en el bolsillo diariamente —con una gran capacidad de almacenamiento que nos permitirá guardar miles de fotografías con distintos tipos de flores—, como potencial investigadora vinculada a la ilustración de la naturaleza, mi problema principal surge cuando veo que aun es muy revelador querer capturar el mundo natural a través de nuestros ojos y manos.

Para desarrollar la investigación, el trabajo se basará en dar respuesta a preguntas complementarias tales como; ¿Por qué es relevante la ilustración científica para registrar y difundir la ciencia?, ¿Por qué seguimos utilizando ilustraciones análogas para comunicar la ciencia pese al avance de la ilustración digital?, ¿Qué importancia tiene una ilustración manual y artesanal en la divulgación de la ciencia en la era digital?, ¿Por qué utilizar ilustraciones botánicas hechas a mano en lugar de fotografías botánicas?, ¿Para qué hacer ilustraciones botánicas de forma tradicional — es decir, manualmente — en el siglo XXI? ¿Dónde y cómo se podría incorporar la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la educación artística actual de enseñanza media.



Metodología





Investigación conducida por la práctica

Los contenidos presentes en esta investigación se trabajarán mediante una metodología post cualitativa, vinculada a la investigación basada en la práctica o investigación conducida por la práctica, la cual;

...se caracteriza por establecer que existe un tipo de conocimiento que surge desde los cuerpos y sus transformaciones lo que justificaría su aplicación a distintos campos disciplinarios donde la investigación tendría lugar en y a través de los cuerpos...Esta investigación es eminentemente performativa y se diferencia radicalmente de la investigación cualitativa y cuantitativa (Lorenzini, 2013).

Parcialmente junto con esta se integrarán, quizás, otras metodologías a lo largo del desarrollo de la investigación.

En cuanto a las estrategias utilizadas, la memoria consta de dos fases de investigación, las cuales serán la fase documental y la fase de campo.

En la primera se recopiló información sobre el tema a tratar, dando respuesta a las preguntas ya mencionadas; ¿Por qué es relevante la ilustración científica para registrar y difundir la ciencia?, ¿Por qué seguimos utilizando ilustraciones análogas para comunicar la ciencia pese al avance de la ilustración digital?, ¿Qué importancia tiene una ilustración manual y artesanal en la divulgación de la ciencia en la era digital?, ¿Por qué utilizar ilustraciones botánicas hechas a mano en lugar de fotografías botánicas?, ¿Para qué hacer ilustraciones botánicas de forma tradicional — es decir, manualmente — en el siglo XXI? ¿Dónde y cómo se podría incorporar la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la educación artística actual de enseñanza media?. Sumado a ello se analizan distintos autores del ámbito, para tener referencias de los posibles resultados que podemos esperar dentro de la memoria.

Para la segunda fase, se realizó una serie de dibujos que, desde la rigurosidad por el detalles, se aproximan a la ilustración científica. Estos resultados prácticos aportaron a la idea de que la ilustración botánica tradicional/análoga es un tipo de estudio que permite al observador acercarse al objeto, mediante el dibujo. De esta manera las preguntas o motivaciones iniciales serán contestadas también mediante la práctica.

Ahora bien, la memoria, como resultado de la investigación, se organizó de la siguiente forma:

→ *Etapas de búsqueda de referencias*

Esta primera etapa se centrará en una recopilación y estudio bibliográfico de recursos de distinta índole, todos de gran importancia para emprender este trabajo.

1. Análisis de fuentes

Para esta tarea se ha realizado un vaciado bibliográfico de publicaciones sobre el tema de ilustración científica, incluyendo manuales técnicos, referencias para la representación gráfica, autores del ámbito artístico, autores del ámbito científico y especialistas en el tema.



Fundamentalmente se dará a conocer y definir las características de las ilustraciones botánicas tradicionales en el siglo XXI, para posteriormente analizar el actual rol de la ilustración científica tradicional/análoga en la era digital. Sumado a ello, se busca reconocer y definir aspectos de aprendizaje sensible que encierra la ilustración científica análoga para el arte y la ciencia, contrastando al mismo tiempo, modelos análogos y fotográficos vinculados a las ilustraciones botánicas.

En resumen, se ha compilado toda aquella información en torno a la ilustración científica tradicional/análoga desde diferentes enfoques que respondan a las preguntas ya planteadas.

2. Análisis educativo

Con el fin de verificar la inserción de la ilustración científica como contenido por parte de los profesores de artes visuales, se ha ahondado en las técnicas de ilustración científica tradicionales como herramientas pedagógicas, todo esto resultando en una propuesta educativa vinculante entre arte y ciencia.

Principalmente se busca transferir problemas y métodos de aprendizaje de la ilustración científica análoga a la educación artística, específicamente en el nivel de enseñanza media, para implementar este nuevo contenido dentro del plan de estudios de los cursos superiores.

→ Etapa experimental

En esta segunda etapa se comprenden diversas pautas ordenadas, y es donde comienza la parte práctica del trabajo.

1. Análisis práctico

El desarrollo práctico de mi memoria de título se ha determinado en centrar el estudio en ilustraciones botánicas de especies vegetales. En esta fase se llevará a cabo el proceso de indagación y experimentación.

Para ello se desarrollarán ilustraciones botánicas que, sin perder el rigor de las estrictas normas científicas, exponen las especies de forma novedosa y original, es decir, son dibujos en grafito que representan una abstracción de la estructura vegetal, elaborada a partir de la síntesis de múltiples secciones de ejemplares de la misma especie, así como de la observación comparativa de diferentes fuentes visuales.



OBJETIVOS





Objetivos

Este trabajo investigativo aborda, desde una perspectiva artística, la unión de dos campos del saber a través de la ilustración científica. La investigación se centra en dar respuesta a una problemática actual sobre el porqué puede ser relevante la ilustración botánica tradicional/análoga en el siglo XXI.

Generales

- Establecer la importancia que tiene una ilustración análoga en la divulgación de la ciencia, el arte actual y la educación artística.

Específicos

1. Analizar el actual rol de la ilustración científica tradicional/análoga en la era digital.
2. Conocer y definir las características de las ilustraciones botánicas tradicionales en el siglo XXI.
3. Contrastar modelos análogos y fotográficos vinculados a las ilustraciones botánicas.
4. Reconocer y definir aspectos de aprendizaje sensible que encierra la ilustración científica análoga para el arte y la ciencia.
5. Transferir problemas y métodos de aprendizaje de la ilustración científica análoga a la educación artística, específicamente en el nivel de enseñanza media.



ESTADO DE LA CUESTIÓN



Registro y captura de la ilustración científica tradicional/análoga

A lo largo del siglo XX el modelo del antropólogo, del cartógrafo, del arqueólogo, del naturalista y del científico han tenido presencia dentro de la escena artística de las últimas décadas de diversas maneras. Gran parte de la creatividad actual reside en este ámbito vasto y permeable de la cultura, la ciencia y el arte. Esta relación existe con mucha precisión en el trabajo de campo o en la investigación de campo directa. También está relacionado con el carácter documental de la creación artística contemporánea, la capacidad de observar e interiorizar el contexto natural, geográfico o sociocultural en el que se basa casi todo proyecto artístico (Tabares, 2011).

Dentro de las diversas maneras de unión de estos campos del saber, uno de los medios de comunicación fundamental para la ciencia y su divulgación recae en la ilustración científica, principalmente en el área dedicada a la ilustración botánica. Utilizada desde tiempos antiguos para la difusión de las características de las especies vegetales, este método de ilustración ha cumplido una tarea imprescindible para el conocimiento botánico y la taxonomía¹ de las plantas, lo cual ha ido en aumento a lo largo de los años.

Durante el último periodo de tiempo, con los grandes avances tecnológicos, la ilustración botánica ha instaurado nuevas técnicas de ilustración de especímenes y la fabricación de dioramas², los cuales siguen evolucionando con la electrónica y el estilo 3D día a día (Tabares, 2011, p.77).

Hoy la captura y el registro de información botánica se ha ajustado a las tecnologías, principalmente a la fotografía, desligándose en gran medida del modelo tradicional. Este antecedente nos lleva a plantear uno de los cuestionamientos que puede surgir en la ilustración científica actual, el cual se basa en una importante pregunta en torno a el por qué puede ser relevante la ilustración botánica tradicional/análoga en el siglo XXI.

Para abordar las posibles respuestas a esta problemática es necesario realizar un análisis bibliográfico específico de ilustración científica y áreas afines, registrando autores principales a considerar en la discusión e investigación de esta memoria. De esta manera, la primera fase abordará la integración de la ilustración científica con el ámbito artístico, y luego las discusiones posteriores se centrarán en la ilustración científica en el campo de la ciencia.

En un inicio, es necesario establecer que en el ámbito de las artes son muchos los ejemplos de cómo los fenómenos científico-técnicos han influido en la creación artística de distintas épocas. Los descubrimientos en antropología, matemáticas o física cuántica han influido en ciertas corrientes de artes plásticas a lo largo de los años, ya sea desde el sistema de perspectiva geométrica utilizado por los artistas renacentistas hasta la revolución científica de inicios del siglo XX que inspiró las vanguardias artísticas. Esta evolución de la expresión del arte no ha sido ajena al conocimiento científico, aun cuando se consideran disciplinas en gran parte distintas (Montalvo, 2020).

Los seres humanos han retratado la naturaleza de diversas formas a lo largo de la historia, y estas representaciones han sido cruciales en el desarrollo del conocimiento científico. La evolución de la historia del arte, sin embargo, también ha estado marcada por la dirección opuesta de esta influencia, ya que los avances científicos han inspirado e influido en el desarrollo de técnicas pictóricas y estilos artísticos. Ejemplos como las primeras ilustraciones de animales y plantas, el coleccionismo de especies naturales, las creaciones de los artistas y la explosión de imágenes en épocas pasadas

¹ Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y de vegetales.

² Panorama o lienzo de grandes dimensiones con figuras diferentes pintadas por ambas caras y con el que, mediante juegos de luz en una sala oscura, se producen diversas imágenes y da sensación de movimiento.

permitieron hacer posible la experiencia visual de objetos distantes que no eran accesibles (Marcaida, 2017).

La historia que aquí se cuenta es cómo ciertas obras contribuyen a adquirir, producir o visualizar conocimiento, instaurando así una relación entre el desarrollo de la ciencia y la creación artística, bajo la idea de que la imagen pueda suplantar el objeto y permitir replicar la experiencia de ver con tus propios ojos (Marcaida, 2017, 17:47).

La investigación artística y la comunicación científica han desarrollado expectativas compartidas, debido a que ambos campos se basan en participar e informar al público sobre lo que actualmente está sucediendo a nuestro alrededor. Así pues, la generación de lazos entre arte y ciencia han dado paso a un nuevo canal de difusión del conocimiento cada vez mayor.

Ahora bien, en el área de la ilustración científica a pesar de tener un objetivo científico, no hay que olvidar que este medio “retrata” uno de los motivos clásicos favoritos en la tradición artística: flores y plantas, que han sido siempre una temática muy popular en las artes y sus oficios.

Más recientemente, el énfasis en temas naturalistas puede haber sido motivado por una búsqueda de una estética más humana en lugar de una impuesta por la tecnología. Hoy “quien toma el camino de la ilustración científica encuentra en éste la fusión perfecta entre arte y ciencia, entre la creatividad y el rigor. Y sucede a veces que el artista aporta información al descubrimiento científico apreciando algún detalle no destacado hasta el momento del dibujo, pues, como señaló Goethe “no ves una planta del todo hasta que la dibujas” (Castellano, 2022, p.4).

Posteriormente, si ahora centramos la discusión en el ámbito científico, en primer lugar, y sin mayores perjuicios frente a la importancia o valor que puede tener la fotografía en el campo de las ciencias naturales, es importante mencionar que esta técnica «no ha podido sustituir la representación gráfica en los manuales científicos», como dice Cespedosa Rivas (2009).

Efectivamente, así como lo nombra el autor, las diversas características presentes en la ilustración científica tradicional/análoga hacen que el proceso de captura y registro sea más detallado que en la fotografía, por lo cual la representación gráfica es aún mayor. Este argumento se puede ver de mejor manera cuando el ilustrador botánico consigue plasmar mediante su trabajo detalles y matices con una precisión fundamental, diseccionado y realizando representaciones gráficas ideales para el estudio.

Así como también lo menciona el artista y curador uruguayo Gustavo Tabares, en el proyecto *“Futuro natural: Un cruce entre arte, cultura, ciencia y naturaleza”*:

En la ilustración científica el objetivo es informar, comunicar la estructura y funcionalidad del espécimen siguiendo rígidas convenciones para no dar cabida a la confusión. Hay que comprender el hábitat y la evolución del espécimen para lograr representar el color, la textura y sus rasgos específicos. El aspecto estético es agradable, pero secundario (por no decir irrelevante). Lo importante es lograr que en un solo dibujo o pintura se pueda apreciar casi todas las cualidades de una especie (forma, color, tamaño, morfología, anatomía, ecosistema que habita, etc.), lo cual no es posible 100 % con la fotografía, porque siempre se obtendrá una imagen de un individuo con sus características propias y hay muchas especies donde la variabilidad de caracteres es tan grande que una sola fotografía no bastaría para representar a todos los de su especie. Incluso en algunas especies, como, por ejemplo, los humanos, un solo dibujo no bastaría por las grandes diferencias que existen entre los individuos (color de piel, de cabello, de ojos, estatura, etc.) (2011, p.77).



Fundamentalmente la ilustración no queda sólo como un evento estático, sino que se puede categorizar como un elemento funcional. Si bien la ilustración es atractiva visualmente por sí sola, tiene todo un contexto científico, con una alta cantidad de información de por medio útil y efectiva (Serrano, 2021). Ejemplo de ello es cuando se puede representar una planta en su totalidad y agregar dibujos de ciertas partes con escalas de aumentos mayores a fin de ilustrar detalles de especial interés. Este fraccionamiento permite abarcar con más detalles una parte del todo, aumentando los niveles de información útil presente en el registro botánico.

Sumado a esto, otra de las grandes diferencias con la fotografía es que la ilustración científica tradicional/análoga posee la ventaja de otorgarle herramientas a un científico que puede tomar toda la información condensada de una investigación, hipótesis o escrito y convertirla en una propuesta gráfica que va a servir como fuente de información útil (Serrano, 2021,13:20).

Desde sus inicios la ilustración científica ha servido precisamente para hacer visible lo invisible. Como ilustración esta área en la ciencia nos ha permitido ver mucho más allá de la superficie, representando y graficando aquello que solo hemos descrito en palabras (Garrido, 2022). Uno de los más importantes registros de aquello son las ilustraciones de Ramón y Cajal, médico y científico español, quien a principios del siglo XX ,ilustraba copias fidedignas de preparaciones histológicas³, las cuales representaban la microorganización del sistema nervioso como un mapa que contiene las conexiones de las neuronas y las rutas que siguen los impulsos nerviosos a través de las mismas. Para este investigador, el dibujo científico tenía como propósito fundamental mostrar algo con mayor claridad de lo que podría expresarse con palabras.

Si posteriormente ahondamos aún más sobre algunas otras posibilidades que posee la ilustración manual por sobre la fotografía digital, es importante destacar las consideraciones que realiza la Dra. e ilustradora científica Vega Asensio Herrero en el Festival de arte y ciencia de la UPNA (Universidad Pública de Navarra). Durante su exposición, la profesional nos explica que a pesar de que en ciencia se utiliza una diversidad de herramientas para la comunicación de esta, la ilustración científica es un instrumento gráfico que nos permite describir y crear un ideal mediante un proceso investigativo y creativo. Se destaca principalmente de la ilustración que supera la fatalidad, muestra situaciones difíciles de observar, supera la escala, hace visible lo invisible, compara, explica por dentro y por fuera, desmonta, ordena, simplifica, resume e ilustra datos (Asensio, 2022).

Finalmente, a medida que ingresamos en la era digital actual, lo más importante que se debe enfatizar sobre la ilustración científica tradicional/análoga en comparación con la fotografía es que la ilustración científica lleva al espectador a cosas que normalmente no son observables: desde moléculas y virus hasta el universo, desde la representación de la anatomía interna de artrópodos y plantas hasta cortes transversales geológicos y reconstrucción de formas de vida extintas, desde la representación realista hasta la abstracta (The Guild Handbook of Science Illustration, 2003). En suma las ilustraciones científicas que se hacen de forma manual en el siglo XXI representan la realidad de una manera particular, articulando la capacidad de la imagen para generar conocimiento.

³ Serie de pasos ordenados que permiten preparar al tejido para su observación a través del microscopio. El tejido se prepara para su observación de acuerdo con el tipo de microscopio que será utilizado.



PERSPECTIVAS QUE ANTECEDEN DESDE LA PREGUNTA



La ilustración científica

Para comenzar este escrito es importante partir mencionando y desarrollando la idea de ilustración científica como punto de inicio, ya que este concepto da sentido a la construcción y desarrollo de la presente memoria de título.

Si bien a lo largo de la historia en diversos escenarios se ha establecido una definición del término ilustración científica, una de las definiciones más relevantes a considerar en este escrito es aquella que proviene de la organización profesional “The Guild of Natural Science Illustration” (1968)⁴.

De acuerdo con esta asociación, las ilustraciones científicas son registros visuales que abarcan todas las formas de comunicación de la ciencia visual, las cuales pueden desempeñar un papel vital en la transmisión de información de cualquier ámbito científico. Como elemento indispensable en la comunicación de resultados investigativos y del quehacer práctico, la ilustración científica yace de la condición de describir gráficamente el conocimiento, los descubrimientos y el quehacer académico, científico y artístico de diversas épocas a lo largo de los años.

En cuanto a la ilustración científica análoga/tradicional, en sus características, encierra muchos matices y condensa una gran cantidad de sucesos esenciales que han ido desarrollándose en forma equivalente al acontecer de los campos de investigación y expresión. Tanto así que en nuestro siglo actual, los avances en la tecnología han transformado y aportado a la ilustración científica nuevas opciones para la creación y reflexión de contenidos.

Esta innovación digital dentro de la disciplina parece instaurar polos opuestos entre la ilustración científica tradicional y la fotografía científica actual, por lo que es muy importante reflexionar sobre; ¿Qué sentido tiene mantener el uso de la ilustración científica en nuestros días, con tantos medios de reproducción cuya tecnología permite alcanzar detalles impensados para el ojo humano?, ¿Por qué a pesar de que hay técnicas cada vez más especializadas para capturar imágenes, sigue siendo importante la ilustración científica tradicional/análoga?.

Desde las posibles respuestas a estas interrogantes, diversos autores han establecido reflexiones tanto en el espacio científico como en el ámbito artístico. El trabajo presentado aquí en contexto propone una progresiva valoración del por qué hacer ilustraciones botánicas de forma tradicional —es decir, manualmente— en el siglo XXI es relevante. En la construcción de este relato se considerarán autores principales en la investigación de la memoria, en específico de ilustración científica y áreas afines.

⁴ “El Gremio de Ilustradores de Ciencias Naturales” es una organización profesional global estadounidense sin fines de lucro para todos los artistas que trabajan en el ámbito de la comunicación de las ciencias visuales, desde ilustración, animación y cómics hasta exhibiciones en museos, fotografía, grabado, video y muchos otros.





“La belleza de una flor proviene de sus raíces.”
Ralph Waldo Emerson (1803-1882).



II

La ilustración científica tradicional/análoga en la era digital.

La ilustración científica se confunde con frecuencia con el copiar objetos, plantas o animales, y al mismo tiempo, con obtener un alto grado de realismo similar a la fotografía. Sin embargo, la ilustración científica es una revaloración de las imágenes o una “gráfica enriquecida” que busca como objetivo realizar imágenes a partir de una investigación congruente para apoyar los métodos de estudio o apreciación de temas específicos. Este método de ilustración permite un análisis tan completo y preciso que es posible crear imágenes sorprendentes y simular situaciones que serían difíciles de lograr con la fotografía (Ortega Contreras, 2013).

Según Hodges (1989), para lograr una representación precisa de un elemento, es posible usar los talentos de la habilidad de la observación, la estética, las técnicas artísticas y el conocimiento científico.

Los ilustradores pueden producir resultados de alto contenido e información utilizando una variedad de métodos de representación (lápices, pinturas, computador, etc.) con el fin de lograr la clarificación de varias profundidades focales y la diferenciación entre múltiples elementos de alto detalle. Esta representa una de las principales razones por la cual la ilustración científica ha persistido, incluso tras la invención de la fotografía, por su condición de ver el mundo físico. La fotografía está así restringida por las limitaciones de lo que puede ser visto en el mundo real, mientras que las ilustraciones científicas sólo están limitadas por la subjetividad del ilustrador tras las investigaciones (Hodges, 1989).

Para Kara Perilli, licenciada en Ilustración Científica de la Universidad de Arcadia, la tecnología de captura de imágenes se ha vuelto sumamente impresionante a la hora de fotografiar sujetos grandes y pequeños dentro de nuestro espacio, sin embargo, todavía considera que existen grandes restricciones en el área.

En sus escritos nos relata que la existencia de microscopios electrónicos de barrido y otras tecnologías logran producir imágenes hasta un cierto tamaño, pero aún existen límites en la capacidad de fotografiar sujetos a escala atómica. Ejemplos como los telescopios en la tierra y en el espacio se pueden utilizar para ver y tomar fotografías de planetas lejanos y objetos celestes. Sin embargo, la calidad y el detalle de estas capturas e imágenes pueden carecer de información crucial debido al hecho de que muchos objetos en el espacio lejano están fuera de nuestro alcance, fuera de nuestras limitaciones de distancia y de nuestras misiones en el exterior (Perilli, 2019).

Es así como nos preguntamos; ¿De qué manera la ilustración científica tradicional/análoga puede aportar en esta situación?. Para Perilli (2019) usando el conocimiento científico y la habilidad artística, el ilustrador puede representar átomos y procesos atómicos en formas extremadamente complejas o más sencillas que capturan los detalles cruciales de cómo se estructuran estos átomos. Por el contrario, los artistas pueden contribuir a la creación de imágenes de objetos celestes en el espacio lejano que nuestros telescopios y cámaras no pueden capturar. Esto contribuye a la tangibilidad de la ciencia y los datos, fomentando el interés y la comprensión de estos temas. Los modelos análogos de ilustración se vuelven cruciales en este caso frente a las posibilidades de captura fotográfica.

Ahora bien, como señaló el ilustrador científico Kalliopi Monoyios en una publicación en el blog de arte y ciencia Symbiartic (titulado "Cinco razones por las que su cámara no me robará el trabajo") hoy en día estudiamos muchos fenómenos que son demasiado pequeños, demasiado distantes o demasiado efímeros para capturarlos en una película. Afortunadamente, los ilustradores pueden viajar más allá de nuestro campo de visión con sus ilustraciones. Son capaces de iluminar



exoplanetas⁵ lejanos, explorar el interior fundido de la Tierra y traer de vuelta a los muertos. Incluso las escenas que aún no han sucedido pueden ser imaginadas por ellos (Science Illustrators: Making the invisible visible, s. f.)

“Con el arte puedes seleccionar y elegir lo que entra, y puedes elegir lo que entra en función de lo que es más importante”, dice Cook. Esto explica por qué muchos artistas continúan encontrando obras que representan plantas, partes del cuerpo y otros objetos que somos perfectamente capaces de percibir con nuestros propios ojos. La ilustración científica tradicional/análoga puede resaltar los componentes que fácilmente son oscurecidos por la naturaleza desordenada de la realidad (Science Illustrators: Making the invisible visible, s. f.).

Insistiendo aún más en este hecho, la bióloga marina, especializada en ilustración científica, Camila Beddings nos detalla que las fotografías a veces no logran resaltar las características físicas que son cruciales para comprender e identificar adecuadamente una especie, e incluso pueden representar rasgos que son poco representativos. En cambio con la ilustración científico tradicional, logramos un trabajo mucho mayor, detallando que;

...por medio del dibujo puedo “hacer un promedio” de muchas fotografías, videos, anotaciones de salidas a terreno, visitas a museos y de diferentes guías, para así poder crear un dibujo que represente mi especie particular o hacer una infografía con las diferentes facetas de su vida (Beddings, 2020).

Las ilustraciones científicas tradicionales/análogas son significativas porque hacen que los conceptos difíciles sean comprensibles. En el proceso de comunicación, las ilustraciones juegan un papel importante, ya que como una forma distinta de lenguaje visual emplean elementos y detalles para expresar información de manera intencional y no intencional.

Como lo destaca Beddings (2020), la ilustración científica manual no murió en el siglo XIX con la llegada de los naturalistas ni tampoco con la creación de la fotografía. Hoy en día estas ilustraciones son un amplia y vasta fuente de información usadas para comunicar con frecuencia hallazgos en libros, detallar infografías y fichas de investigación. La unión de ciencia y arte es sin duda uno de los campos más amplios a explorar, reconocer y valorar (Beddings, 2020).

⁵ Los planetas que orbitan alrededor de otras estrellas se llaman exoplanetas. Los exoplanetas son muy difíciles de ver directamente con telescopios. Están ocultos por el resplandor brillante de las estrellas que alrededor de las que orbitan.





“Ahora que lo sabemos todo, que ya todo se fotografió, se estudió, se observó, se dibujó...¿por qué seguimos los tataranietos de los naturalistas y los exploradores haciendo lo mismo? ¿Por qué pintó por milésima vez la misma flor?...”
Geraldine MacKinnon.

III

El arte y las ilustraciones botánicas tradicionales/análogas en el siglo XXI.

El arte y la ciencia son dos ámbitos de conocimiento que no difieren tanto como uno podría imaginar. No sólo son complementarios y utilizan las mismas capacidades mentales de razonamiento, observación e imaginación, sino que también comparten la curiosidad de conocimiento que recae en los seres humanos. El creador de una idea científica pone tanto de sus capacidades y rasgos como cualquier artista lo hace con su obra, algo que ya lo destacaba Albert Einstein cuando decretaba a la ciencia como “un juego libre de los conceptos”, una invención: “la imaginación es más importante que el conocimiento” (Montalvo, 2020).

A lo largo de la historia y hasta nuestra actualidad, se han realizado diversas obras de arte ligadas a la ciencia, ya sea tanto como para representar y explicar las ciencias de la botánica, para detallar rasgos de la historia natural o para la representación de la anatomía. Todas las grandes colecciones del mundo, incluido el Museo Británico, el Smithsonian y la Colección Mellon, contienen obras de estos artistas, ya sean conocidos o menos conocidos.

Ejemplos de esta índole ponen en manifiesto la manera de ligar la ciencia y sus avances por medio del arte. Artistas como Leonardo da Vinci (1452-1519), Alberto Durero (1471-1528), Georgia O'Keeffe (1887-1986), Jim Dine (1935) y Adriana Hoffmann (1940-2022) son algunos de los mayores exponentes de este hecho. (Oficina Internacional de Educación de la UNESCO, 2002).

Ahora bien, si ligamos esta idea directamente a las ilustraciones científicas, los descubrimientos botánicos y de la historia natural destacan desde el tiempo de los viajes de Colón (1492-1502) a los de Charles Darwin a las islas Galápagos (1835); desde Sydney Parkinson (1745-1771) en la primera expedición de James Cook al pacífico en 1768; o desde Walter Hood Fitch (1817-1892) uno de los ilustradores y botánicos más prestigiosos de la historia (Oficina Internacional de Educación de la UNESCO, 2002).

La necesidad de los artistas visuales con capacidades en las ciencias crece en la misma medida que la tecnología y la ciencia progresan. Hoy, a pesar de no poder verlos, podemos percibir información y recopilar datos de procesos y objetos enormemente complejos. Los artistas pueden usar estos datos para mostrar estos objetos invisibles en ilustraciones fácilmente comprensibles, que representan lo que los científicos aprenden de los datos (Perilli, 2019).

En cuanto a la ilustración botánica tradicional/análoga, los artistas botánicos comparten una preocupación por el medio natural al cual representan. Así como nos lo relata la ilustradora y artista botánica Robin Jess;

...Antes de que se inventara la fotografía, las ilustraciones botánicas eran esenciales para comprender las plantas. Pero hoy, también, los dibujos pueden iluminar aspectos de plantas de una manera que las fotos no pueden. Una ilustración puede mostrar varias partes de una planta al mismo tiempo, algo que una foto realmente no puede. Puede mostrar detalles adicionales de la fruta, por ejemplo, y cómo se ve dividida en dos (Robin Jess, 2017).

Si ahondamos en mayor precisión sobre las características que poseen los modelos análogos de ilustración botánica, cabe recalcar que;

La ilustración botánica es un género de arte que se esfuerza por representar fielmente la forma, el color y los detalles de una planta, identificable a nivel de especie o cultivar. Como disciplina técnica, la ilustración botánica enfatiza la representación de información precisa, documentando el aspecto anatómico y funcional de una planta a lo largo de su ciclo de vida. La mejor ilustración botánica combina con éxito la precisión científica con el atractivo visual.



Debe retratar una planta con la precisión y el nivel de detalle necesarios para reconocerla y distinguirla de otra especie (Scientific Botanical Illustration, s. f.).

En definitiva, además de ser un registro científico que brinda a los botánicos y académicos representaciones matizadas y precisas que ningún avance tecnológico ha podido igualar hasta este momento, la ilustración botánica es el arte que nos permite experimentar el mundo vegetal a través de nuestros sentidos.





“Tanto el arte y la naturaleza forman parte de la esencia del ser humano y, al juntarlas, se logra la conexión con lo más profundo de la persona”
Francisca Méndez (2021).



IV

Incorporación de la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la educación artística actual.

Si instauramos a la ilustración científica dentro de la educación actual es sumamente importante destacar el papel que puede proporcionar esta especialidad dentro de las materias impartidas en los centros educativos. Como ilustración esta área puede otorgar una forma amena, educativa y atractiva de compartir enseñanzas, desarrollando habilidades complementarias para el estudiante y su aprendizaje. Esto se debe al importante papel que pueden desempeñar las imágenes cuando sirven como código para evocar, categorizar o organizar la información, y al mismo tiempo cuando funcionan como señal, ayuda memoria o motivación dentro de las actividades que se realizan (EcuRed, s. f.).

Desde una primera mirada, se podría incorporar las habilidades que presentan los ilustradores científicos para traducir información científica en obras de arte accesibles y comprensibles que evitan términos y explicaciones complejas. Esto se puede utilizar en carteles informativos, folletos y sitios web para proporcionar una explicación de los temas, tanto en los libros educativos como en los medios digitales (meet, correo institucional, ppt, etc) que presente la institución como material de enseñanza. Ejemplo de esto son los póster con información educativa que crean los ilustradores científicos para captar la atención del espectador y ayudarlo a comprender información relevante para la sociedad a la que está dirigido (Perilli, 2019).

Autores como Castebianco (2016) apuestan por la incorporación de la ilustración científica mediante la enseñanza de la Biología. Tras una investigación realizada desde la incorporación por el dibujo en las prácticas de enseñanza de la biología entre 1960- 1970, resalta entender la enseñanza de la biología desde el dibujo, reflexionando que es importante reconocer que la biología se complementa con las prácticas del dibujo entendido desde la subjetivación, donde se valora más lo que el sujeto expresa frente lo que observa (Castebianco Rojas, 2016).

Ahora bien, a partir de los procesos de enseñanza, la mayoría de autores coinciden en que los docentes deben orientar la observación de la naturaleza y el registro e interpretación de los fenómenos por parte de los estudiantes tanto a través de lo verbal como de lo gráfico, ya que las prácticas tanto de dibujo como de lectura y escritura no son las tarea de un año o de un solo docente como lo ha hecho ver nuestro sistema escolar. Es importante que a través de la ilustración científica tradicional/análoga se reconozca la creatividad de cada estudiante donde puedan representar, seleccionar y construir otro discurso de aquello que aprenda (Castebianco Rojas, 2016).

Otro de los especialistas, como lo es el biólogo marino e ilustrador, Felipe Gamonal, destaca a la ilustración científica como un tipo de expresión artística que ayuda a comprender las ciencias naturales, la cual ha sido crucial en el desarrollo de la ciencia debido a su papel histórico en la identificación de especies marinas. Su sugerencia es apoyar iniciativas que ayuden a los estudiantes a desarrollar su potencial artístico al tiempo que fomentan el aprendizaje constructivo a través de la observación de los ecosistemas y su biodiversidad, que actualmente están al alcance de nuestros niños y jóvenes de distintas maneras (ICEC UCSC, 2021).

La incorporación de la ilustración científica análoga en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la educación artística actual en gran medida se ve relacionado no solo a esta materia sino a la interdisciplinariedad que se puede generar de este cruce entre áreas distintas.

Directamente en el área de educación media, las posibilidades de la ilustración científica tradicional/análoga se dirigen a campos especializados:



Las últimas investigaciones indican que el rendimiento en las áreas especializadas mejora considerablemente cuando se incorporan las artes a las ciencias y a las humanidades. La verdad es que las artes, si se incorporan al currículo tradicional de ciencias, pueden actuar como catalizadores para superar actitudes predeterminadas y lograr índices de retención mucho más altos en las clases. Además hacen que aumente el interés por una asignatura, mejoran la confianza de los alumnos en sí mismos y proporcionan nuevas formas y medios de aprendizaje. Y sobre todo, integrando las artes en la enseñanza, una asignatura se hace automáticamente más asequible y los alumnos se sienten más estimulados para aprender (Joubert, 2002, p.85).

Ahora bien, es pertinente también el cuestionarse dónde y cómo se puede incorporar la ilustración científica tradicional/análoga en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las artes visuales.

Si analizamos la situación directamente desde el área artística, la incorporación de las ilustraciones científicas tradicionales puede darse desde la utilidad de estas como un contenido educativo. De por sí la ciencia y el conocimiento necesitan comunicarse, y el arte en sus distintas manifestaciones es un medio de expresión que permite este intercambio.

Debido a la diversidad de objetivos de la ilustración científica para expresar información y su uso para explicar conceptos de manera visual, se podría instaurar este contenido como el arte que provoca indagación. Así como lo explica en una entrevista el ilustrador científico y profesor de la Academia Ilustra ciencia, Hugo Salais;

El otro ángulo es iniciarlos desde las artes, en asignaturas como educación artística y plástica. En este caso como un objetivo en sí o como contenido en sí, no como una herramienta. Se puede enfocar a crear algún proyecto para aplicarla directamente, conocerla y trabajar sus técnicas (Salais, 2022).

Al mismo tiempo, como educadores, debemos priorizar la observación directa del mundo natural así como la documentación y explicación de los fenómenos por medio de lo verbal y de lo gráfico. Generalmente las salidas didácticas o salidas de campo son un tipo de actividad que permite trabajar procedimientos como la observación y el registro mediante dibujo, por lo cual aplicarla en el área artística mediante la ilustración científica sería altamente beneficioso;

A un nivel superior, se puede crear algún tipo de proyecto o excursión, como por ejemplo una salida al Bioparc, al zoo, al oceanográfico o al campo. Y, una vez allí, les enseñas la ilustración científica como herramienta: dibujo observacional, toma de notas en un cuaderno de campo y todo ese tipo de cosas que son ramificaciones de la ilustración científica que se pueden implementar en este tipo de actividades. Y que además les pueden resultar muy atractivas, les pueden entrar por los ojos a muchos (Salais, 2022).

En consecuencia, instaurar como contenido las ilustraciones científicas tradicionales/análogas en el plan de estudios de educación media de los centros educacionales generaría nuevos espacios para expresar aprendizajes de forma visual, ampliando los horizontes de enseñanza de las artes visuales y la ciencia en un mismo encuentro. De hecho, una de las razones más importantes que avalan este razonamiento es lo que destaca el biólogo e ilustrador Román García (2018);

Creo que aprender a plasmar las ideas de cualquier tipo en un dibujo es una herramienta imprescindible para cualquier persona. Una persona que sabe dibujar puede comprar unos alicates en una ferretería de un pueblo perdido de China. Es más fácil dibujar cualquier cosa que describirla con precisión. El dibujo como forma de comunicación es algo que no se trabaja en educación. No se trata de crear obras de arte que se puedan colgar en un museo, se trata de enseñar a expresar ideas de forma visual, como un medio de comunicación, como un lenguaje. Y como todos los lenguajes cuanto antes se aprenda mejor (García,2018).



Actualmente es necesario desarrollar una metodología de trabajo con la que se invite a las/los estudiantes a aprender mediante un contenido de creación poco convencional, favoreciendo el desarrollo de pensamientos visuales, creativos y experimentales en cada estudiante.

En el fondo se insta a salir de lo habitual, yendo más allá y promoviendo nuevas maneras de construir aprendizajes significativos. De esta manera, integrar la ilustración científica como nuevo contenido pedagógico en el área curricular de artes visuales no sólo fortalecerá teóricamente las propuestas didácticas, sino también servirá como un referente para facilitar la creación inspirada por medio de la relación entre personas, naturaleza, entorno y medioambiente.





CUESTIONES PRÁCTICAS





*“Cuando aprendes de las plantas, más las quieres, más las cuidas. Dibujar también te enseña a respetar lo que estás dibujando.”
Andrea Lira (2021).*



Ilustraciones botánicas tradicionales/análogas

El proceso de la ilustración científica que se llevó a cabo durante la elaboración de los recursos prácticos propuestos en esta memoria, tuvo como objetivo sintetizar y representar gráficamente la información científica acerca de los aspectos relevantes del porqué puede ser relevante la ilustración botánica tradicional/análoga en el siglo XXI.

Dicha aproximación gráfica permite divulgar los conceptos científicos de manera objetiva, clara y precisa, con la idea de ayudar a comprender y aclarar ciertos aspectos propios y estados en los que se encuentran las ventajas de la ilustración científica tradicional/análoga actualmente.

→ Materialidad y descripción de los registros

En primer lugar, he de mencionar los materiales empleados para la realización de cada ilustración botánica tradicional/análoga llevada a cabo en esta experimentación. Los instrumentos empleados se basaron en la utilización de hojas de papel marca *fogli* tamaño A5 (145 x 210 mm / 5.7 x 8.3in) con un gramaje de 160 gram, un set de lápices técnicos de distintas intensidades (desde el 2H hasta el 8B), goma de borrar Staedtler Rasoplast y un set de lápices difuminadores del n°1, n°2 y n°3.

En segundo lugar, es necesario destacar que la serie de experimentos consideran como modelo (natural y fotográfico) principal la flor y sus diversas partes para la ilustración, recolectando especímenes que abarcan desde flora nativa de la región del Maule hasta los prados, bosques y jardines de la zona centro sur de Chile.

Ahora bien, establecido todo lo anterior, el proceso de los registros consistieron en primero, dibujar la flor escogida y luego hacer un estudio de escala de grises en grafito para comprender su estructura, superficie y forma.

Los especímenes escogidos son llevados a cabo mediante la técnica de ilustración en grafito sobre el papel ya mencionado. Su tipo de textura permite la acumulación del grafito en los lugares en los que se desee para generar el efecto de volumen esperado y a la vez soportar bien el *raspado* para borrar o difuminar.

En cuanto al trabajo tonal, este fue utilizado para dar profundidad y explicar la estructura de cada ilustración botánica. Se utilizó así una mayor o menor presión ejercida sobre los lados del grafito para proporcionar sombras de distintos valores. A la vez, las diferencias tonales de cada espécimen se obtuvieron uniendo o separando líneas de los rayados, muy juntas o entrecruzadas para las sombras y separadas para las luces, o bien engrosando los trazos en las zonas oscuras y adelgazándolos en las zonas claras.

Otras herramientas como la línea y el punto se utilizaron de diversas maneras. Las líneas formaron trazos para las zonas más oscuras y para dar texturas más rudas y el punto insinuó las partes que se ven menos y las sombras y texturas más delicadas.

Finalmente es necesario destacar que el proceso depende mucho del objetivo a realizar. Por ejemplo, si estoy ilustrando una especie de planta, factores como algunos pequeños detalles, la estructura de las flores, la forma particular de cada una de sus partes, son esenciales a la hora de representarla.



Por supuesto, la ilustración científica implica algo más que simplemente ilustrar; también considera investigar los elementos, planificar el espacio, considerar los materiales, determinar qué se debe mostrar y qué no y finalmente comprender qué, por qué y para quien se está ilustrando.

→ **Descubrimientos y hallazgos**

Uno de los primeros descubrimientos que se desliga de la realización de los registros es que la ilustración en grafito genera un estudio visual de las diferencias e identidades de los elementos naturales retratados, ya que la observación y la posterior realización del objeto vegetal maneja detalles, texturas y formas identitarias de cada elemento.

En otras palabras, el examen visual de los dibujos permite hacer comparaciones detalladas de una especie vegetal de tal manera que el papel pasa a ser un microscopio en el que se detalla la imagen de la naturaleza que se representa. Para ello se registran las particularidades que hacen única a la planta frente al resto de especies, retratando indispensablemente a la flor en vivo como su traducción al papel como un dibujo.

El segundo hallazgo se relaciona con la mimesis⁶, la cual está presente en la manera que yo necesito representar lo esencial de la planta, generando códigos de representación que me permitan entender de manera simple la flor en su totalidad.

Esto se podría definir como la forma de ordenar detalles visuales para dar lugar a una imagen que sintetice una determinada información científica de la planta. Esta información o este mensaje sería difícil de plasmar mediante otros medios como la fotografía, por lo cual la ilustración científica genera semejanzas que idealizan, sintetizan y clarifican el mensaje que se pretende aportar sobre la especie vegetal.

Pero, ¿Por qué este mensaje sería difícil de plasmar mediante otros medios como la fotografía?. La respuesta radica en que el campo focal de la lente de la cámara solo permite la captura clara de una pequeña porción de la escena; el resto puede ser difuso, oscuro o perder detalle. La ilustración científica tradicional/análoga no solo permite obtener lo que se quiera enfocado, sino que también posee la ventaja de mantener una alta cantidad de detalles y resaltar lo más importante según lo que se quiere realizar o lo que el ojo del artista busca captar (Martínez y Flores, 2010).

Ejemplo de esto es la manera en la que los experimentos realizados no consisten en alterar la información contenida en la ilustración, sino que hacen más clara la presentación, de manera que se puedan reconocer bien los objetos de estudio, que para el caso son las flores.

Posteriormente, el tercer descubrimiento encontrado se liga a la idea de que el contorno es fundamental dentro de la ilustración botánica en grafito, ya que es el límite del elemento vegetal. Por ejemplo en las ilustraciones experimentadas, cuando yo quería representar el objeto, lo aislé de su contexto y lo visualice de tal manera que pueda obtener sus características esenciales, dándome una de las ventajas principales de la ilustración análoga por sobre la fotografía.

El dibujo científico muestra un componente descriptivo esencial y ha de primar la objetividad. Por ello es importante el uso de escalas gráficas y la geometrización de estructuras subyacentes para definir morfológicamente a las especies, que responden a leyes tan perceptibles como la simetría bilateral o rotacional. El análisis geométrico permite representar de manera idealizada a una especie, eliminando así los rasgos diferenciadores o las imperfecciones del modelo (Ilustraciencia, 2018).

⁶ Imitación de la naturaleza que en la estética y la poética clásicas constituye el núcleo del arte.



I.- Ave del paraiso.
Strelitzia reginae.



II.- Iris sibirica.
Familia de las iridáceas.



III.- Passiflora.
Passiflora pinnatistipula Cav.



IV.- Dahlia.
Dahlia coccinea.



En efecto, una ilustración botánica tradicional/análoga permite un producto “limpio” porque existe el control y la manipulación de la comunicación visual del objeto, ya que con el contorno puedo encargarme del acento en los rasgos distintivos y eliminar los detalles que no interesan. Esto obedece a las necesidades del ilustrador y del público al cual está dirigida la ilustración pues solo se dejan los detalles que sirven para lo que se requiera (publicación científica, una infografía, etc).

También en este caso para el botánico, el científico o el dibujante los detalles gráficos diferencian la forma de entender el objeto. Detallar estructuras destaca una flor de otra, por lo cual la representación y el contorno siempre consideran rasgos identitarios de cada especie vegetal.

Ahora bien, para el cuarto hallazgo se encuentra que la ausencia del color en la ilustración botánica da más importancia a la estructura que a otros elementos visuales presentes en el modelo. El volumen en tanto se da mediante la sombra, pero de manera más simplificada.

Bajo esta idea, una línea continua puede transmitir caracteres que resalten en una flor, un sombreado puede despegar las formas para darle volumen a los elementos y la variación tonal con lápiz de grafito puede dar mayor certeza de la planta ilustrada.

Todo lo anterior funciona como sustituto a la ausencia de colores, evitando dificultades o confusiones científicas que se puedan dar. Pero, ¿Por qué se puede suponer esta afirmación? Pues esto se da debido a que no hay ninguna limitación en esta ausencia de color, pues las ilustraciones realizadas siguen presentando todas las características necesarias; las líneas son definidas, las sombras presentes dan profundidad y detalle a cada parte de las plantas y se resalta los detalles estructurales, haciendo comprender de forma casi exacta las características de las flores y hojas allí ilustradas.

Finalmente el último descubrimiento encontrado se relaciona con la idea de que la simplificación de la figura y los esquemas geométricos nos permiten entender mayormente el objeto que estamos representando, visualizando lo más importante. Así como lo destaca el equipo de Ilustraciencia;

Simplificar formas orgánicas complejas en figuras geométricas te ayudará a entender, ordenar y sintetizar la información que obtengas de una especie. Se trata de comprender los volúmenes principales y sobre todo las proporciones del modelo, dejando atrás los detalles. Esos detalles no son más que formas pequeñas dentro de las formas geométricas principales y se pueden simplificar de la misma manera (Ilustraciencia, s. f.).

Ejemplo de ello es la forma en la que se ilustraron los experimentos llevados a cabo de cada flor, en donde no interesa tanto el realismo, sino más bien entender la forma general de cada pieza vegetal: dónde está, con qué interactúa y cuál es su forma. Para esto se utilizan normalmente ilustraciones de tipo esquemático, en las que se representan las líneas más importantes que nos ayudan a entender más que a ver. Es así como esto también nos permite incorporar en una misma ilustración botánica distintos estadios de la planta⁷ para su mejor conocimiento.

⁷ Cualquier período entre mudas de la planta, tales como la brotación, floración, cuajado, maduración...



V.- *Magnolia*.
Familia Magnoliaceae.



VI.- *Chilco*.
Fuchsia magellanica.



VII.- *Cardo negro*.
Cirsium vulgare.



VIII.- *Narciso*.
Narcissus.



→ **Conclusión y resultados**

Luego de la serie de descubrimientos y hallazgos encontrados, es correcto destacar una diversidad de razonamientos ligados a todo el proceso experimental que se llevó a cabo.

En primer lugar es importante instaurar que la habilidad de crear ilustraciones botánicas tradicionales/análogas no se desarrolló exclusivamente con la práctica; también requirió de modelos de observación, es decir imágenes que permitan desarrollar la habilidad visual de seleccionar qué partes, vistas, posiciones, características y estructuras a ilustrar eran necesarias.

En segundo lugar se puede destacar que la observación científica no puede reducirse sólo al estudio de las plantas y su descripción literal, sino que también requiere de la descripción visual que permite al ilustrador y al público receptor reconocer los rasgos relevantes y diferenciadores en cada planta.

En tercer lugar se concluye que el habituarse a la observación sirve tanto al ojo como a la mano, pues esto brinda la capacidad de dibujar con tal veracidad las especies vegetales que su semejanza puede acercarse a la realidad. De este modo se logra conectar la habilidad manual con la sensibilidad visual que deben adquirir los ilustradores botánicos para la realización de su trabajo.

En cuarto lugar se desliga, desde los procesos llevados a cabo, que la ilustración científica tiene un propósito más concreto, que aísla y representa un elemento con sus partes más significativas, en sus procesos específicos.

A través de los descubrimientos se pudo comprobar que la ilustración científica tradicional/análoga resalta elementos que no se ven a simple vista y que son determinantes en el conocimiento de la taxonomía botánica. La precisión del dibujo, la escala, los tonos, la textura y los elementos que componen la imagen son fundamentales para el amplio campo que se puede desligar del uso de la ilustración científica actualmente.

Al mismo tiempo se puede proyectar que esta herramienta puede ser considerada una alternativa visual para representar una realidad objetiva, tanto en forma como en proporción, permitiéndonos visualizar conceptos teóricos de otras áreas de conocimiento y representar procesos que pocos podrían presenciar.

En quinto lugar, como otra de las utilidades que se pudieron comprobar de este proceso de experimentación, se encuentra que la ilustración científica tradicional/análoga funciona como un contenido divulgativo. La divulgación científica es un mecanismo de la ciencia para explicar de una forma sencilla las investigaciones y los descubrimientos que se llevan a cabo, tal y como sucede en este proceso de experimentación. Por lo tanto, las ilustraciones diseñadas para la divulgación pueden simplificar conceptos o procesos complejos para que la ciencia pueda llegar no solo a la comunidad científica, sino también a un público no especializado de otras áreas, pues comunicar el contenido sin imágenes es poco eficaz si no se está familiarizado con el tema.

En sexto lugar, se comprueba, desde el proceso y la experimentación, que en la ilustración científica tradicional/análoga hay elementos que no pueden ser fotografiados (como el acento en los rasgos distintivos y la eliminación de los detalles que no interesan), por lo que el dibujo se convierte en una forma de visualizar lo que se quiere comunicar y en la mejor herramienta para que el público se interese por el mensaje. De esta manera, las ilustraciones manuales complementan el aprendizaje y se convierten en un factor crucial en los campos de la investigación y la educación.

Finalmente uno de los razonamientos más significativos desligados de esta experimentación radica en el acto de ilustrar. Mediante el proceso, se ha comprendido que en la ilustración análoga, las imágenes científicas aportan algo más que una representación visual, en realidad, pueden estar interviniendo e informando de una forma decisiva en los procesos cognitivos y en la adquisición de



conocimiento, haciendo que esta participación sea imprescindible y esencial para que se produzca la adhesión de la información. Es por esta razón que las ilustraciones científicas formadas se instauran como factores clave tanto del aprendizaje científico como del artístico.



Conclusiones

En la presente memoria de título se planteó la ilustración científica tradicional/análoga como eje principal, relacionándose directamente con la fotografía, la ilustración botánica, la ciencia y el ámbito artístico que ayudó a perpetuar este esquema. Sobre estos cimientos se levanta el actual rol de la ilustración científica que posteriormente se liga a la especialidad de ilustración botánica. Realizando un análisis de lo teórico con lo experiencial sobre la ilustración científico tradicional, es que se decide sugerir una propuesta que busca aportar un enfoque interdisciplinar, haciendo imprescindible instaurar una percepción del valor actual que esta puede tener en la era digital.

De esta manera, y volviendo a la pregunta inicial que impulsa esta investigación, ¿Qué sentido tiene mantener el uso de la ilustración científica tradicional/análoga en nuestros días, con tantos medios de reproducción, cuya tecnología permite alcanzar detalles impensados?.

Lejos de desaparecer, la ilustración científica se ha transformado a través de la complementariedad de enfoques, procedimientos y objetivos de las ciencias y las artes, conformando una de las herramientas más significativas para la transmisión de información y aprendizaje de diversas áreas de conocimiento.

La investigación esclareció que la ilustración científica trabaja con un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, con la participación de expertos, investigadores, curadores y artistas. Se enfatiza la importancia del desarrollo de las ilustraciones científicas tradicionales mediante la visión de diferentes disciplinas, donde trabajan los campos de la biología y la gráfica artística, siempre de la mano de los procesos por el cual se producen las ilustraciones científicas y obras botánicas.

Se estableció también, que las ilustraciones botánicas desarrolladas dentro de la memoria, amplían aún más las respuestas del tema, donde se enfatiza: la descripción, objetividad del elemento de estudio, el manejo de la técnica y valores estéticos que se concretan en imágenes. Se ven de esta manera retroalimentadas tanto las cuestiones teóricas como las cuestiones prácticas que se presentaban dentro de la investigación.

En aspectos generales se concluye que la ilustración científica análoga/tradicional, tiene muchos matices y condensa muchos desarrollos cruciales que han ido ocurriendo de manera similar a los avances en los campos de estudio y expresión. De hecho, los avances tecnológicos han transformado la ilustración científica y le han dado nuevas herramientas para producir y analizar contenidos en el siglo actual.

Aún existe la necesidad, a medida que avanza la tecnología y la ciencia, de poseer artistas visuales con capacidades de ilustrar los datos y las investigaciones. Hoy el ser humano puede percibir información de procesos y objetos extremadamente complejos, aunque no podamos verlos, y recopilar elementos de ellos. Los artistas pueden usar estos datos para mostrar estos objetos invisibles en ilustraciones fácilmente comprensibles, mostrándole a la sociedad todos estos aprendizajes nuevos.

En base a esto, se enlaza la necesidad de instaurar este contenido de las ilustraciones científicas tradicionales/análogas desde los cimientos, generando nuevos espacios para expresar aprendizajes de forma visual y ampliando los horizontes de enseñanza de las artes visuales y la ciencia en un mismo encuentro.

Es así como también se desarrolla dentro del escrito una metodología de trabajo con la que se invite a las/los estudiantes a aprender mediante un contenido de creación poco convencional, favoreciendo el desarrollo de pensamientos visuales y creativos, desde la ilustración científica.



En suma se comprueba entonces, desde el proceso y la experimentación, que hay elementos en las ilustraciones científicas tradicionales/análogas que no se pueden fotografiar (como el énfasis en las características distintivas, la omisión de detalles irrelevantes, el contorno estructural, la diversidad de elementos funcionales, etc), lo que convierte al dibujo en un método eficaz para lograr una visualización de conceptos relevantes en nuestra actualidad. Lo anterior, amplía el aprendizaje y hace que las ilustraciones manuales sean un componente importante en los campos de la investigación, la educación y las artes.

Debido a todos estos factores, la ilustración científica tradicional/análoga sobrevivió al movimiento naturalista del siglo XIX, a la invención de la fotografía y a los actuales medios digitales de esta era. Hoy en día, estas ilustraciones son una fuente amplia y extensa de conocimiento que se utiliza para comunicar con frecuencia los hallazgos en libros, infografías detalladas y hojas de investigación. Uno de los campos más diversos para investigar, apreciar y reconocer es sin duda la fusión de la ciencia y el arte, por medio de la ilustración científica.

Referencias

Libros

Chinery, M. (1987). Guía de campo de las plantas silvestres (Primera edición). [https://aytocarrizo.es/descargas/botanica-libro-guia-de-campo-de-las-plantas-silvestres-\(michael-chinery-blume\).pdf](https://aytocarrizo.es/descargas/botanica-libro-guia-de-campo-de-las-plantas-silvestres-(michael-chinery-blume).pdf)

García Purón, J. (1892). Libro primero de botánica: Reino vegetal (Cuarta edición). <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/libros/00078955/00078955.pdf>

Pamrv. (2022). Flora silvestre de Chile zona central - Adriana Hoffmann J. [dokumen.tips. https://dokumen.tips/documents/flora-silvestre-de-chile-zona-central-adriana-hoffmann-j.html?page=174](https://dokumen.tips/documents/flora-silvestre-de-chile-zona-central-adriana-hoffmann-j.html?page=174)

The botanical atlas : a guide to the practical study of plants containing representatives of the leading forms of plant life with explanatory letterpress [Vol. 1] : McAlpine, Daniel : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (1883). Internet Archive. <https://archive.org/details/botanicalatlasg1McAl/page/VIII/mode/2up>

Artículos

Arte y Ciencia I: La fórmula del lápiz. (2020, 21 marzo). Instituto de Astrofísica de Canarias ° IAC. <https://www.iac.es/es/blog/vialactea/2020/03/arte-y-ciencia-i-la-formula-del-lapiz>

Beddings, C. (2020, 30 junio). Ilustración científica: el arte de la investigación. Fundación Mar y Ciencia. <https://www.maryciencia.org/columnas/ilustracion-cientifica-el-arte-de-la-investigacion/>

Ebook ilustraciencia - Ilustración científica. (s. f.). <https://es.slideshare.net/AliceCainz/ebook-illustraciencia-ilustracin-cientfica>

EcuRed. (s. f.). Las ilustraciones como recurso para enseñar y para aprender - EcuRed. https://www.ecured.cu/Las_ilustraciones_como_recurso_para_ense%C3%B1ar_y_para_aprender

Illusadmin, & Illusadmin. (2018). Dibujar estructuras subyacentes en ilustración científica | ILLUSTRACIENCIA. ILLUSTRACIENCIA | Divulgamos y premiamos la ilustración científica y de la naturaleza. <https://illustraciencia.info/dibujar-estructuras-subyacentes-en-illustracion-cientifica/>

Lorenzini, M. E. (2013). La práctica como investigación: nuevas metodologías para la academia latinoamericana. Poiésis. <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1GCrlYDibrmT4XdyuTi5bFuP5WjYHuDx>

Marcaida, J. R. (2017, 8 julio). Arte & Ciencia: La relación entre el desarrollo de la ciencia y la creación artística [Video]. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2017/07/08/arte-ciencia-la-relacion-desarrollo-la-ciencia-la-creacion-artistica/>

Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. (2002). La Educación artística: un desafío o la uniformización. Unesco, Biblioteca digital.

Perilli, K. (s. f.). Why We Need Scientific Illustration | The Franklin Institute. TFI.
<https://www.fi.edu/en/blog/why-we-need-scientific-illustration>

Science Illustrators: Making the invisible visible. (s. f.).
<https://www.earthmagazine.org/article/science-illustrators-making-invisible-visible>

Scientific Botanical Illustration. (s. f.). BOTANICAL ART & ARTISTS.
<https://www.botanicalartandartists.com/scientific-botanical-illustration.html>

Vergara, A. (2023). Pasado y presente. ¿Qué vemos en las ilustraciones científicas? Este País. <https://estepais.com/ambiente/pasado-y-presente/>

Revistas digitales

Ilustración naturalista, botánica y científica: Un oportuno lugar de encuentro. (2022). Conservación Vegetal, 24. <https://doi.org/10.15366/cv2020.24>

The Guild Handbook of Science Illustration, ©GNSI 1989, 2003.

Videos

FreeScienceLectures. (2007, 3 mayo). Richard Feynman: The Beauty of the Flower [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZbFM3rn4ldo>

Charlas

Cultura y Divulgación UPNA. (2022, 16 junio). Festival Arte y Ciencia 2022: La ilustración científica [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rzkarV22OM8>

ICEC UCSC. (2021, 27 marzo). Descubriendo la biodiversidad marina a través del arte [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=vK4s_GghaMA

Tomé, C. (2017, 8 julio). Arte & Ciencia: La relación entre el desarrollo de la ciencia y la creación artística. Cuaderno de Cultura Científica.
<https://culturacientifica.com/2017/07/08/arte-ciencia-la-relacion-desarrollo-la-ciencia-la-creacion-artistica/>

Universidad del Desarrollo. (2021, 9 junio). Rol de la ilustración científica en la comunicación de las ciencias [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=BvhVOsYF_PM

Entrevistas

Entrevistamos a Hugo Salais, ilustrador científico. - Proyecto Simbiosis. (2022, 23 mayo). Proyecto Simbiosis.
<https://proyectosimbiosis.colectivocrecet.com/blog/entrevistamos-a-hugo-salais-ilustrador-cientifico/>

Tiching. (2018, 18 septiembre). Entrevista a Román García | El Blog de Educación y TIC. El Blog de Educación y TIC. <http://blog.tiching.com/roman-garcia/>

Rescatados de la Web

Cespedosa Rivas A. (2009) El dibujo científico. Ilustración de una publicación científica. Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas.

Castebianco Rojas, J. A. (2016). EL DIBUJO EN LAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA ENTRE 1960- 1970.
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1744/TE-19418.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortega Contreras, C. (2013, 24 junio). PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN. Ilustración científica. <https://balamoc.wordpress.com/2013/06/03/protocolo-de-investigacion-2/>

Tabares, G. (2011). FUTURO NATURAL: Un cruce entre arte, cultura, ciencia y naturaleza. Museo Nacional de Historia Natural. Museo Nacional de Artes Visuales.
<https://mnav.gub.uy/catpdf/futuronatural.pdf>

(2010). "La ilustración científica en El Salvador."
<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/03/DGR/ADMIO000822.htm>