



Facultad de Estudios Superiores

Acatlán



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**“La función del Diseñador Gráfico en la transmisión del conocimiento
generado dentro del campo de las ciencias biológicas”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN DISEÑO GRÁFICO
PRESENTA

ABRIL LUZ MARÍA ANGELES TRUJILLO

Asesora: D. C. G. Laura Elena Espinosa Aguilar

Santa Cruz Acatlán, Edo. de México, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A Luz María, mi mamá, por las noches y los días, por tu amor, tu apoyo, tu guía, tu ejemplo,
tu dedicación y tu visión.*

A Dulce, sister of night, brain sister, por la practicidad y la lógica en tus palabras.

A Mamá Jovita por todo el amor que ha trascendido en el espacio y tiempo.

A Víctor, mi papá, por la oportunidad de vivir.

A ti por el camino recorrido.

AGRADEZCO...

A Laura Espinosa por el apoyo, la confianza y la paciencia.

*A Aldi de Oyarzabal por todo el conocimiento, las imágenes, las palabras,
la inspiración y el tiempo.*

A Verónica Juárez por la oportunidad de aprender. Ab imo Pectore.

A Patricia Pérez por enseñarme a sentir, pensar y actuar.

*A Marla de Lourdes Cardoza, Rafael Guevara, Albino Luna, Rafael Torres,
Maribel Paniagua, Enrique Ortiz, José Luis Villaseñor.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, FES Acatlán,
Instituto de Biología y Herbario Nacional de México.*

A todos aquellos que me apoyaron y alentaron durante el trayecto.

*"Ninguno de nosotros sabe nada de nada;
ni siquiera esto mismo de si sabemos o no sabemos,
ni si sabemos que sabemos o que no sabemos;
ni si en total hay algo o no lo hay.
Todas las cosas son lo que uno piense de ellas."*

Sobre la naturaleza, Metrodoro de Kío.

Índice

Introducción.....	11
Capítulo 1. Historia de la ilustración científica	15
1.1 Antecedentes de la ilustración científica	15
1.2 Orígenes de la ilustración científica	16
1.3 La ilustración científica en la historia	18
1.4 La ilustración en México.....	44
Capítulo 2. La ilustración científica, un caso práctico	67
2.1 Comenzando una ilustración botánica	68
2.2 Reconocimiento del material a ilustrar.....	69
2.3 Uso de la fotografía	70
2.4 Viajes de colecta	71
2.5 Tratamiento del ejemplar para estudio y bocetaje	72
2.5.1 Rehidratación del material	72
2.5.2 Utilización del microscopio	73
2.5.3 Disección de especímenes.....	74
2.6 Fuentes útiles para entender la morfología de las plantas	74
2.7 Interacción entre científico e ilustrador.....	75
2.8 Bocetaje.....	76
2.9 Composición de la ilustración	76
2.10 Finalizando la ilustración	78
2.11 Entrega de la ilustración	79
Capítulo 3. El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia	83
3.1 Habilidades básicas del Diseñador Gráfico para resolución de problemas gráficos dentro la ciencia	84
3.2 La divulgación y difusión de la ciencia	88
3.3 Necesidades gráficas a cubrir de dentro de la investigación científica	91
Conclusiones	101
Fuentes.....	105

Introducción

El presente trabajo es el reflejo de un profundo análisis y reflexión acerca del papel del Diseñador gráfico en trabajos diferentes a su propia naturaleza, es decir, el Diseñador gráfico por su formación artística tiene la posibilidad de trabajar en forma conjunta con profesionistas de otras disciplinas, logrando captar todo el bagaje de conocimientos que poseen, transmitiéndolo de forma efectiva y utilizando toda su creatividad para dar paso a nuevas formas de expresión y renovar la manera de dar a conocer todo este nuevo y/o antiguo conocimiento, es por esto que en esa búsqueda de interdisciplinariedad surge una relación entre el científico y el Diseñador gráfico, una de tantas relaciones existentes pero poco analizadas, y surge a partir de un trabajo de investigación realizado en el Instituto de Biología de la UNAM llamado: "EL GÉNERO MARSDENIA EN EL ESTADO DE GUERRERO" a cargo de la M. en C. Verónica Juárez Jaimes, en el cual se llevó a cabo una serie de ilustraciones de este género para apoyar el contenido de la investigación; lo que dio lugar a una serie de pasos y experimentación totalmente nuevos debido a la naturaleza del trabajo que se realizó.

Durante el proceso de ejecución del trabajo surgieron dudas que fueron aclaradas gracias a un Diplomado en Ilustración de la Historia Natural sin el cual no se hubiera tenido una visión completa de lo que se espera del trabajo del Diseñador puesto que la formación del Diseñador es muy diferente a la del Biólogo.

Así pues el presente escrito es la proyección de esa experimentación y la prueba más concluyente de que un Diseñador gráfico es el profesionista más apto para comprender e interpretar de la manera más efectiva el conocimiento científico y plasmarlo gráficamente no en una sino en varias maneras, lo cual es algo que la ciencia, al menos en nuestro país, necesita para ser divulgada y difundida; que pueda llegar hasta los rincones más insospechados, cumpla su objetivo y esté al alcance de todos.



Capítulo 1

Historia de la ilustración científica

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

1.1 Antecedentes de la ilustración científica.

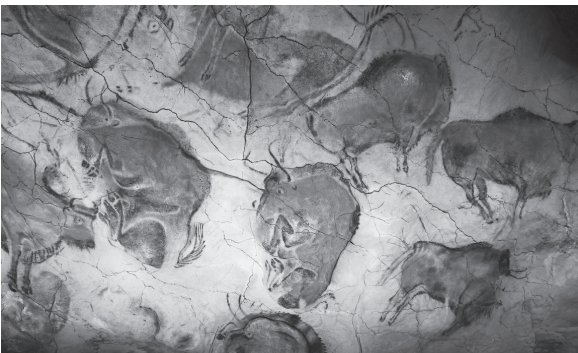
Todo comienza con el origen del dibujo, el cual surgió a través de la necesidad de comunicar al otro información importante, básica para la supervivencia, esto es, a partir de la información que se tenía del animal al que se quería cazar se iban trazando señales en el suelo por el que pasaban, incluso siguiendo las huellas de los mismos animales se iban recopilando datos que les serviría para subsanar sus necesidades básicas de alimentación.

El comienzo de la ilustración científica se sitúa dentro de la historia de la ciencia pues, aunque el arte está emparentado con la ilustración científica, el fin principal de ésta es servir a la ciencia como herramienta de divulgación y difusión.

Los primeros seres humanos en su afán por conocer la naturaleza llegan a ser a grandes observadores de la misma. Los antropólogos han descubierto que los llamados hombres primitivos establecieron vastos esquemas de clasificación como medios de entender y aprovechar los recursos que encontraban en la naturaleza.

De hecho, éste fue el inicio del desarrollo de sus habilidades de observación, lo cual permitió que hicieran descubrimientos los cuales intentaron plasmar en pinturas. Además se afirma que la magia y la religiosidad propiciaron el desarrollo artístico¹ y no sólo funcionó como una manera de representar la naturaleza. De hecho los dones de observación y destreza son las cualidades primordiales necesarias para producir arte.²

Las manifestaciones artísticas primitivas raramente han sobrevivido, como la danza y la música, sin embargo, la pintura ha perdurado a pesar del tiempo, los ejemplos más nombrados son las cuevas de Lascaux en Francia y las de Altamira en España, en las cuales las manifestaciones gráficas más representativas son la fauna que los hombres



Cueva de Altamira

1 Magnier, 1994, p 2

2 Palacio-Pérez, 2010, pag 7

del Paleolítico conocían: caballos, bisontes, cabras, toros salvajes, ciervos, mamuts, renos, osos, felinos, rinocerontes, pájaros y peces, estos dos últimos son casos excepcionales.³

De la misma manera han habido descubrimientos de este tipo en varias partes del mundo, lo cual indica que estas prácticas estuvieron ampliamente distribuidas más de lo que se pensaba.

De esta manera se puede llegar a pensar que la búsqueda de respuestas y el registro de éstas para entender a la naturaleza se da hasta el tiempo de los griegos, siendo considerada Grecia como cuna de la civilización. Sin embargo hay civilizaciones anteriores que florecieron en China, India, Egipto, Mesopotamia, etc. en las cuales se crearon manuscritos que tenían plasmadas observaciones y teorías acerca de los fenómenos biológicos y naturales ligados al lugar donde habitaban; así como de plantas, animales y del mundo natural en general, desgraciadamente estos manuscritos han sido dispersos y hay pocos registros de éstos.

Especial atención merecen los documentos de alquimia, que son los que mayor divulgación han tenido. Estos textos por ser un tanto oscuros en sus investigaciones y por tratar de buscar el elixir de la vida y drogas que proveyeran de salud a los alquimistas, han sido dejados un tanto fuera de lo académico⁴. Aunque su gran sentido de la observación ha permitido una gran acumulación de conocimiento y por consiguiente un entendimiento más cercano y la explicación de los fenómenos naturales.

1.2 Orígenes de la ilustración científica

Como ya se mencionó, Grecia es considerada la cuna de la civilización occidental y es por esto que es de suma importancia mencionarla pues sus descubrimientos y teorías perduraron durante mucho tiempo.

Así es como en el principio del siglo VI, los presocráticos (Tales de Mileto, Anaxímenes, Heráclito, Alcmeon,



De Materia Medica de Dioscórides, réplica árabe



Alquimistas

3 <http://www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/lascaux/es/>
4 Magner, 1994. Cap 1

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

Empédocles, Parménides, etc.) se preocuparon en encontrar las regularidades naturales que ellos creyeron que existían ocultas en los aparentes cambios en el mundo.

Ahora bien después de los presocráticos hubo una nueva fase donde figuraron Sócrates (470-399 a.C.), Platón (429-347 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.) quienes crearon el verdadero centro de la filosofía occidental y cuya influencia en la historia de la ciencia ha sido igualmente profunda. Nos centraremos en Aristóteles principalmente, quien a pesar de ser discípulo de Platón, fue el primero de los filósofos cuyos escritos sobrevivieron en su mayoría y es considerado como el primer gran científico.

Aristóteles desde joven tuvo que aprender los secretos de los *Asclepios* (sacerdotes-médicos al servicio del dios de la Medicina Asclepio) y la teoría y práctica de la medicina hipocrática. Posteriormente se dedicó a las matemáticas abandonándolas por circunstancias ligadas a su mentor Platón, sin embargo siguió con sus investigaciones biológicas y fundó el Liceo en 334 a. C. en Atenas. A pesar de la gran cantidad de material escrito acerca de sus estudios sobre la naturaleza, hay faltantes e incertidumbre con respecto al orden de cómo fueron escritas. Algunos de los textos fueron aparentemente editados por sus colaboradores y en algunos hay notas de los estudiantes que pueden presentar una versión distorsionada de lo que él realmente dijo y pensó. Sin embargo la mayor parte del conocimiento de sus predecesores está basado en lo que Aristóteles dijo.

Todo su trabajo recayó en cuatro grandes divisiones: física, ética y política, lógica y metafísica y biología. Sus escritos de estudios relativos a la biología revelan una remarcable y aguda observación de la naturaleza, se dice que casi una cuarta parte de ellos son esencialmente biológicos de los cuales los más importantes incluyen *Historia Natural de los Animales*, *Sobre las partes de los animales* y *Sobre la reproducción de los animales*. Así mismo Aristóteles para explicar los eventos u objetos naturales o artificiales propuso cuatro factores esenciales para su estudio: el material del cual está hecho el objeto, la forma en

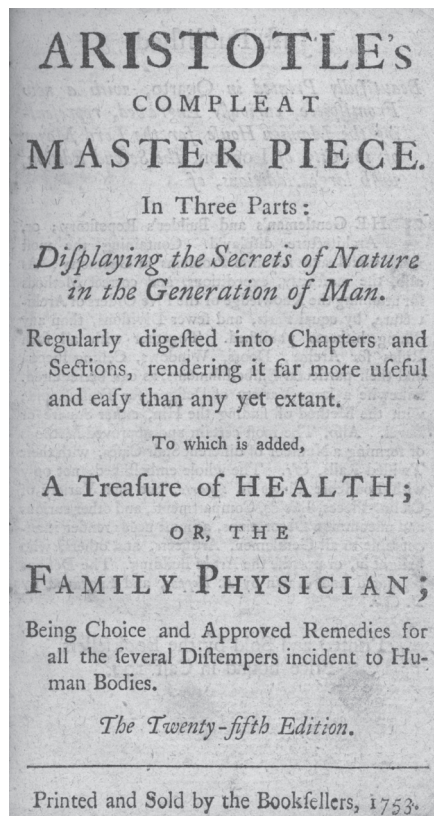
la cual existe, su movimiento o causa dinámica y la causa final.

Para reconocer el valor del estudio de los organismos, Aristóteles inició un fructífero acercamiento de la filosofía y la biología de gran influencia. Además el alcance de su propia investigación y la ampliación de su conocimiento fueron tan extensivos que en un conteo de la historia casi cualquier rama de las ciencias de la vida debieron comenzar con Aristóteles.⁵

1.3 La ilustración científica en la historia.

Como se ha comentado, durante la antigüedad la ciencia se enfocó en sus raíces técnicas o ligadas a la religión. Después se asoció con la noción de sabiduría y los textos que surgieron en esta época fueron escritos en papiro; los historiadores dicen que Ptolomeo V de Alejandría y Eumenes II de Pérgamo estaban en franca rivalidad por el tráfico de este material, al quitarles los romanos su cargamento de papiro los ciudadanos procedieron a hacer pergaminos, lo cual les ayudó a subsanar su necesidad. El pergamino a diferencia del papiro, es elaborado a partir de la piel de res, cabra, carnero u otros animales, el pergamino permitía elaborar láminas resistentes y de enorme consistencia. Estas láminas a su vez eran sujetadas por tiras de piel animal para que no se perdieran. Aún cuando el pergamino era más costoso, se podía escribir de ambos lados, no había necesidad de enrollarlos y desenrollarlos como sucedía con el papiro, de esta manera se evitaba su desgaste en el proceso. Conforme el pergamino fue más usado, el cambio a *códex* (libro en latín), en el siglo IV, fue un aliciente para que los sabios ilustraran los textos pues el pergamino no absorbía el color lo que hacía que las imágenes fueran más brillantes.⁶

Es así que en la Edad Media, a pesar de que fue una época de oscurantismo y de un bajo progreso científico, las tradiciones grecorromanas perduraron y el latín se volvió el lenguaje principal de los sabios. Así mismo los árabes practicaron, comentaron, pensaron y transmitieron



Manuscrito medieval, reproducción de la obra de Aristóteles

5 Magner, 1994, p. 36

6 Strosberg, 2001, p. 178

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Libro de las Horas



Libro de las Horas

la ciencia tomando a la caligrafía y a los textos ilustrados como una forma de arte dominante y convirtiéndola en una herramienta para la ciencia, es por esto que en los territorios que conquistaron tales como España, se desarrollaron grandes centros intelectuales y su obra es muy vasta.⁷

Después del auge de los alquimistas, la cristiandad se convirtió en la fuente primaria de manuscritos en el occidente. Los textos escritos en vitela (piel de vaca o ternera adobada y muy pulida, en particular la que sirve para pintar o escribir en ella⁸) de color púrpura con letras plateadas mostraron que el arte de la miniatura alcanzó un gran nivel en los albores de la Edad Media. El nombre de miniatura se debe al compuesto derivado de la oxidación del plomo llamado *Minium*, que era un pigmento de color rojo a anaranjado que era mezclado con huevo.

Los manuscritos religiosos cuyas páginas eran decoradas suntuosamente con láminas de oro, plata y pigmentos de gran valor eran producidos en los monasterios y gracias a la luminosidad del oro puesto en las miniaturas se les comenzó a llamar textos iluminados. La mayor producción de éstos fue en Irlanda e Inglaterra los cuales fueron prominentes centros intelectuales.⁹

La producción de dichos libros era muy costosa por el proceso que se llevaba a cabo además de los materiales y piedras preciosas que se utilizaban para adornar las ilustraciones. Uno de los más importantes ejemplos de ésta corriente es el libro iluminado *El libro de las Horas* (siglo XV) que fue comisionado por el Duque de Berry en donde las miniaturas son remarcables por su detalle y brillantes colores.

El arte de copiar documentos antiguos, que es como algunos de los grandes trabajos fueron salvados, constituyó el principal esfuerzo científico y artístico de la Edad Media.¹⁰

Es importante mencionar que durante este periodo de

7 Strosberg,2001, p. 35

8 Diccionario de la lengua española, Real Academia Española http://buscon.rae.es/drae/SrvvtConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=vitela

9 Strosberg,2001, p. 179

10 Strosberg,2001, p. 180

tiempo los códices botánicos fueron arrastrando serios problemas de interpretación, pues las miniaturas iluminadas eran copiadas de un manuscrito a otro en una suma sin control de aportaciones estilísticas y personales de los sucesivos copistas, lo que, poco a poco, distorsionaba todo parecido con la imagen de partida.¹¹ Los ilustradores medievales habían aplicado un riguroso esquema racional para la elaboración de sus relatos gráficos, que adoptaba normalmente la forma de un afán de simetría que producía contornos regulares que no sólo perdían toda verosimilitud de líneas y bordes sino que introducían una disposición equilibrada de partes y formas que, por muy satisfactoria que resultara para los hábitos mentales, daba lugar a una interpretación totalmente errónea de la realidad. Lo que los ilustradores ofrecían eran más bien motivos decorativos antes que imágenes informativas.

Sólo cuando los ilustradores, quienes eran grabadores en madera, se unieron a una nueva actitud en lo que respecta a la representación formal de la naturaleza, basada en la observación directa y en los nuevos sistemas de representación, se pudieron llegar a solventar dichos problemas.¹²

Para finales de la Edad Media, los artistas comenzaron a trabajar para un mercado abierto, lo cual se emparejó con una gran especialización por parte de éstos. Se dice que en ese tiempo se les consideraba artesanos pues tenían la tradición medieval de educar a los alumnos desde que estaban pequeños en un taller. Se les asignaban pequeñas tareas como preparar los pigmentos y si se consideraba que tuvieran habilidades para aprender más, se les concedían tareas de mayor responsabilidad, como ayudar a pintar los lienzos bajo la supervisión del maestro. Conforme fueran aprendiendo y siendo más hábiles podrían llegar incluso a tener su propio taller.¹³

La red de intercambio de contactos entre las grandes ciudades garantizó la exportación de arte más allá de las pequeñas regiones en donde se manufacturaban. Esto

11 Martínez, 2004 p. 84

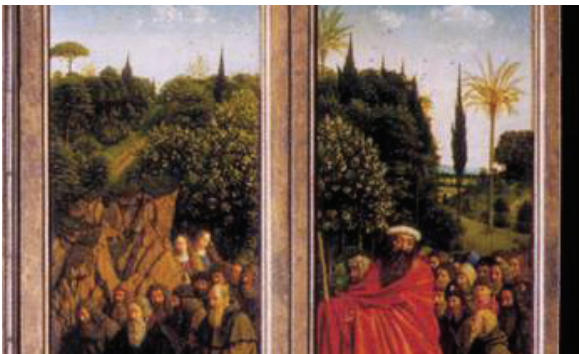
12 Martínez, 2004 p. 86

13 Museo Soumaya, 1996

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



El cordero místico



significó que los artistas debían trabajar cada vez más para el mercado abierto, las comisiones disminuyeron pero para compensar los artesanos se enfocaron en un grupo de clientes menos demandantes y no específicos lo que obviamente tuvo un efecto en el estilo de su arte. Ellos tenían que conocer las demandas de su mercado y la diferenciación de éste los llevaba generalmente al suicidio económico.¹⁴ Este movimiento propició la inmigración y el crecimiento de las ciudades sobre todo del norte de Europa, por ejemplo Brujas, Amberes, Bruselas, Gante y Utrecht. Un movimiento que influyó de manera notable el modo de observar la naturaleza y que marcó el desarrollo de las miniaturas y las obras religiosas fue lo que los historiadores del arte llaman “los primitivos flamencos”. Se considera la base de la escuela flamenca de pintura, encabezada por los hermanos Hubert y Jan Van Eyck (1390-1441). Quienes a su vez fueron influenciados por la delicadeza de Memling (1433-1494), la dramática nobleza de Roger van der Weyden (1399-1464), la cálida humanidad de Hugo van der Goes (1440-1482) y la ascética búsqueda de la pureza de Dirc Bouts (1415-1475).¹⁵

En muchas de sus pinturas los hermanos Van Eyck, sobre todo Jan Van Eyck muestra a la naturaleza como un símbolo de lo divino y en uno de sus más importantes trabajos *El cordero místico*, es tal el nivel de observación, que logró representar efectivamente, según botánicos, 42 tipos de plantas entre ellas la vid, el granado, el saúco, el rosal, la valeriana, el narciso rojo, el tanceto, el sello de Salomón, el alhelí, la fresa Silvestre, la saxifraga, el llantén mayor, la celidoni, el diente de león y el muguete. Todo en esta pintura, hasta los más mínimos detalles, “es representado con una consumada habilidad en la imitación de los materiales y con el manejo de la luz con un gran realce de la ilusión espacial.”¹⁶ “Lo que lleva a pensar que sus obras no son sólo conocimiento sino poesía pintada.”¹⁷ Este realismo es muy admirado por su refinamiento, además llega a ser muy interesante por que en algunos casos los objetos de estas pinturas tienen significados simbólicos u ocultos y no

¹⁴ Zwolle, 2000, p. 236

¹⁵ van de Perre, 1996 p.18

¹⁶ Zwolle, 2000 p. 44

¹⁷ van de Perre, 1996 p. 84

precisamente un interés científico. Además, se dice, que los hermanos Van Eyck fueron los precursores del uso del óleo pues en sus pinturas ya se encuentran rastros del uso de éste.

Los artistas flamencos se sabían poseedores de la técnica y de la habilidad para representar lo que les pidieran con gran maestría, se decía que podían representar tan fielmente la naturaleza como si la vieran a través de un espejo, esto lo demostraron de una manera muy particular al retratarse en todos sus cuadros en algún lugar oculto pero siempre dentro de una superficie que los reflejara tal como un espejo, una armadura, etc.

Se puede decir que en los Países Bajos fue donde estuvo el mayor movimiento y crecimiento de artistas. Por otra parte se hizo evidente la búsqueda de individualidad en los artistas pero ésta estaba puesta severamente en duda. Esto nos lleva a poner los ojos en Alemania, que alcanzó la categoría de gran potencia en la esfera artística, gracias a su proclividad a lo subjetivo y a la individualidad pues los artistas crearon imágenes de devoción (*Andachtsbilder*) que se extendieron por toda Europa. Tal es el caso de Martin Schongauer (alrededor de 1450-1491), grabador y pintor, activo en Colmar, Alsace, Fr.; quien fue en su tiempo probablemente el más famoso artista y también fue gran influencia para Alberto Durero. Schongauer en sus láminas, generalmente de temas religiosos, dio una nueva riqueza y madurez al grabado por su poderosa imaginación, expandiendo el rango de tonos y texturas y la gracia y belleza en su trabajo se volvieron legendarias.¹⁸

Como se ha mencionado Alberto Durero (1471-1528) tuvo la influencia de Schongauer, sin embargo, se puede decir que Durero fue uno de los grabadores en cobre y xilógrafo más reconocido de todos los tiempos pues instauró un nuevo canon de perfección gráfica que duró más de un siglo y así se convirtió también en modelo para nuevos grabadores de toda Europa, el cual plasmó en el libro *Lecciones sobre medidas* su experiencia



Andachtsbilder



Die Madonna im Rosenhag



Das große Rasenstück

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

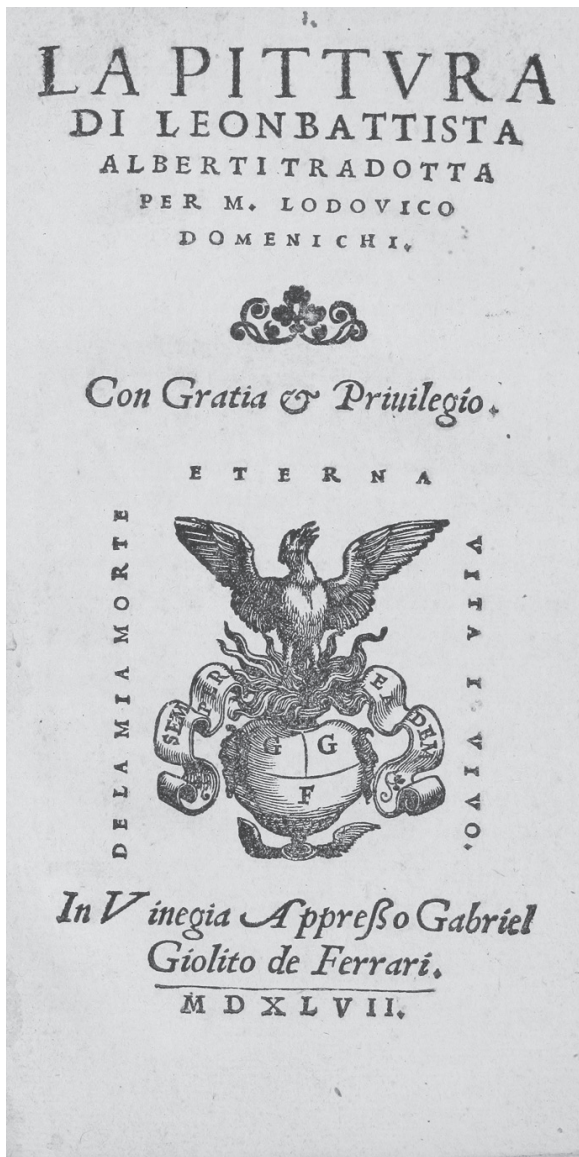
artesanal, llegando su influencia incluso hasta Persia.¹⁹

Sin duda algunos de los artistas más prolíficos en cuanto a realismo y grabado se refiere fueron holandeses y alemanes, cabe mencionar que los mejores grabadores del siglo XV no procedían de la pintura ni de la ilustración de libros, eran orfebres que aplicaban su vieja técnica al nuevo cometido de obtener impresiones sobre papel en vez de diseños sobre metal.²⁰ Por lo cual se decía que no eran artistas sino artesanos.

Aún cuando esto pasaba todavía los primeros herbarios ilustrados salidos de las imprentas, como el *Herbarium* de Lucius Apuleius impreso en Roma hacia 1438 con 132 ilustraciones en madera al hilo, no son sino una tosca imitación de algún códice en el que apenas cabe apreciar los rasgos de fidelidad con el modelo natural.²¹

Lo que propició un vuelco en las artes en general, fue el descubrimiento de la perspectiva por los maestros italianos. En un principio por Filippo Brunelleschi (1377-1446) arquitecto y pintor florentino que comenzó su carrera como escultor y quien desarrolló la perspectiva desde un sólo punto, descubrió la técnica de la perspectiva mientras trataba de dibujar con precisión la apariencia de la arquitectura antigua.²²

A él se sumó León Battista Alberti (1406-1472) arquitecto apasionado de las matemáticas y la música, escribió un tratado de diez volúmenes basado en el trabajo de Vitruvio. Al principio, sus intereses se centraron especialmente en la pintura, la escultura y el estudio de la perspectiva, su influencia decisiva debió ser la que, sobre él ejerciera Brunelleschi. Se dedicó a la práctica de la pintura, a hacer experimentos de óptica, y a estudiar lo que quedaba de la arquitectura romana. Alberti quiso dominar las nuevas concepciones; y un ejemplo de ello se encuentra en su *De pictura*, el primer tratado moderno existente sobre pintura, excepcional porque incorporaba la teoría de la perspectiva de punto fijo, planteada desde un punto



De pictura

¹⁹ Panofsky, 1955 p.32

²⁰ Panofsky, 1955 p.32

²¹ Martínez, 2004 p. 84

²² Strosberg, 2001, p. 70

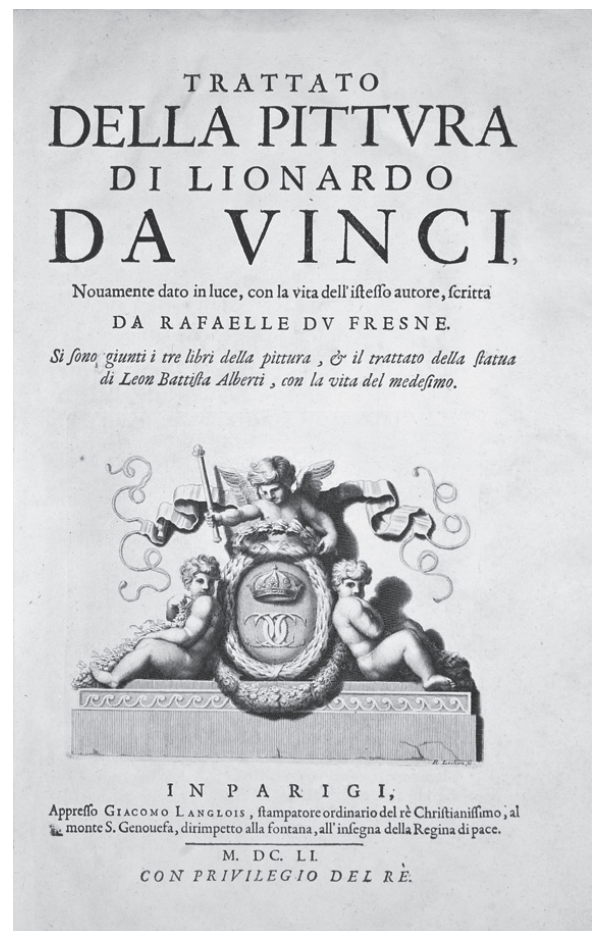
de vista matemático, desarrollado a partir de los experimentos de Brunelleschi y los suyos propios, y porque en sus consejos sobre el contenido, la composición, el color, etc, se fundamentará toda la práctica de la pintura renacentista. Sin embargo, su interés por las artes plásticas no era puramente práctico, sino también estético, evidenciando una estética esencialmente matemática: creía en la existencia de proporciones ideales innatas en la naturaleza y, en particular, en el cuerpo humano.

Para Alberti entonces el arte ya no es una simple representación de la realidad, es la imitación de la belleza escondida en la naturaleza mediante relaciones espaciales visualmente correctas; es decir, compuestas desde el punto de vista de la matemática y de la óptica. Elevó la pintura a nivel de una actividad humanista, ensalzó el status del artista en relación consigo mismo y con la sociedad; de artesano que fue, se convirtió en el observador erudito que recrea e interpreta a la naturaleza.²³

En los inicios del Renacimiento, la única vía posible para abrir el libro de la Naturaleza al conocimiento público requería (paradójicamente) una previa codificación de los datos en forma de ecuaciones, diagramas, modelos y planos cada vez más sofisticados²⁴, tal es el caso del célebre Leonardo Da Vinci (1452-1519) quien aparte de todos los inventos que creó, realizó estudios de anatomía humana muy detallados y grabó sus descubrimientos en dibujos a lápiz de la más alta calidad. Cabe mencionar que la mayoría de su trabajo fue realizado a través de la disección de cadáveres humanos. Él diseccionó más de 30 cuerpos, hasta que el Papa Leo X le prohibió la entrada a las cámaras mortuarias en Roma. Entre las estructuras más importantes que tomó como objeto de estudio está el corazón, al cual reconoció como un órgano muscular, además de que hizo numerosos descubrimientos respecto a él que estaban adelantadas a su tiempo. Así mismo los estudios de Leonardo de la vida de las plantas y de los fenómenos naturales fueron igualmente detallados y hechos con mucho cuidado.²⁵



Ornithogalum (Star of Bethlehem) Leonardo Da Vinci



Trattato della pittura



Caltha palustris & Anemone nemorosa - Leonardo Da Vinci

²³ Rovira & Muntada, 1998, p. 12-13

²⁴ Martínez, 2004, p. 82

²⁵ Ford, 1992, p. 35

A partir del renacimiento y gracias a que hubieron pedidos más grandes de pinturas, el artesano consiguió subir de categoría a la de artista intelectual pues, como se mencionó anteriormente, los artesanos tenían una educación más práctica que teórica.

Cabe mencionar la diferencia entre la pintura de Durero y Da Vinci siendo contemporáneos y teniendo ese interés de retratar la naturaleza, es, por una parte, Durero estaba interesado en retratarla tal como era, Da Vinci por su parte estaba más preocupado por entender el movimiento natural de las cosas y así plasmarlas de una manera más gestual. A pesar de estas diferencias la obra de los dos ha trascendido en el tiempo gracias a su interés y observación de la naturaleza.

En otros campos como el de la botánica, las nuevas herramientas que ofrecen los sistemas normalizados de trabajo de la matriz calcográfica a partir de mediados del siglo XVI, unidos al propio fenómeno de la imprenta, supondrán un enorme avance sobre sus antecedentes así como el uso de la cámara oscura. El interés por las aplicaciones medicinales y culinarias de las plantas había hecho que las denominadas historias naturales y herbarios constituyeran la sección bibliográfica de mayor tradición ilustradora arriba al Renacimiento desde la Edad Media, al menos en lo que compete al ámbito del conocimiento científico.²⁶

La alquimia como se mencionó antes, proveyó de grandes conocimientos a la ciencia gracias a la experimentación de quienes la practicaban, uno de los más importantes fue Aureolus Theophrastus Phillipus Bombastus von Hohenheim conocido como Paracelso (1493-1541), físico suizo, profesor en medicina y padre de la farmacología²⁷ quien cambió el énfasis de convertir materiales en oro a crear medicinas y el cual fue admirado por generaciones de intelectuales, pintores y poetas²⁸.

En 1517 se desató una tormenta cuando Martín Lutero (1483-1546) fija las *Noventa y cinco tesis* en las puertas de la iglesia en

26 Martínez, 2004 p. 82

27 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1014612/?page=1>

28 Strosberg, 2001 p.75

el castillo de Wittenberg, en las cuales hace una dura crítica a la iglesia católica y sus métodos. Como consecuencia de algunos de sus postulados fundamentales (la libre interpretación de las Escrituras y el sacerdocio universal de los creyentes) el protestantismo fomentó el desarrollo de la racionalidad y la subjetividad del hombre moderno; ya fuera en el campo religioso o en el filosófico, el sujeto pasó a constituirse el centro de la dinámica. Es en este tiempo cuando el hombre comienza a re-descubrirse, a ejercer esas facultades de su espíritu que por siglos habían sido desplazadas en aras de la cosmovisión medieval, y principalmente a concebirse como un individuo.²⁹

Este movimiento tuvo un profundo impacto en la vida cotidiana pues cambió radicalmente como se había concebido durante tantos años; por obvias razones el movimiento de reforma influyó notablemente en el pensamiento de los artistas y científicos, además que provocó un gran éxodo de éstos a otros países, por ejemplo hubieron artistas que huyeron de Alemania y los Países bajos hacia Italia, España y Escandinavia.

La Reforma creó una verdadera guerra económica con toda clase de productos manufacturados y vendidos en grandes cantidades, esto ocasionó que a los católicos se les prohibiera seguir prestando sus servicios en público. Así como la nueva fé se fue instaurando entre 1573 y 1580 las iglesias del norte de Europa fueron despojadas de sus trabajos de arte y decoración y dejaron de ser fabricados retablos. La iglesia dejó de ser el mayor patrón que encargara obras de arte aunque en el sur hubo una restauración de los principios católicos.

Sin embargo, las décadas de 1530 y 1540 deben ser consideradas como un periodo dorado en la publicación de trabajos concernientes a la botánica. Como ejemplo está *Herbarum vivae eicones* de Otto von Brunfels, editado en Estrasburgo en 1530, el cual reunía las ilustraciones de Hans Weiditz (seguidor de los métodos que utilizaba Durero) que eran realmente vívidas, tanto así que en algunas de éstas hasta llegó a retratar exactamente las hojas marchitas y dañadas por los insectos, tal



Herbarium Vivae Eicones

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

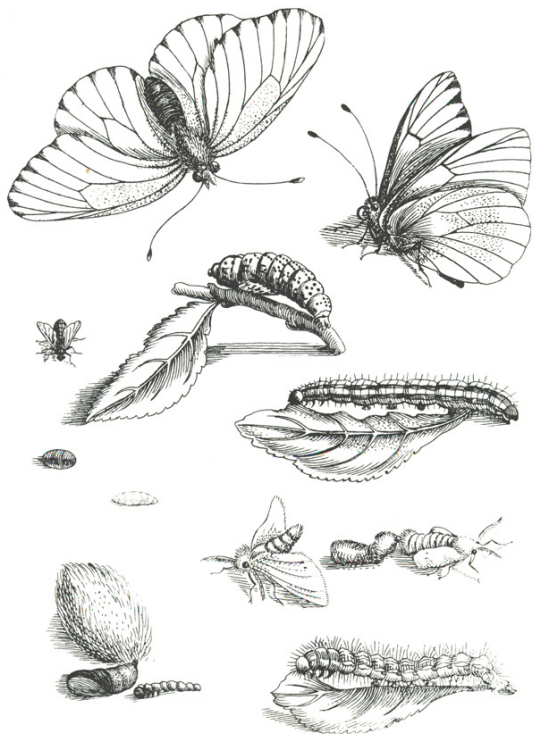
y como aparecían en los especímenes de los cuales él trabajó.³⁰

Aún durante el periodo de escasez de la producción artística por las revueltas en el norte, dicha producción, se recobró rápidamente en los años siguientes a 1600.

En esta época nació la que sería una de las mejores naturalistas e ilustradoras de su tiempo Maria Sibylla Merian (1647-1717). Fascinada desde su niñez por el ciclo de vida de las mariposas, hizo un estudio acerca de sus transformaciones y se convirtió en una de las pioneras de la entomología pudiendo retratar no sólo a las mariposas si no sus diferentes estadios y las plantas e insectos que formaban parte del ecosistema en el que se desarrollaban. En su viaje a Surinam en 1699, logró reunir una gran cantidad de material para publicar en 1705 el libro *Metamorphosis insectorum Surinamensium* describiendo el ciclo de vida de los insectos de la región, siendo uno de los primeros y más importantes trabajos descriptivos de esa región.

Tomó un tiempo antes de que el realismo que era tan típico del arte alemán del siglo XVII ganará trascendencia. Al principio, a finales del siglo XVI, los artistas emplearon un estilo internacional basado en el arte italiano que había ejercido su influencia incluso antes que el arte iconoclasta. Gracias a que un gran número de artistas alemanes habían acabado sus estudios en Italia su trabajo tenía una marcada inclinación hacia el estilo italiano.³¹

A esto siguió una exagerada representación de todos los detalles y particularidades en la representación de plantas. Se puede decir que la aparición de esta forma de naturalismo por exceso aplicado al conocimiento, encuentra su lógica en la inexistencia de un sistema de clasificación botánica, por lo que el método de representación que ofrecía más garantías, seguía siendo el mimético utilizado por el arte. Brunfels es seguido por el suizo Leonhart Fuchs que en 1542, en Basilea presenta el aún hoy canónico herbario de *De stirpium historia...*, elaborado siguiendo un primitivo patrón de clasificación científica gracias al cual en las ilustraciones se seleccionaba



Der Raupe, der Puppe und der Schmetterling - Maria Sibylla Merian

³⁰ Baigrie, 1996, p. 18

³¹ Zwolle, 2000, p.200

y recogía el carácter particular de cada registro visual.³²

Aún con esto, la intención de reproducir plantas reales de la forma más analógica posible, no dejaría de seguir siendo el objetivo de muchos proyectos editoriales. Con la intención de dejar a un lado las idealizaciones o interpretaciones estilísticas un tanto contaminante del ilustrador, se desarrollaron métodos tan singulares como el uso de ejemplares prensados y, a partir de ellos, y con ayuda del pantógrafo para trasladar directamente todas las líneas y formas de las plantas a las planchas de cobre para ser grabados posteriormente mediante el baño ácido. Con éste método se prescindía del dibujante y del grabador, ofreciendo a la imagen, un acabado exacto pero impersonal. De hecho este proceso fue desarrollado por Fabio Colonna en su *Phytobasanos* de 1592 obra en la que se encuentran las primeras ilustraciones botánicas realizadas al aguafuerte, incorporación técnica que supuso un notable incremento en la riqueza de detalles frente a los grabados en madera o buriles calcográficos previos.³³

Otro italiano que contribuyó a los registros que de la naturaleza se hicieron fue Ulisse Aldrovandi (1522-1605) quien fue el primer director del Jardín Botánico de Bologna. Compiló una enciclopedia de la historia natural de 14 volúmenes, de los cuales los tres primeros se trataron de pájaros, el siguiente de insectos y aparecieron cuando él estaba aún vivo. Los siguientes 10 volúmenes fueron editados y publicados durante los siguientes 50 años a su muerte. Sus ilustraciones fueron de alta calidad pues a él, en particular, le gustaba agregar detalles anatómicos de sus especímenes. Aldrovandi amasó una gran colección de especímenes durante 40 años, la cual cedió al gobierno de Bologna con la promesa de recuperar al 100% el costo de la misma colección.³⁴

Hubo varios intentos por crear una clasificación de los seres vivos, sin embargo, uno de esos intentos logró trascender en el tiempo gracias al trabajo en conjunto del ilustrador Georg



Phytobasanos

32 Martínez, 2004, p. 86

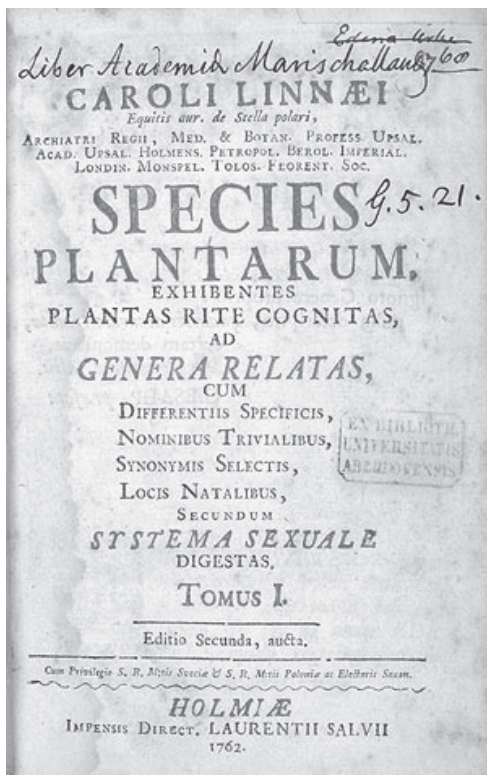
33 Martínez, 2004, p. 87-89

34 Ford, 1992, p. 61



Musa paradisiaca L. - J. Redouté

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

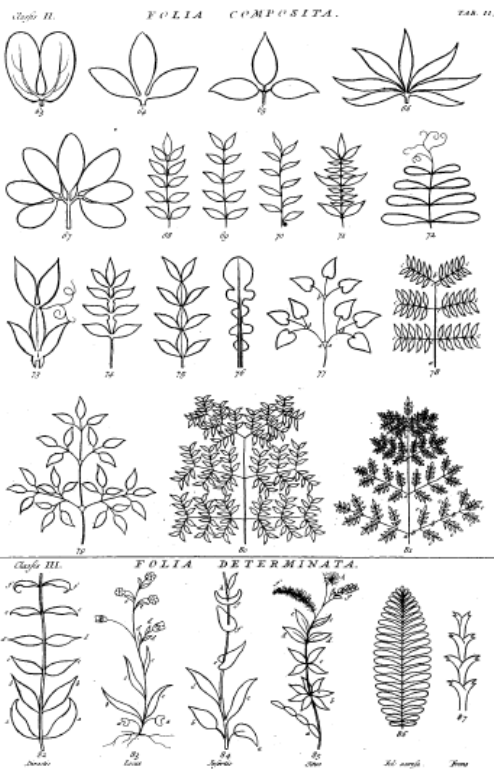


Species Plantarum

Dionysius Ehret, el grabador Jan Wandelaar y el naturalista sueco, Carolus Linnaeus* (1707-1778) quienes al servicio de George Clifford publicaron un libro de flora llamado *Hortus Cliffortianus* (El jardín de Clifford).³⁵ Este libro proveyó a Linneo con las bases prácticas para sus publicaciones subsecuentes de nomenclatura botánica, clasificación, descripción e ilustración como *Systema Naturae* (1735), *Genera Plantarum* (1737) y *Species Plantarum* (1753). Este sistema de nomenclatura marcó profundamente el desarrollo de la botánica y permanece como base para la taxonomía moderna.³⁶

Linneo como buen naturalista requirió más que de sus sentidos, de una buena memoria, la habilidad de analizar y sintetizar impresiones así como la paciencia y el talento para extraer lo más básico de los especímenes de entre el total de sus partes. Se puede decir que era extremadamente selectivo y sólo alguien como él que había examinado cientos de especímenes diferentes estaba calificado para distinguir especies genuinas de meras variedades.³⁷

Después del trabajo de Linneo, tal vez el más famoso artista botánico fue el belga Pierre-Joseph Redouté (1759-1840). Sus primeras ilustraciones aparecieron en *Stirpes Novae aut Minus Cognitae* (1784-1785) de Charles Louis l'Héritier de Brutelle y algunas fueron impresas a color. L'Héritier fue una continua influencia en Redouté en 1786 cuando estaban trabajando en una colección de plantas provenientes de las colonias españolas, el embajador español los llamó sin haber terminado el trabajo, lo cual indicaba la gran urgencia que tenía dicho personaje por conseguir que Redouté trabajara para él. Llegaron a Londres y quedaron bajo el cuidado de Sir Joseph Banks, ahí conoció a muchos artistas y botánicos; poco después se convirtió en pintor del Gabinete de Colecciones de María Antonieta. Redouté continuó su trabajo y produjo algunas de las más impresionantes imágenes en botánica para autores incluyendo Augustin de Candolle y Phillippe la Payrouse. Sus *Liliacées* (Paris



Hortus Cliffortianus

³⁵ Danston, 2007, p. 55

³⁶ Ford, 1992, p. 94

³⁷ Danston, 2007 p. 59

1802-1816) es tal vez el más grande trabajo botánico de todos.³⁸

Así mismo se trató de poner en orden el conocimiento alfabéticamente, esto es en lo que Denis Diderot trabajó durante casi 30 años con sus colegas, llegando a una compilación llamada *Diccionario Razonado de Ciencias, de Artes y de Materias* llamado comúnmente *Enciclopedia*, dentro de la cual se hallaban la escuela de ilustración y grabado, y se dictaban los parámetros para su enseñanza.

En este mismo siglo hubo una producción de atlas muy significativa. El atlas es un compendio de imágenes que en un principio su función primaria era estandarizar la forma visual de los objetos. Y sirvieron no sólo para este propósito sino también como una fuente de información o distribución pública para la comunidad científica.

La manera de ilustrar fue cambiando y los naturalistas, como ya se mencionó, trabajaban en conjunto con artistas para poder plasmar lo que observaban. De hecho se dice que había un "sueño del naturalista ilustrado" que era que el artista entendiera la manera de ver del naturalista y lograra plasmar lo que él quería y su mano se guiara a través de los ojos del naturalista aún sin la supervisión de éste.

Así mismo, apareció la litografía, ancestro de lo que hoy conocemos como "offset" y fue inventado por Alois Senefelder (1771-1874) en Alemania durante 1797. Este tipo de impresión tiene como característica la presencia de sustancias oléasas. El área de la imagen a imprimir está hecha de cera sobre piedra o rodillo para atraer la tinta, mientras las áreas que no se quieren imprimir están empapadas en agua para repeler la tinta. El primer libro conteniendo ilustraciones de plantas e impreso en litografía fue *Series de treinta estudios de la naturaleza* (1812) de Rudolph Ackermann. De hecho hubieron libros de excelente calidad impresos en litografía como los hechos por Sir William Hooker y su hijo Sir Joseph Dalton Hooker, quienes llegaron a

**RECUEIL
DE PLANCHES,
SUR
LES SCIENCES,
LES ARTS LIBÉRAUX,
ET
LES ARTS MÉCANIQUES,
AVEC LEUR EXPLICATION.**

SECONDE LIVRAISON, EN DEUX PARTIES.

SECONDE PARTIE. 201 Planches.

S. D.
e. 8.



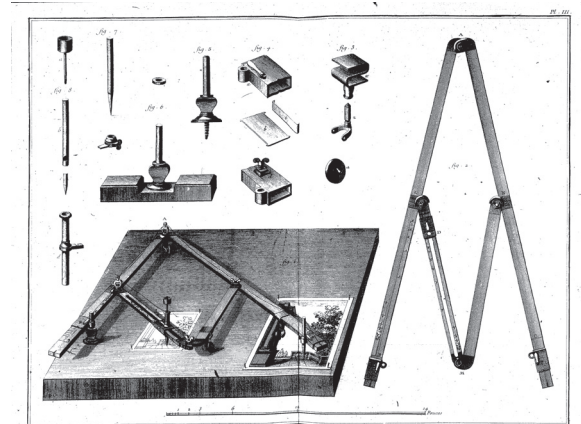
A PARIS,

Chez { B R I A S S O N , rue Saint Jacques , à la Science.
D A V I D , rue & vis-à-vis la Grille des Mathurins.
L E B R E T O N , Imprimeur ordinaire du Roy , rue de la Harpe.
D U R A N D , rue du Foin , vis-à-vis la petite Porte des Mathurins.

M. D C C . L X I I I .

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

Encyclopedie



DESSEIN. Perspective.

Encyclopedie: Dessin

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Victoria regia - J. D. Hooker



Rhododendron argenteum J.D. Hooker



Victoria regia - J. D. Hooker

ser directores del Jardín Botánico en Kew, que sigue siendo un centro de estudio de la botánica hasta nuestros días.³⁹

Producto de los viajes de colonización surgieron los viajes de exploración que empezaron desde el siglo XVII pero tardó tiempo para que los naturalistas pudieran describir la flora y fauna que fue descubierta y estas imágenes eran casi siempre más parecidas a la realidad que a los especímenes secos de herbario.⁴⁰

Los muchos viajes a la India del antes mencionado J.D. Hooker, propiciaron la creación de cientos de magníficos dibujos en los que se plasmó todo el conocimiento adquirido por sus expediciones; estos dibujos fueron hechos por artistas indios durante la primera parte del siglo XIX bajo la dirección de botánicos ingleses. Los chinos, a su vez, lograron hacer algunos trabajos, sin embargo, no lograron alcanzar la delicadeza y precisión de los artistas indios.⁴¹

En Australia, el primer botánico fue Sir Ferdinand Jakob Heinrich von Müller, de origen alemán, que escribió varios trabajos de flora, entre ellos, *Plantas indígenas de la colonia de Victoria* y sobre fósiles en ese continente.

El sur de África probó ser una inesperada fuente de inspiración para los ilustradores de flora, ya que se combinó la riqueza de material botánico y la riqueza de las minas de oro y diamantes que se hallaron en el continente. Gracias a esto, se pudieron soportar los costos de impresión para publicar las ilustraciones, puesto que los nuevos métodos de impresión al tener mejor calidad requerían costos más elevados. De hecho, una de estas publicaciones fue la *Botanical Magazine* publicada por William Curtis (1746-1799) el 1 de febrero de 1787, que se sigue publicando hasta la fecha.⁴²

En América, John James Audubon, nacido en Haití (1785-1851), fue por más de una década el más destacado artista interesado en la fauna de Estados Unidos, país al que llegó cuando tenía 18

39 Ford, 1992, p. 103

40 Danston & Galison, 2007 p. 55

41 Blunt, 1950, p. 167

42 Ford, 1992 p. 108

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

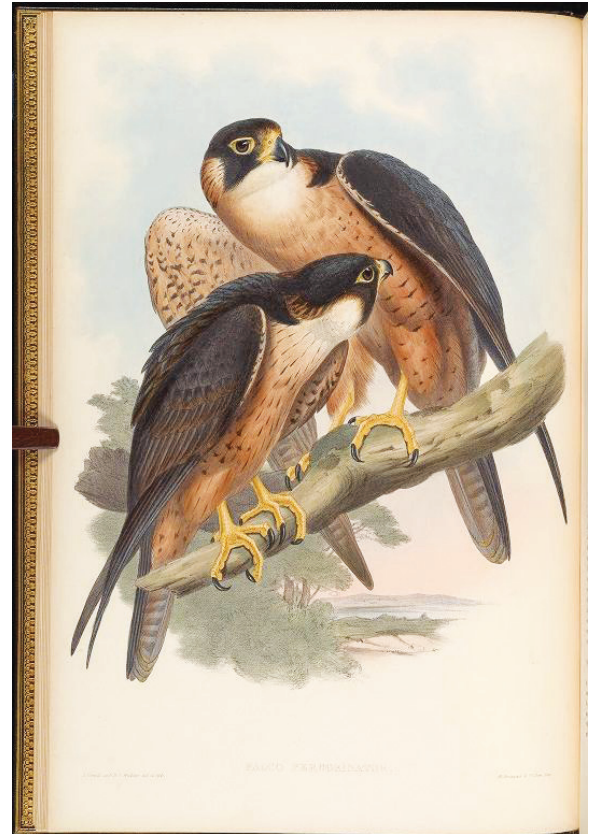


Great blue Heron - J.J. Audubon

años. Aunque no fue el primero en tratar de describir y pintar todos los pájaros en América, su trabajo más destacado fue la colección *Birds of America* de 435 ilustraciones de tamaño real la cual fue impresa por última vez en 1838, la cual le trajo fama y dio pie para que realizara "Viviparous Quadrupeds of north America" en 1843, trabajo que fue completado por sus hijos. Algo notable fue que en sus ilustraciones, Audubon, no sólo retrataba el espécimen sino el hábitat, el nido, el dimorfismo sexual, etc., lo cual ayudó a conocer un poco más acerca de los animales que él ilustró. Su trabajo inspiró la creación de la Asociación Nacional Audubon que hasta la fecha se dedica a la conservación de la avifauna en E.U. y América.⁴³

John Gould (1804-1881) es probablemente el más famoso ornitólogo británico, contemporáneo de John James Audubon, quien logró reunir un excelente grupo de ilustradores entre los cuales se encontraba su esposa Elizabeth Coxen. Gould estuvo detrás de la creación de 2999 litografías coloreadas a mano de diferentes especies de animales pero sobre todo de aves que reunió en sus diferentes publicaciones tales como *The Birds of Asia*, *The Birds of Great Britain*, *The Birds of Europe*, *The Birds of Australia*, *The Birds of New Guinea*, *A Monograph of the Trochilidae or Family of Humming-Birds*, *A Monograph of Ramphastidae or Family of Toucans*, *A Monograph of the Trogonidae or family of Trogons*, y *A Century of Birds hitherto unfigured from the Himalaya Mountains*.

Se dice que Gould hacía los bocetos originales para todas las ilustraciones sin embargo fueron los ilustradores Elizabeth Gould, antes mencionada, Edward Lear, Joseph Wolf, William Hart, and Henry Constantine Richter quienes hicieron el coloreado y litografía de todas las placas⁴⁴. Sus ilustraciones son muy apreciadas por su belleza en especial las que retrataban colibríes pues intentó reproducir su iridiscencia agregando una capa de oro o plata bajo una capa de acuarela para plasmar su belleza natural. Se puede incluso decir que su trabajo fue parte importante en los avances que hizo Charles Darwin en las islas Galápagos pues



Falco peregrinator - John Gould

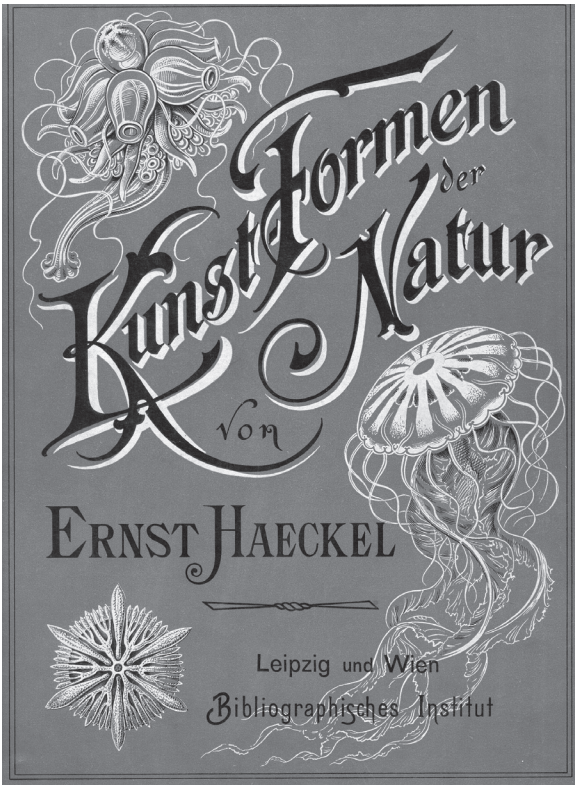


Geospiza parvula - John Gould

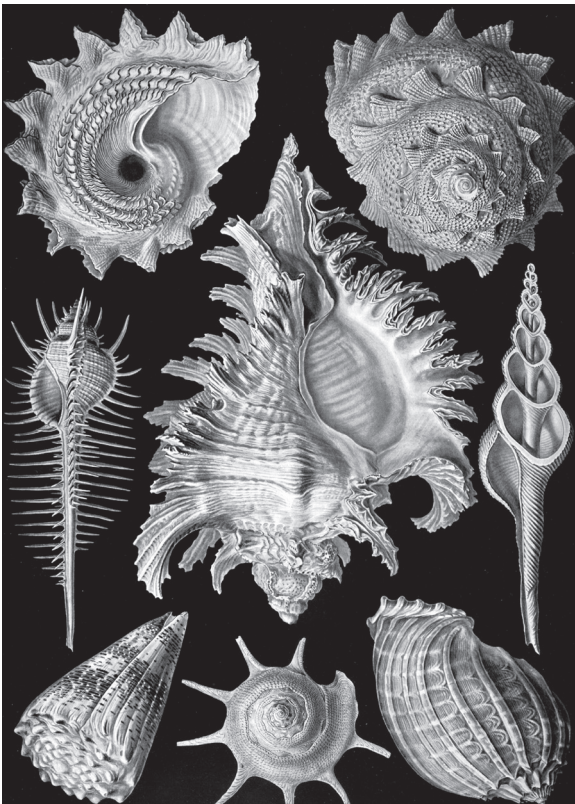
⁴³ <http://www.audubon.org/about-us>

⁴⁴ Stephens, Australian Museum, 2009

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Kunstformen der Nature



Prosobranchia - Ernst Haeckel

ilustró varias especies que éste último observó en su viaje.

Con el descubrimiento de la fotografía en 1839 muchos botánicos llevaron su mirada hacia una nueva manera de capturar una imagen de la naturaleza sin la intervención de la mano humana. Algunos autores de tratados acerca de la aplicación de la fotografía en las ciencias intentaron persuadir a los botánicos y a otros naturalistas a usar la cámara para capturar los cientos de detalles, tales como las nervaduras de las hojas o estructuras muy pequeñas. Decían que así se obtenía una imagen de rigurosa exactitud la cual se obtenía muy difícilmente con el trabajo de un artista quien siempre tenía ánimos de corregir la naturaleza. Sin embargo, aún los más entusiastas reconocieron que la fotografía jamás reemplazaría los dibujos en la botánica. Las floras ilustradas con fotografías no representan en muchos casos los caracteres de las especies en su totalidad.

Así mismo, se planteó la idea de que ninguna imagen incluyendo la fotografía podía competir con un ejemplar de herbario, es así como se crea la tradición de elegir el espécimen correcto para describir las especies. De esta manera el botánico estaría en estrecha comunicación y vigilando cuidadosamente el trabajo del artesano para que en su dibujo expresara exactamente las partes características de la planta.⁴⁵

A pesar del apego de los científicos a la objetividad algunos consideraron importante la belleza de los especímenes y valoraron estéticamente su geometría es así como surge en 1904 *Kunstformen der Natur* (Obras de arte de la Naturaleza) del biólogo Ernst Haeckel, seguidor de Charles Darwin. En este libro aparecen una serie de litografías ilustrando bellamente organismos como distintos tipos medusas, anémonas, ammonites, murciélagos, mariposas, plantas, antílopes, entre otros. Es importante recalcar que Haeckel ilustraría a estos especímenes basándose en la geometría, lo que refleja su sentir respecto a la naturaleza.

45

Danston & Galison, 2007, p. 109

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Orchidaceae - Ernst Haeckel

La belleza de la obra ayudaría a afianzar las teorías de Darwin en Alemania y Europa central, ya que Haeckel ordenaría los organismos representándolos en un orden simétrico y relacionado entre sí, haciendo de esta manera evidente tanto parentescos en especies relacionadas como similitudes evolutivas en especies no relacionadas que comparten un medio similar.

A finales del siglo XIX Francia daría a luz a una excepcional ilustradora, Suzanne Davit (1897-1973) Sus inicios fueron en la Academia Colarossi donde también estudiaron algunos de los más afamados artistas de París como Camille Claudel, Amedeo Modigliani, entre otros, sin embargo su interés sería guiado hacia la ilustración científica al llegar a Barcelona al Instituto Botánico de esa ciudad. Su trabajo es de sumo valor pues al combinar su formación y talento como pintora y el valor científico de sus obras el resultado final es un deleite para los ojos.

En 1910 el Congreso Interamericano de Botánica, en Bruselas, aceptó la estabilización de la nomenclatura, fijaron el nombre de la especie a un espécimen llamado "holotipo" usualmente el primer espécimen encontrado por el descubridor o autor de la nueva especie. Este espécimen no necesitaba ser típico de la especie que representa pero es el motivo de nuevas preguntas acerca de la definición de la especie. Los holotipos han sido preservados con mucho cuidado, especialmente etiquetados y almacenados en la mayoría de herbarios del mundo. Así mismo los "tipos" se refieren al ideal o el hallazgo típico de la especie. Es en este ámbito donde la fotografía ganaría mayor relevancia, en la preservación de los tipos y holotipos.⁴⁶

La fotografía para ilustrar especímenes encaja en un sistema de representación centrado en un único punto de vista, el del espectador y se le llega a dar un papel documental y testimonial, estableciéndose así una relación directa entre registro fotográfico y verdad empírica, por lo cual se le confiere a este medio el más alto valor de fidelidad con la realidad visual hecha posible por medios técnicos.⁴⁷ Sin embargo en algunos de los trabajos de investigación antiguos que utilizaron la fotografía a



Suzanne Davit



Holotipo Marsdenia callosa (MEXU)

46 Danston & Galison, 2007 p. 111

47 Martínez, 2004, p. 90

manera de ilustración se vieron influenciadas por ideologías como es el caso de su aplicación psiquiátrica fuertemente condicionada por prejuicios racistas, étnicos y culturales.⁴⁸

Otro problema con la fotografía radica en su limitada profundidad de campo en los casos en los que se requiere estricta, detallada y minuciosa descripción como es el caso de la anatomía y la botánica, ya que contiene mucha información en crudo y puede conducir a una confusión de los elementos que se quieren estudiar, además desde el principio de su invención se podían realizar retoques que afectaran la veracidad del contenido, por el contrario con la tradicional ilustración científica basada en el dibujo puede ostentar un mayor y más penetrante índice de visualidad que con los medios de registro fotográfico, al menos en los efectos de conocimiento descriptivo de la realidad.⁴⁹

Los nuevos métodos tecnológicos de registro desde mediados del siglo XX han permitido conocer nuevos horizontes de realidad y conocimiento tal como sucede con la radiografía, la ecografía, la resonancia magnética, la tomografía, la termografía, las imágenes satelitales, etc.

El avance tecnológico también ha impactado a la fotografía, pues con los nuevos programas de tratamiento de la imagen se permite seleccionar, modificar, destacar, cortar, pegar y hacer un sinnúmero de operaciones para resaltar ciertas características de la fotografía.

48 Martínez, 2004, p. 90

49 Martínez, 2004, p. 92

1.4 La ilustración en México

La ciencia mexicana se desarrolló, antes de la llegada de los europeos, en una tradición de observación y experimentación de los fenómenos naturales la cual fue transmitida por generaciones en una forma oral y plasmada en códices.

Después de la llegada de los españoles América la manera de hacer ciencia, como la venían haciendo los indígenas, cambió radicalmente y se impusieron los lineamientos regidos por la ciencia europea. Los exploradores del “nuevo” continente creyeron en principio que la fauna y la flora eran una prolongación de lo que ellos vieron en Europa o una variación de lo que ya conocían, transformado por el clima y su situación geográfica y se les llegó a llamar con nombres conocidos. Esto favoreció una falsa clasificación, que hasta mucho tiempo después (casi tres siglos) se percataron de que eran especies diferentes a las ya conocidas y se trató de clasificarlos correctamente.

Durante los siglos XVI y XVII la zoología como una disciplina independiente, fue menos popular que la botánica y solo algunos cuantos científicos hicieron grandes obras zoológicas equiparables con las que los botánicos llevaron a cabo.⁵⁰

Uno de los más importantes códices hechos después de la conquista, fue el De la Cruz-Badiano o también llamado *Libellus de medicinalibus indorum herbi* de 1552, que fue proyectado por el franciscano Jacobo del Grado como un obsequio para el rey de España, esto para reanudar la subvención económica que se había suspendido debido a una carta escrita por Gerónimo López, regidor perpetuo de la Ciudad de México, al emperador español quejándose de la enseñanza de latín, encuadernación de libros, para tocar instrumentos musicales y conocimientos de gramática que se le daba a los “indios” en el Colegio de la Santa Cruz en Tlatelolco.

Aunada a esta carta hubo una epidemia de *cocoliztle*



Códice Badiano



Códice Badiano

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Historia Natural de las Indias



Myroxylon toulifera - Fernández de Oviedo

que sumió al Colegio en la miseria, así que urgía recordar al rey la importancia que el apoyo económico estaba destinado a buena causa. Se dice que de esta manera surgió un manuscrito latino con ilustraciones coloreadas, caligrafía profesional, el contenido ordenado de acuerdo a la nomenclatura médica europea del siglo XVI⁵¹, donde se observa la cosmovisión de los indígenas en la relación que hacían de los padecimientos con sus creencias, como el que las enfermedades de los pies correspondían al inframundo, mientras que las del pecho, corazón o la cabeza al cielo.

Cada planta y cada tratamiento tiene que ver con la forma en que se percibía el universo mexica. Confeccionado por el *ticitl* (médico) Martín de la Cruz, y el *tlacuilo*⁵² (escribano) Juan Badiano consta de 13 capítulos, cifra que también corresponde al mismo número de cielos de la cosmovisión mexica, además de incluir recetas dedicadas a los dioses aztecas, como Tláloc o Quetzalcóatl.⁵³

Así mismo, es importante el trabajo de fray Bernardino de Sahagún, quien describió el jardín zoológico de Moctezuma, y de fray Diego Durán, los cuales, en sus obras históricas incluyen ilustraciones científicas realizadas a la acuarela por *tlacuilos* indígenas, sobre temas de botánica, zoológia, mineralogía, cronología y astronomía.⁵⁴ En estas obras, muchas de belleza excepcional, llegó a ser notable la precisión lograda en las representaciones de los objetos que eran materia de estudio.

Durante la época colonial, la escasez de papel y lo poco costeable que resultaba publicar libros científicos, alentaron la elaboración de manuscritos científicos iluminados.⁵⁵ Ésta tradición científica de manuscritos científicos iluminados viene, precisamente, de la antigua tradición medieval, ya mencionada anteriormente, y duró en México hasta principios del siglo XX.

51 Kumate, 1990, p. 18

52 El *tlacuilo* era el encargado de dibujar los códices en que los indígenas llevaban registros de toda naturaleza y el *tlamatini* era el único que podía leer sus textos.

53 <http://www.inah.gob.mx/index.php/boletines/4-publicaciones/3311-codice-badiano-ahora-en-cd>

54 Trabulsee, 1995, p. 51

55 Trabulsee, 1995, p. 52

La introducción de la imprenta en México permitió la difusión del grabado en madera, aún cuando muchos grabadores que llegaron de Europa traían consigo láminas ya impresas o las tablas ya grabadas. Son poco conocidos los primeros grabadores que hubo en México puesto que sus láminas no eran firmadas, se sabe que algunos de estos grabados anónimos fueron hechos por los indígenas instruidos por frailes.⁵⁶

Algunos de los primeros autores que aludieron al tema de la fauna y la flora en México fueron Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés (1478-1557) con su obra *Sumario de la Natural Historia de las Indias*, publicada en Toledo en el año de 1526 donde aparecen algunas observaciones sobre las especies del recién descubierto “Nuevo Mundo” y el jesuita José de Acosta (1540-1600) con su obra *Historia Natural y Moral de las Indias* publicada en Salamanca en 1588 y que reúne no sólo la historia natural sino la historia humana.⁵⁷

Después de estos autores, hubo mucho más trabajo de investigación y el estudio científico se hizo más amplio y sistemático gracias al gran trabajo del protomédico Francisco Hernández (1517-1587), quien llegó a México comisionado por Felipe II, encabezando la primera expedición de corte estrictamente científico. Esta expedición duró 7 años durante los cuales recolectó y dibujó especímenes de plantas, frutos, flores, animales, minerales, etc. Esta obra estaba formada por 3000 descripciones de plantas, más de 500 de animales y 12 minerales y comprendía aproximadamente mil doscientos dibujos⁵⁸

Como complemento de su obra elaboró otros 5 tratados, dedicados específicamente a ordenar y exponer las indicaciones terapéuticas de los remedios medicinales.

Su sistema de clasificación fue muy revolucionario para su época consideró el náhuatl como base para nombrar las plantas, creaba los diferentes nombres por el sistema de ir añadiendo a una misma raíz determinados prefijos y sufijos, que permitían indicar en una sola palabra la planta que se trataba, el medio donde crecía, su color, su sabor



Plantarum Animalium Mineralium Mexicanorum



Nova hispaniae Medicarum

56 Trabulse, *Idem*, p.53

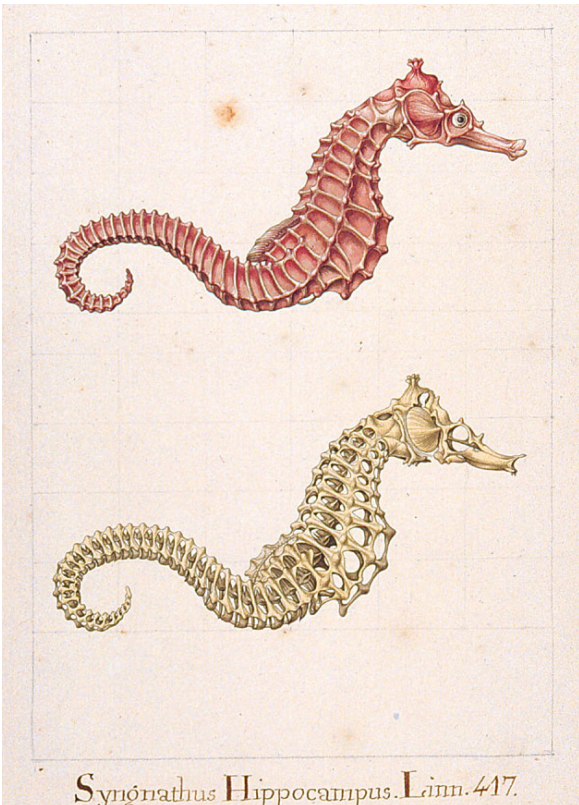
57 Trabulse, 1991, p.5

58 Trabulse, *Idem*, p.6

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Osteichthyes, Holocentridae.



Syngnathus Hippocampus



Real Expedición Botánica de la Nueva España

o su virtud medicinal. Se conseguía una taxonomía que agrupaba especies en función de sus afinidades formales, estructurales o ambientales. Esta clasificación se asemeja a los criterios taxonómicos que se utilizan en la actualidad.

Al regreso a España después de 7 años en la Nueva España, tenía 60 años y estaba enfermo, que fue la causa determinante de que su obra no se publicase en vida. El rey Felipe II mandó llamar a un médico napolitano llamado Nardo Antonio Recchi (Recco)⁵⁹ para que ordenara la obra traída por Hernández.

Recco resumió la obra de Hernández en 450 capítulos, que no representaba ni el 15%. La tituló *De materia medica Novae Hispaniae* y lo ordenó como el tratado *De materia medica* de Dioscórides, que era el referente clásico. Creó 4 libros, los 3 primeros dedicados a las plantas, y el último a los animales y minerales. Las plantas a su vez las clasifica en: plantas aromáticas, árboles, arbustos y hierbas, las cuales se subdividían según su sabor en: acre, amargo, dulce y ácido.

La obra no se llegó a publicar y los volúmenes quedaron inéditos en manos del Rey y depositados en la Biblioteca de El Escorial desde el año 1577, hasta que, en 1671 fueron destruidos en uno de los incendios que sufrió El Monasterio de El Escorial. Los originales de Hernández acabaron dispersos en varios lugares, y se han tardado siglos en ser ee.⁶⁰

El mismo Recchi imprimó en Roma otra edición ampliada con el título *Nova plantarum animalium et mineralium mexicanorum historia* y anterior a ésta el jesuita Juan Eusebio Nieremberg publicó fragmentos y dibujos tomados de los originales de Hernández, de las secciones de botánica, zoología y mineralogía en la obra *Historia naturae maximae peregrinae*.

Como se puede observar, la obra de Hernández fue muy importante ya sea por la cantidad de ilustraciones como por

⁵⁹ Algunos autores manejan el nombre como Recchi, Recco o Reko

⁶⁰ http://www.educa.madrid.org/portal/web/revista-digital/experiencias/secundaria?p_p_id=visor_WAR_cms_tools&p_p_action=0&p_p_state=maximized&p_p_width=270&p_p_col_order=1&p_p_col_pos=0&p_p_col_count=2&visor_WAR_cms_tools_contentId=d2729f33-398c-45c4-801a-5c66a97a2f9b&visor_WAR_cms_tools_fieldId=-



Asclepias filiformis. Linn. 1

que fue apegado a la realidad y no existen datos dictados en la fantasía de los que todavía entonces rodeaban a la naturaleza americana y aparecían en las obras de los cronistas.

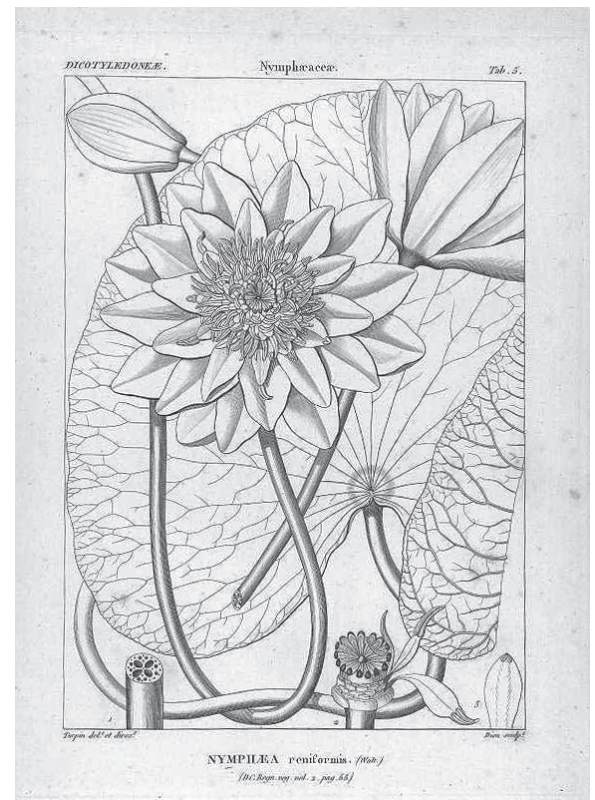
Después de Hernández hubo varios intentos por recopilar más información acerca de la flora y la fauna de México para la obtención de productos naturales de aplicación medicinal o industrial, sin embargo, ninguno tuvo la magnitud del que surgiera a través de la Real Expedición Botánica de la Nueva España en 1786. El botánico hispano Casimiro Gómez Ortega fue comisionado para seleccionar al personal que integraría dicha expedición y fue quien decidió que Martín Sessé dirigiera tan importante encomienda. Aparte de esta comisión, se le pidió formar un jardín Botánico en donde se enseñara el estudio de las plantas nativas. Así mismo se nombró a Juan del Castillo como botánico, a Jaime Senseve, farmacéutico; José Longinos, naturalista; Vicente de la Cerda y José Atanasio Echeverría como ilustradores y finalmente como profesor de la cátedra de botánica a Vicente Cervantes.⁶¹

Las exploraciones del grupo dieron comienzo casi desde su llegada a la Nueva España y así en octubre de 1787 M. Sessé, V. Cervantes, J. Longinos y los dibujantes V. De la Cerda y J.A. Echeverría (nombrados por la Real Academia de San Carlos) recorrieron los alrededores de la capital colectando unos 200 o 300 ejemplares de herbario. Poco después se incorporaron a la expedición José Maldonado y Mariano Mociño en sustitución de Senseve y Del Castillo, respectivamente; también se dio la separación del grupo por parte de Longinos para excursionar por su cuenta.⁶²

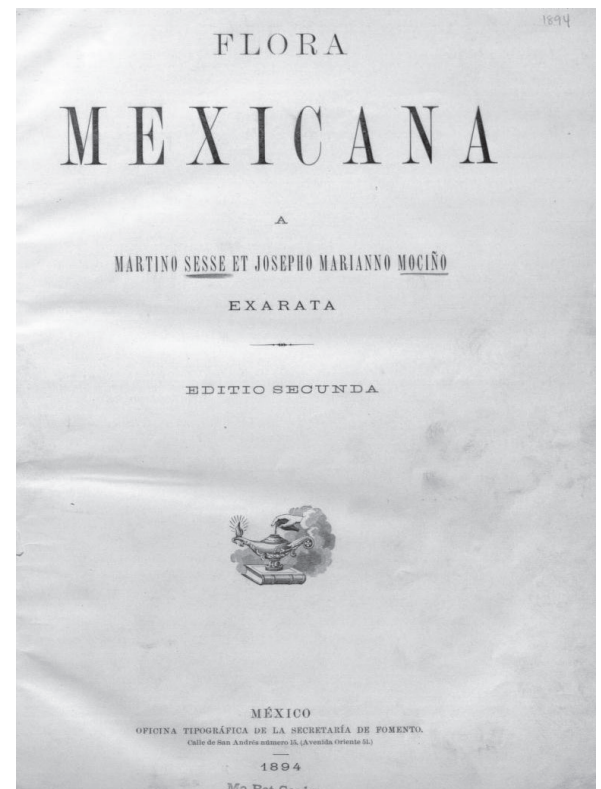
Los miembros de la Expedición se reunían, después de cada viaje, a elaborar las descripciones y dibujos de las colectas. Este trabajo llevó 10 años, en los que lograron describir más de 2500 especies de plantas y formar una colección de 2000 ilustraciones. Muchos de los ejemplares tipo que Alfonso P. De Candolle, utilizó en su obra *Prodromus* (1823), provienen en buena parte de este material.

61 Dávila, 1991, p. 5

62 Dávila, 1991, p. 8



Nymphaea reniformis Walter



Flora Mexicana

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

Se dice que de la colección que reunieron se ha derivado la descripción de cerca de 2000 especies de plantas americanas.⁶³ Las obras *Flora Mexicana* y *Plantæ Novæ Hispaniæ* que fueron el resultado de todo este trabajo, fueron publicadas hasta el siglo XIX.

La iconografía científica mexicana del Siglo de las luces refleja con claridad el grado de modernidad alcanzado por tales estudios. Las obras científicas de José Antonio Alzate, José Ignacio Bartolache y Díaz de Posada (1739-1790), José Mariano Navarro, Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos (1745-1783), Francisco Dimas Rangel⁶⁴ y el anteriormente citado Mariano Mociño incluyen imágenes que además de ser testimonios visuales revelan el avance logrado por la Nueva España en campos como la física, la astronomía y la historia natural, siendo probablemente en esta última, y en particular en la botánica, donde alcanza, con la obra de Sessé y Mociño y los dibujos de Atanasio Echeverría, su más alta significación. La obra iconográfica de este artista mexicano no tiene comparación y se dice que revolucionó el lenguaje científico de las imágenes, logrando que la iconografía botánica de su país, México, estuviera a la altura de las más avanzadas del mundo, tanto por su calidad artística como por su valor científico.⁶⁵ Con este trabajo se puede decir que las ilustraciones de tema científico de la época colonial se cierran brillantemente.

De este gran trabajo se hicieron copias que se conservan en el Jardín Botánico de Ginebra debido a que la colección que pertenecía a la Corona española llegó a España y atravesó los Pirineos (1812). Largo tiempo permaneció la colección en Montpellier y después en Ginebra. En Suiza y Francia la examinó un gran botánico, Augustin Pyramus de Candolle. Muerto Sessé, Mociño quedó en calidad de depositario de la colección, quien anunció a De Candolle su intención de regresar la colección a España.



63 Dávila, 1991, p. 10

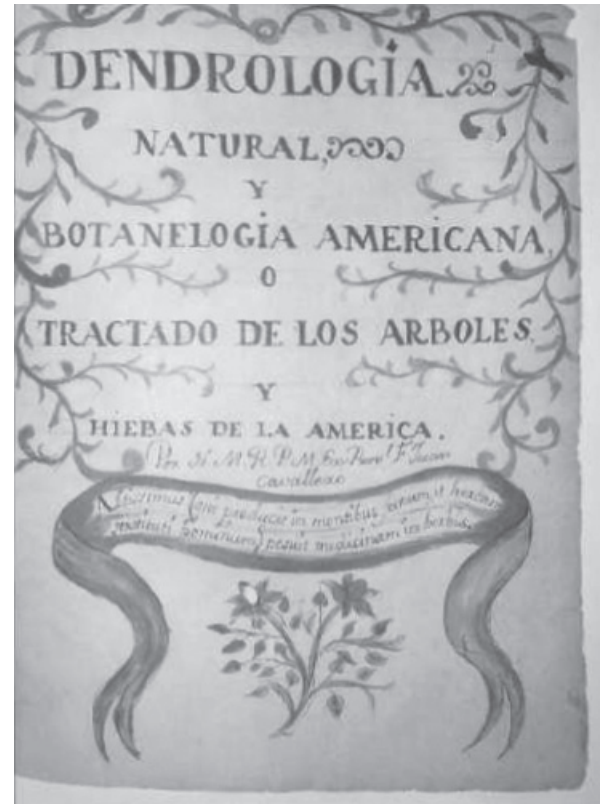
64 Téllez, H. & Espinosa, 2009. Vol. XIX

65 Trabuise, 1995 p. 53

De Candolle, en 1817, logró entonces que un centenar de damas de la sociedad ginebrina se dieran a la tarea de reproducir, en un tiempo récord de diez días, la más de mil láminas de estos dibujos científicos de la flora de México. A esta colección se conoce con el nombre de Flora de las Damas de Ginebra⁶⁶ Los viajes científicos de la última parte del siglo XVIII, principalmente el encabezado por Alejandro Malaspina, quien viajó principalmente por sudamérica, hicieron numerosas observaciones zoológicas tanto de animales terrestres como marinos y realizaron dibujos de diversas especies desconocidas en Europa.

En marzo de 1787 José Antonio Alzate (1738-1799), presbítero, científico y creador de la Sociedad Científica de México⁶⁷, inició en la *Gaceta de México* las *Observaciones sobre la física, historia natural y artes útiles*⁶⁸ en la cual publicó un manuscrito ilustrado llamado *La Dendrología/Natural, y/ Botanneología Americana, o tratado de los árboles, y hiebas (sic)* que es, aparte de la ya mencionada *Flora Mexicana* y *Plantæ Novæ Hispaniæ*, una de las obras más importantes sobre botánica mexicana. El autor de esta obra fue fray Juan Caballero, fraile ilustrado del siglo XVIII, distinguido por sus estudios de la ciencia natural. Este manuscrito es totalmente original en la representación de las plantas debido a que no presenta similitud con la obra de fray Bernardino de Sahagún, *Historia General de las cosas de la Nueva España*, ni con el *Códice de la Cruz-Badiano*.

Fray Juan Caballero no sólo resaltó la belleza de los árboles sino que tuvo el cuidado de hacer un acercamiento de hoja y fruto para la identificación práctica de la planta en cuestión.⁶⁹ Este trabajo demuestra que los dibujos se hicieron del natural pues en cada uno de ellos no se muestra la raíz de las plantas, no se muestran marchitas, ni se disecaron para ser ilustradas como sucedía con otros herbolarios europeos, aún cuando Fray Juan estuviera influido por expresiones pictóricas del arte occidental.⁷⁰



La Dendrología Natural



Chia - Dendrología...

66 Labastida, 2009

67 http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/46/htm/sec_26.html

68 <http://www.bibliotecaburgoa.org.mx/>

69 Grañén, 2002, p. 308

70 Grañén, 2002, p. 304

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Alexander von Humboldt



El huaso y la lavandera - Mauricio Rugendas

La síntesis final de tres siglos de estudios científicos en la Nueva España la hizo Alejandro von Humboldt, en sus obras *Viajes a las regiones equinocciales*, *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España* y sobre todo en su *Cosmos*, Humboldt viajó de 1799 a 1804 por América del Sur (Colombia y Ecuador principalmente) y México, en compañía del naturalista francés Aimé Bonpland.⁷¹

Siguiendo los pasos de Humboldt, el alemán Johann Moritz Rugendas (1802-1852) viajó a México y durante tres años trabajó intensamente; se conocen alrededor de dos mil obras sobre temas variados, entre ellos la ilustración botánica y la pintura de paisaje, aunque también realizó temas costumbristas y etnográficos, vistas de ciudades, así como algunos estudios de monumentos prehispánicos.⁷² Para realizar sus cuadros el alemán dibujaba y pintaba al aire libre rápidos bocetos al óleo, hacía estudios de los vegetales y de los tipos de la población propios de cada zona; ya luego, a partir de ese material, componía sus cuadros. Se dice que es uno de los mejores ilustradores del mundo pues sus dibujos representan detalles botánicos y relatan las costumbres indias, además de que se caracterizan también por una minuciosidad científicista que facilita los estudios comparados. Sus paisajes, personajes y escenas de la vida cotidiana contribuyeron a ampliar la idea de este continente en Europa y, también por medio de las reproducciones de litografías, influyeron en la concepción que los americanos tuvieron de su misma tierra.⁷³

La guerra de Independencia fue el principio de una profunda crisis en los estudios científicos mexicanos, y ello se reflejó en las publicaciones y en la iconografía científica de la primera década de vida independiente. Al decaer la investigación disminuyó con esta el valor científico de la mayor parte de las ilustraciones, salvo algunas excepciones que pertenecían a áreas de la ciencia cultivadas décadas atrás por destacados científicos como Andrés del Río (1764-1849) quien descubrió el elemento vanadio

⁷¹ Trabulse, 1991

⁷² http://sepiensa.org.mx/contenidos/h_mexicanas/s.xix/rugend/rugen.htm

⁷³ Guñazú, 2002

y publicó en 1841 *Manual de geología*. Es de suponerse que la iconografía reflejara este marcado estancamiento de la ciencia.⁷⁴

Este periodo coincide con la introducción de la litografía en México, la cual fuera la técnica más utilizada para hacer ilustración científica. El problema en un principio fue que los artistas no estaban debidamente capacitados para llevar esta técnica a cabo. Esta crisis propició que las publicaciones carecieran de ilustraciones antes de 1840.⁷⁵

Durante el periodo de 1821-1868 la iconografía mexicana está volcada en las revistas de divulgación las cuales incluían muchos temas científicos una de ellas fue *El Mosaico Mexicano* publicada por Ignacio Cumplido, obra que retrata la vida cultural de México décadas después de la Independencia y que consta de siete volúmenes. Otra obra también publicada por Cumplido fue *El Museo Mexicano*, que fue el sucesor de *El Mosaico Mexicano*, posee más ilustraciones que su predecesora, así como una mejor tipografía y un formato mayor. Consta de cinco volúmenes y las secciones dedicadas a la ciencias son numerosas y abarcan temas desde la historia natural hasta la astronomía. Además incluye biografías de científicos mexicanos, en particular de la época colonial. En esta publicación, algunos de los personajes que participaron fueron José María Tornel y Mendivil, Mariano Otero, Faustino Chimalpopoca entre otros. Pocas revistas han combinado con tan buen gusto la difusión con la ilustración científica.⁷⁶

Otra importante aportación iconográfica a la ciencia mexicana la constituyó la publicación en 1853 de la *Storia antica de Messico de 1780*, del jesuita Francisco Javier Clavijero (1731-1787), quien fuera desterrado por Carlos III de su natal Veracruz a Bolonia junto con todos los jesuitas⁷⁷, esta obra fue traducida por Francisco Pablo Vázquez e ilustrada nuevamente con láminas de Antonio Cal y Bracho. La importancia de este trabajo radica en que no se utilizaron las láminas originales de Clavijero

74 Tabulise, 1995, p. 57

75 Ibidem

76 Ibid p. 59

77 Arellano, 1987, p. 84 y 85

ni sus teorías taxonómicas sino que se actualizó al sistema de nomenclatura de Linneo. Las láminas botánicas actualizadas de Cal y Bracho son de una gran precisión científica.⁷⁸

Después de esta obra hubieron muchos otros trabajos publicados acerca de física, química, geología, estudios estadísticos, botánicos, entomológicos, etc que permitieron que la comunidad científica de México del último tercio del siglo XIX se pusiera en contacto con una nueva concepción de la ciencia mexicana. Esta comunidad fundó revistas que llegaron a tener prestigio internacional y propició el desarrollo técnico e industrial del país. Este fue uno de los momentos en los que la ciencia y la tecnología mexicanas recibieron un impulso modernizador, lo cual indicaba que la iconografía científica debía de responder al nuevo requerimiento que la ciencia imponía: mayor precisión.

Son tres las figuras más relevantes de la iconografía científica mexicana en el período que va de 1870 a 1912: Rafael Montes de Oca, Alfredo Dugés y José María Velasco. Todos ellos fueron miembros de la Sociedad Mexicana de Historia Natural y colaboradores asiduos como articulistas e ilustradores de la revista de difusión de esta Sociedad: *La Naturaleza*.⁷⁹

De estos ilustradores, el que goza de más mérito, es José María Velasco gracias a las excelentes ilustraciones de especies vegetales de interés económico o taxonómico, plasmando también las características morfo y fisiológicas de las especies⁸⁰, así como los paisajes que pintó y en los cuales se aprecia de una manera armónica la vegetación integrada con la orografía de los lugares que visitó. Una de sus más grandes obras fue *Valle de México* que obtuvo muchos premios tanto en América como en Europa.⁸¹ Solía acampar en el sitio antes y durante el estudio dibujado de sus paisajes y, de hecho, hay algunos cuadros que retratan, como si fuesen paisajes en miniatura, su silla plegable, su caja de colores, su sombrilla campestre⁸² Fue discípulo del italiano Eugenio

78 Trabulse, 1995 p. 62

79 Trabulse, 1995 p. 69

80 Germán, 1995 p. 7

81 Garibay, 1990, p.28

82 Castañón, 2010 p. 100



La Nube - Dr. Atl (Gerardo Murillo)



Puente del Altillio - Eugenio Landesio



Valle de México desde el cerro de Santa Isabel

Landesio, maestro de perspectiva en San Carlos. Con reveladora perseverancia, dedicó más de trece años a la investigación del *axólotl* o ajolote, estudió además el fruto conocido como *pitahaya* por sus previsibles beneficios a la industria.⁸³

Cabe mencionar la obra de Gerardo Murillo *Dr. Atl* pues en sus paisajes utilizó tanto la perspectiva aérea como la orografía que trazó Alexander Von Humboldt en sus viajes, lo cual dotaba de cierta curvatura al horizonte y mayor realismo en su perspectiva.

La difusión de las ciencias en la segunda mitad del siglo unida a la industrialización del país permitió que varios artistas se interesaran en los temas científicos y tecnológicos sin que tuvieran una preparación referente a éstos. Caso contrario a los científicos artistas de principios de siglo y anteriores que ilustraban el conocimiento que generaban. Claro que esto no desmerece su trabajo, al contrario, hubo ejemplos de esto que eran extraordinarios tal es el caso de Casimiro Castro y su *México y sus alrededores* de 1864 y *Álbum del Ferrocarril Mexicano* de 1877, además de sus bocetos y acuarelas de flora y fauna de México.

Ilustrador contemporáneo de Velasco fue el francés Alfred Auguste Delscautz Dugès (1826 - 1910) reconocido actualmente como el padre de la herpetología en México, elaboró una serie de acuarelas de gran calidad plástica que utilizó como material didáctico en sus cátedras y para ilustrar los diversos trabajos que publicó. De las imágenes representadas el 70% son aves, 18% mamíferos y 12% anfibios y reptiles. En general se representa al espécimen acompañado de detalles morfológicos, medidas, nombres científicos con nombre de autor, nombre de revista y año de publicación del nombre y algunos con nombres comunes y sinonimias. En la mayoría se señala la escala, el tipo de ejemplar del que se hizo el dibujo (en vivo o disecado), lugar de realización del dibujo, año de elaboración y la rúbrica de A. Dugès. Los textos de las anotaciones están escritos en francés en un lenguaje científico. Las fechas citadas abarcan



México y sus alrededores - Casimiro Castro



Cathartes aura, *Canis virginianus*, *Mustela frenata* - Alfredo Dugès



Pyrocephalus rubinus mexicanus P. L. Scletter

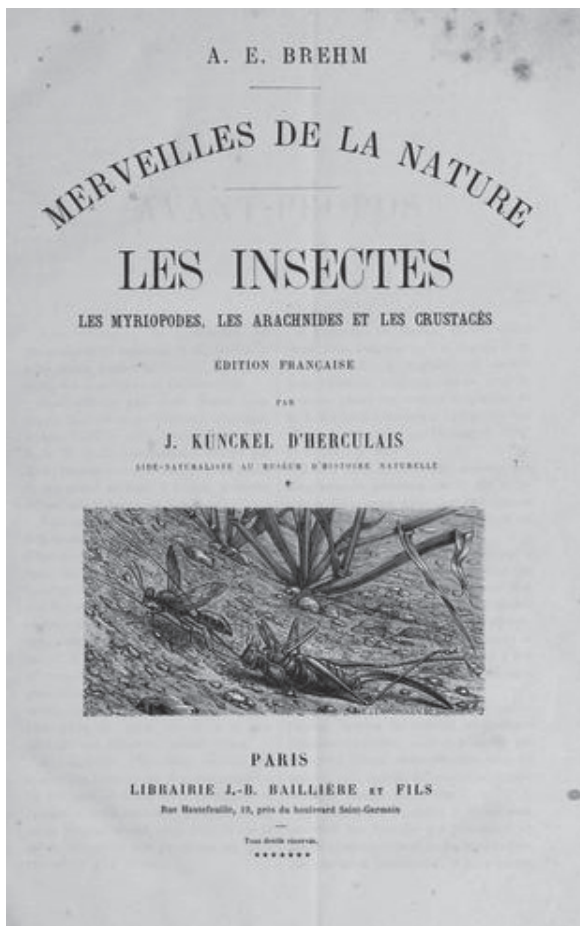
Capítulo 1. Historia de la ilustración científica

un periodo que va de 1856 a 1906. Las últimas acuarelas que Dugès realizó durante su prolífica producción tenían el propósito de constituir una amplia publicación que permitiera dar a conocer la fauna del Estado de Guanajuato y de México.⁸⁴

Discípulo de Velasco fue Adolfo Tenorio (1855-1926) quien realizó una prolífica obra como dibujante del Instituto Médico Nacional donde ilustró los trabajos sobre especies vegetales de los investigadores y realizó copias de las laminas incluidas en obras de interés para los estudiosos de la botánica, también realizó reproducciones de la obra de Sessé y Mociño, así como de obras europeas como *Dictionnaire de botanique* del naturalista francés Henri Ernest Baillon (1827- 1895) o *Les Merveilles de la Nature* (1896) de A. E. Brehm.⁸⁵ También Adrián Unzueta (1860-¿?) fue alumno de Velasco y colaboró en un trabajo de éste realizando innumerables copias de códices del Museo Nacional para las investigaciones de pictografía indígena. Unzueta dejó una colección de ilustraciones en acuarela que quizá fueran utilizadas para la flora iconográfica mundial y del Valle de México. Fue colaborador de Manuel Urbina que determinó plantas descritas por Francisco Hernández y de las cuales hizo dibujos en acuarela.⁸⁶

Hubo algunos otros ilustradores como Clemente Robles, médico especializado en fisiología; Francisco Moctezuma, dibujante del Museo de Historia Natural; también en este siglo (XIX) hay algunas ilustraciones dentro del Archivo Histórico del Instituto de Biología, firmadas por Figueroa y otras S. Fernández, desgraciadamente de estos dos últimos no se tienen datos.⁸⁷

La introducción de la fotografía en México en el año de 1839 implicó un cambio completo en las técnicas de ilustración científica ya que las antiguas maneras de ilustrar, el grabado en madera y la litografía, se abandonaron casi completamente relegándolas a textos educativos y de divulgación. Sin embargo la fotografía tardaría tres décadas, pues en sus inicios se utilizó



Merveilles de la nature

84 Barroso & Magaña, 2007

85 Germán, 1995 p. 11

86 Germán, 1995 p. 15

87 Germán, 1995 p. 17

básicamente para retratos. A pesar de esto, algunos científicos decidieron no abandonar las antiguas técnicas sino hacer una mezcla de ellas con la fotografía como el caso de Elpidio López, astrónomo que produjo, de 1909 a 1913, un texto manuscrito en el cual combinó observaciones astronómicas impresas en fotografía y retocadas con acuarela con textos autobiográficos y evocaciones poéticas acerca de la naturaleza del universo.⁸⁸

Durante y después de la revolución los científicos mexicanos no cesaron en sus estudios aunque no estuvieron ajenos al movimiento revolucionario que marcó una nueva etapa en la vida científica mexicana. Con la inspiración de Justo Sierra se fundó la Universidad Nacional de México en 1910 como parte del programa conmemorativo del centenario del inicio de las luchas independentistas.

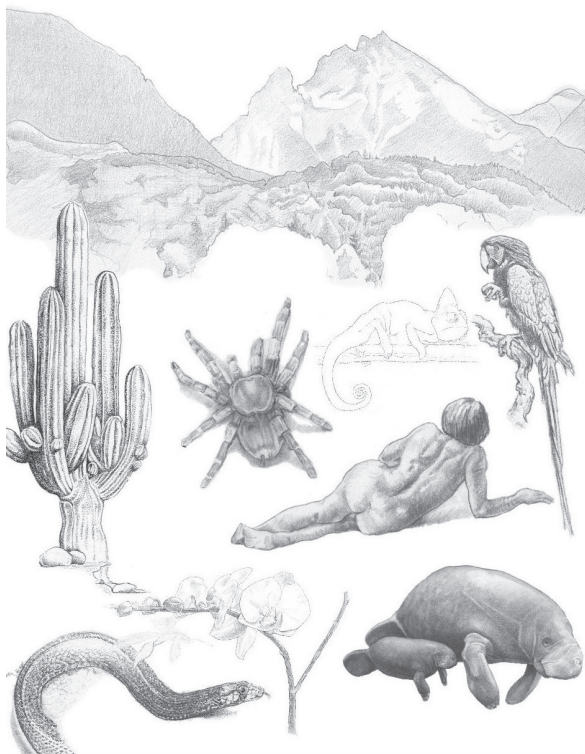
La novedad de la enseñanza de la ciencia estribó en la intención de elevar su nivel académico y fomentar los diversos conocimientos especializados, además se dio la realización del Primer Congreso Científico Mexicano, organizado por la Sociedad de Historia Natural José Antonio Alzate con el apoyo del gobierno maderista, a través de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, se abordaron todos los temas que entonces se trabajaban sobre ciencias exactas, naturales, sociales, humanas y de carácter técnico en México; contó con 229 participantes provenientes de instituciones educativas y de investigación, de sociedades científicas, de representantes del gobierno y del clero católico. Imbuidos los participantes del interés por volcar los beneficios de la investigación científica a la sociedad, aprobaron diversas resoluciones para impulsarla la Revolución Mexicana sentó las bases para el surgimiento de instituciones universitarias que tienen, entre otros fines, impulsar investigaciones científicas, humanísticas y tecnológicas e instituciones ex-profeso, apoyando el surgimiento y consolidación de academias y sociedades científicas con la creación de organismos dedicados a coordinar y realizar investigaciones.

Las universidades han sido las principales instituciones

Capítulo 1. Historia de la ilustración científica



Curso de Ilustración - Elvia Esparza



Diplomado de Ilustración de la Historia Natural - Aldi de Oyarzabal

educativas dedicadas a impulsar las distintas manifestaciones de la cultura, por lo cual puede afirmarse que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fue la encargada, en primera instancia, de apoyarla.⁸⁹

A partir de la segunda mitad del siglo XX la labor de enseñanza e investigación científica se extendió hacia el interior del país con la creación de universidades públicas en cada uno de los estados, con tal profusión que hoy existe un total de 38 y en varias de ellas, además de existir facultades de ciencias e ingenierías, se realizan trabajos de investigación en centros, departamentos o institutos de investigación. Incluso la UNAM cuenta con dependencias en el interior del país, así como el Instituto Politécnico Nacional, IPN, al que está adscrito el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados creado en el año 1961, con instalaciones también fuera de la Ciudad de México.⁹⁰ Por lo tanto se puede decir que la investigación científica y por lo tanto la ilustración científica a partir de la revolución se centra en las instituciones que se crearon como las ya mencionadas, las colecciones botánicas crecieron y las aportaciones de colectores aumentaron.

Actualmente hay muchos ilustradores en México tal como la reconocida Elvia Esparza, artista plástica e ilustradora científica quien ha colaborado en un sinnúmero de proyectos para el Instituto de Biología, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, entre otros; el Maestro en Ilustración Aldi de Oyarzabal, de quien cabe destacar su trabajo como ilustrador de escarabajos metálicos e iridiscentes del mundo; Albino Luna, creador de un sinnúmero de ilustraciones botánicas; Fernando Botas, artista que ha dedicado más de 30 años de su vida a ilustrar proyectos antropológicos, Marco Pineda excelente paleoartista, entre otros.

En la década de 1990 se intentó crear una Academia Mexicana de la Ilustración Científica cuyo objetivo sería promover e impulsar el desarrollo de la ilustración científica en todos sus aspectos, sin embargo, tuvo poco éxito este intento.

⁸⁹ Saladino, 1988, p. 66.

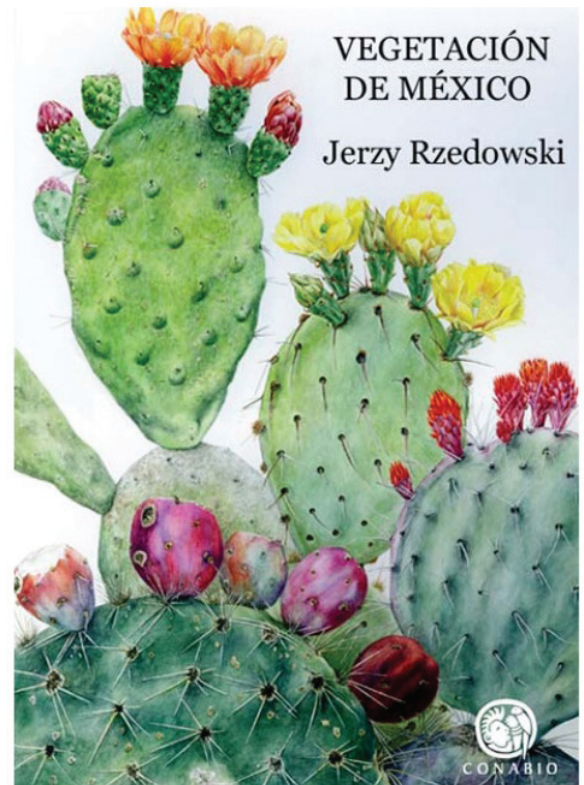
⁹⁰ Saladino, 1988, p. 67.



Dynastes hercules - Aldi de Oyarzabal



Especies emblemáticas de México - Elvia Esparza



Vegetacion de México - Elvia Esparza

En la actualidad surge una problemática: la formación de nuevos ilustradores científicos, propiamente no existe una carrera universitaria o una institución que ayude a formar y desarrollar las habilidades necesarias para llevar a cabo este trabajo especializado. Esta constante se nota al ver que los ilustradores antes mencionados sean biólogos, artistas plásticos, etc.

Existen cursos y diplomados que tocan el tema para quien esté interesado, la mayoría de los cursos duran poco tiempo y/o en su caso son impartidos en el extranjero, por ejemplo, existe una carrera universitaria en Suiza, con duración de cuatro años. Uno de los pocos diplomados que se imparten en México especializados en el tema, es el que ha sido impartido por el Maestro Aldi de Oyarzabal nombrado Ilustración de la Historia Natural en donde se aborda la importancia de la línea en el dibujo, del detalle y el juicio entrenado. El interés por la ilustración científica no ha disminuido y día a día se suman nuevos ilustradores, como Aldo Domínguez, Aslam Narváez, entre otros jóvenes que siguen utilizando la ilustración de manera tradicional.

A nivel internacional hay un sinnúmero de personas interesadas en retratar a la naturaleza, no sólo son ilustradores científicos sino también artistas de la vida silvestre colaboran con la ciencia revelando al mundo de manera excepcional la vida de animales y plantas, ejemplo de ello son los artistas Robert Bateman, William T. Cooper, Roger Swainston, Raymond Harris Ching, entre otros.

Así como en la antigüedad, en la actualidad ha habido un aumento en el interés de los artistas y diseñadores gráficos por la naturaleza y de los científicos por el arte, lo que se traduce en un aumento en la participación de ambos en el conocimiento y labor de la ilustración científica, aunque no sea un aumento tan evidente, siguen surgiendo nuevos nombres de ilustradores científicos, tanto de la antigüedad como actuales, los cuales aparecerán en los próximos tratados y estudios sobre el tema.



Hipopótamo - Aldo Domínguez



Perfil de manglar - Aslam Narváez



Siberian tiger - Robert Bateman



After the blow - William T. Cooper



Capítulo 2

La ilustración científica, un caso práctico

CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, la ilustración científica con el paso del tiempo fue diversificándose a medida que los naturalistas fueron convirtiéndose en científicos dedicados a distintas áreas del conocimiento como biólogos, físicos, matemáticos, etc., es decir, especializándose.

Dentro de la ciencia las diferentes disciplinas han utilizado a la ilustración como medio para ejemplificar y apoyar el resultado de sus investigaciones, cuando los estudios de cada ciencia se van haciendo más específicos, el tipo de ilustración va mostrando los objetos de estudio de manera más detallada. Además la ilustración es una herramienta perfecta para divulgar y difundir el resultado de estas investigaciones.

Como ya se mencionó la investigación científica en México es llevada a cabo por varias instituciones, una de ellas es el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, que desde 1929, ha sido importante para la expansión de la investigación biológica, a la par de su desarrollo, la biodiversidad del país ha permitido que cada día se hagan nuevos descubrimientos situando a México como uno de los 12 países megadiversos. Dentro del Instituto de Biología se han creado grupos de trabajo¹, nuevos centros e institutos, siendo los departamentos de Botánica y de Zoología de los más importantes pues su trabajo se relaciona con las colecciones zoológicas, el Herbario Nacional, las colecciones vivas del Jardín Botánico y las zonas de conservación a su cargo.

El Instituto de Biología coordina alrededor de 180 proyectos derivados de sus diferentes áreas y líneas de investigación², así como la publicación de mil 34 artículos en revistas indexadas durante los últimos ocho años y la descripción de 769 nuevas especies que fueron descubiertas, descritas y clasificadas para formar parte de las colecciones nacionales que actualmente cuentan con un millón 338 mil 580 ejemplares en el Herbario Nacional y dos millones 205 mil en las 10 colecciones



1 Drucker, 2007 p.24

2 Drucker, 2007 p. 25

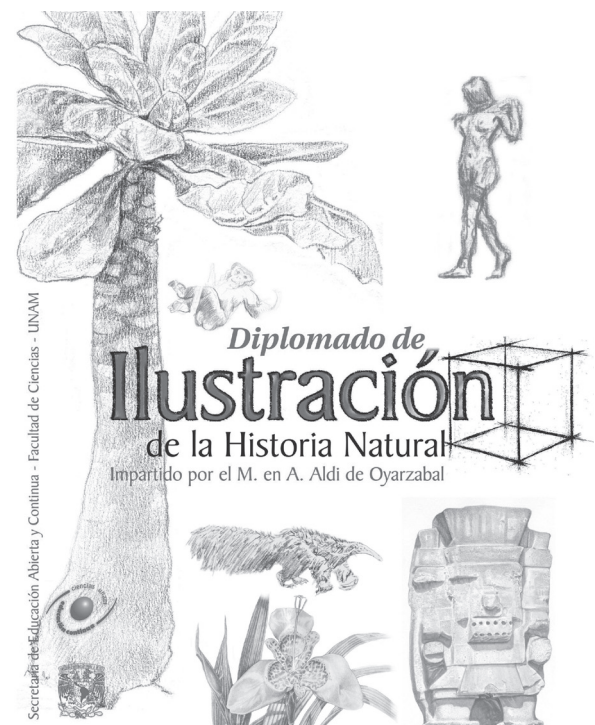
zoológicas³. Como se puede observar, todos estos proyectos generan publicaciones y cada publicación, dependiendo del tema, utiliza material de apoyo visual como gráficas, mapas, fotografías, tablas de datos, ecuaciones o fórmulas estadísticas e ilustraciones. Para realizarlas se necesita un artista o una persona que tenga las bases artísticas y conocimientos científicos para crear una imagen que apoye el quehacer científico y pueda ejecutarlas de una manera más clara.

2.1 Comenzando una ilustración botánica

La necesidad de ilustradores se hace presente entre algunos biólogos, entre ellos la M. en C. Verónica Juárez con quien se llevaron a cabo algunas ilustraciones de la familia Asclepiadoideae especialmente del género *Marsdenia* para ilustrar las especies presentes en el estado de Guerrero. Las ilustraciones no sólo sirven para representar especies de un determinado lugar sino también para mostrar entre ellas las diferencias o similitudes y también para describir nuevas especies.

En México, los ilustradores científicos, tienen un método similar para ilustrar plantas o animales, sin embargo, al no tener un lugar específico donde se enseñe la ilustración científica como carrera universitaria, el método para llevarla a cabo es aprendido en muchas ocasiones de manera empírica y por tradición oral ya sea en los recientes diplomados o cursos que se imparten.

Por lo tanto, la manera en que se pudo realizar este proyecto fue una mezcla de varias herramientas como son el dibujo gestual, el dibujo de memoria, la composición, el juicio entrenado, etc., que tienen su base en los conocimientos adquiridos en la carrera de Diseño gráfico, así como en el Diplomado de Dibujo de la Historia Natural con el Maestro Aldi de Oyarzabal. También se necesitó tener consideraciones especiales al construir y elaborar las ilustraciones por lo que se revisaron obras de autores especializados en la materia para facilitar la comprensión del trabajo a realizar. De la misma manera, el Biol. Albino Luna, ilustrador del Instituto de Biología, proveyó algunos



Diplomado de Ilustración

CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico



Colecta de material



Ejemplar sin montar



Ejemplar montado

consejos para ejecutarlas e hizo sugerencia de materiales a utilizar. Usualmente las ilustraciones que acompañan los artículos de botánica o floras son en blanco y negro, hechas con línea y puntillismo y tienen que seguir cierto criterio en cuanto a la colocación de los objetos de estudio, es decir, tienen que partir de lo general a lo particular: del cuerpo de la planta, luego las hojas, las inflorescencias, los frutos, las semillas y así hasta tener en último lugar las partes más pequeñas.

En este proyecto, antes de empezar a elaborar las ilustraciones botánicas se tuvo que investigar cómo realizarlas, pues tienen unas características especiales que distan mucho de los conocimientos adquiridos en la especialidad de Ilustración dentro de la carrera de Diseño gráfico tanto por la ejecución como por el contenido gráfico de éstas.

2.2 Reconocimiento del material a ilustrar

Para iniciar una ilustración botánica primero se debe reconocer un ejemplar herborizado, que es el principal material con el que se trabajará y del cual se obtendrá la información necesaria para realizar cualquier ilustración. El ejemplar herborizado es una planta que pasa por el siguiente proceso: la planta se prepara a través de la recolecta de un ejemplar en el campo (generalmente es una rama) con estructuras reproductoras (flores o frutos) con raíz o sin raíz (esto depende del tamaño del ejemplar), se pone dentro de papel secante o periódico para conservarlo y que se empiece a secar, se toman las referencias de donde se colectó y varios datos más que más adelante se mencionarán. Después de esto es colocado en un refrigerador a -32°C por 72 horas, para pasar el proceso de desinfección lo que conseguirá deshacerse de parásitos y hongos que pudieran dañar el material. Posteriormente el ejemplar es determinado taxonómicamente dentro de reino, división o *phylum*, clase, orden, familia, género y especie por medio de claves botánicas dicotómicas utilizadas por los especialistas.

El término claves dicotómicas se refiere a que las plantas son nombradas con dos palabras: la primera es el género y la segunda, la especie; el nombre lo elige el biólogo

según su criterio, generalmente se toman en cuenta las características de la planta y se traduce al latín. Después de nombrarlas se prepara una etiqueta de colecta con los datos que se tomaron in situ al colectarla: país, estado, localidad (altitud y coordenadas geográficas), aspectos del hábitat, características de la planta como son la forma de vida (si es hierba, arbusto, árbol, enredadera, etc.) el tamaño y color de las flores y los frutos, y aspectos particulares del ejemplar.

Todos estos datos son valiosos no sólo para el biólogo que trabaja con ellas, si no también para el ilustrador que puede utilizar esos datos para conocer mejor a la especie. A continuación el material es montado en una cartulina Bristol que mida 28 x 40 cm (medida estándar en la mayoría de los herbarios) pegado con cemento 850 o atado con cordel. Se le pone el número de colecta y el número o folio de ejemplar. Además se le imprimen los sellos del herbario dentro del cual se encontrará almacenado el espécimen. Cabe mencionar que dentro de este proyecto se utilizaron ejemplares herborizados montados y sin montar, tanto del herbario Nacional MEXU como de FCME de la Facultad de Ciencias.

También es necesario acotar que se utilizaron por cada especie varios especímenes, ya que hay diferencias entre ellos dependiendo de la región y la altitud donde fueron colectados. Así como de otras regiones a falta de ejemplares de la región que se estaba estudiando.

Después de que el ejemplar es montado se almacena dentro de gabinetes móviles o compactadores de acuerdo a su familia, especie, género, continente, país y estado.

2.3 Uso de la fotografía

El siguiente paso, habiendo reconocido el material herborizado, fue averiguar cómo lucía el ejemplar, en su estado natural y/o cuando estaba vivo, esto se puede lograr a través de fotos tomadas por el especialista o que aparezcan en alguna base de datos taxonómicos en internet como el sitio www.tropicos.org.

Aunque las fotografías pueden ser una excelente fuente de información cuando las estructuras que muestran están “limpias”, completas y en un excelente plano focal, generalmente pueden tener muy poca resolución y estar tomadas desde un ángulo en el cual no se pueden apreciar muy bien los detalles de las partes de la planta, incluso desenfocadas y con información confusa.

La fotografía tiene una profundidad de campo limitada y sólo se aprecia lo que está en la superficie o más próximo al lente de la cámara, además no se pueden ver las capas interiores, excepto en los especímenes transparentes, lo cual es bastante raro, y aún así no son fáciles de interpretar⁴, de la misma manera pueden encontrarse solamente fotografías de los especímenes herborizados lo cual no es de mucha ayuda. Con este material se hicieron dibujos preliminares para tratar de comprenderlos, sin embargo, el color y la forma en las fuentes eran totalmente diferentes a la realidad. Para soslayar estas carencias, se proyectó un viaje de colecta para poder ver el hábitat de las plantas, su manera de crecer, cómo se acomodan sus hojas, su color cuando están vivas y detalles que se pierden cuando ya están secas.

La importancia del trabajo del ilustrador frente a la fotografía radica en que el ilustrador interpreta lo que se presenta, reconstruye las partes del espécimen que estén dañadas, rotas o faltantes, descarta de su imagen elementos indeseables como tierra o impurezas del medio ambiente y muestra las capas propias de la anatomía de los especímenes a través de la profunda observación, reconocimiento, procesamiento y simplificación de la información que recibe del ejemplar. “Ninguna máquina puede reemplazar la mente de un artista o científico”⁵

2.4 Viajes de colecta

Lo mejor para reconocer a las plantas en su estado natural y tener una idea más completa de su hábitat y manera de crecer es realizando un viaje de colecta junto al biólogo

4 Hodges, 1989. p. 104

5 Hodges, 1989. p. 104

que se esté trabajando. No siempre es posible cumplirlo pero si está al alcance la posibilidad lo mejor es realizarlo.

El viaje a Temascaltepec, en el Estado de México (lugar de origen del ya citado Mariano Mociño), permitió reconocer a las plantas de las cuales se harían las ilustraciones botánicas, darse cuenta de las diferentes formas en las que se presentan, las características de los especímenes que se ilustrarían y la diversidad que hay en la familia Asclepiadoideae, la cual es el objeto de estudio de la M. en C. Verónica Juárez. Además se tuvo la oportunidad de dibujar directamente de plantas con formas de vida (enredaderas)⁶ parecidas a las que se ilustrarían lo que permitió observar detenidamente cómo incidía la luz sobre ellas, también desde qué ángulo se podía apreciar mejor su forma y la posición que ocupa en el espacio tridimensionalmente con lo cual se puede entender mejor su volumen, qué tipo de inflorescencias (conjunto de flores) tienen, si crecen a lo ancho o a lo largo etc. Esta información era vital para saber de qué manera colocar el tallo y las ramas en la ilustración.

2.5 Tratamiento del ejemplar para estudio y bocetaje

El ejemplar se puede consultar sacándolo del compactador dentro de las instalaciones del Herbario Nacional. El material al ser delicado requiere manejarse con mucho cuidado por lo que siempre se tienen que mantener en posición horizontal. En algunas ocasiones las partes importantes que queremos ver quedan pegadas al papel, en este caso no se debe arrancar ninguna parte del material porque podría dañarse la planta.

2.5.1 Rehidratación del material

Al avanzar en la observación del ejemplar, se hace necesario revisar las partes más pequeñas como son las flores. Para esto es necesario, en algunos casos, rehidratarlas pues en el proceso de secado se contraen por la pérdida de agua, en especial las partes reproductoras que son las más importantes, pues como

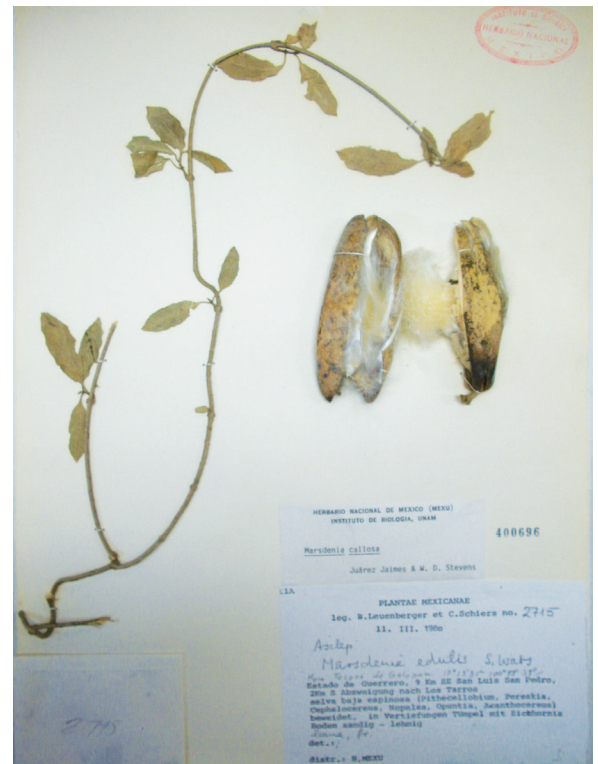
6 Este tipo de plantas necesitan alguna rama en qué apoyarse, un tronco o una piedra para poder, después de reptar durante un tiempo, subir y obtener la luz del sol que necesitan a este fenómeno se le llama fototropismo positivo.



Dibujando en campo



Ejemplar sin montar



Ejemplar para revisión

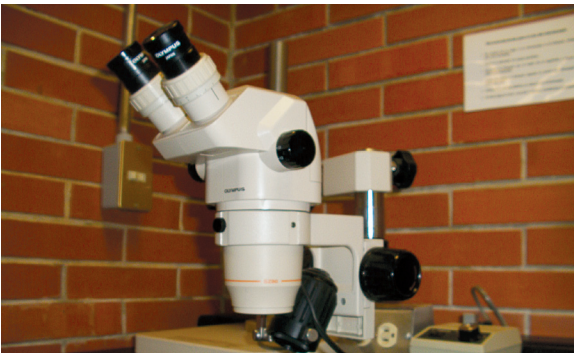
CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico



Rehidratación



Flores rehidratadas



Microscopio estereoscópico



Microscopio calibrado

indicó Linneo, la diferencia entre las plantas se da por estas mismas estructuras. Para rehidratar las flores, éstas se tienen que cortar o extraer de los ejemplares a revisar. En caso de éstos tengan muchas flores pueden cortarse varias, ya que una sola flor no es representativa de una especie lo mejor es revisar más de una para tener un intervalo más amplio de visión.

Si el espécimen tiene pocas flores entonces se tendrá que trabajar con una sola y revisar flores de otros ejemplares parecidos. Después de cortarlas se ponen en un matraz Erlenmeyer con agua, esto puede ser hasta la mitad o lo suficiente para que estén inmersas (se colocan dentro del matraz para que durante la ebullición no se deshaga la flor y las estructuras internas se mantengan lo más intactas posible), luego esto se introduce dentro de un esterilizador para ponerlo a hervir “a baño María” se deja por aproximadamente 5 minutos y se coloca en una solución de alcohol y agua al 50-70% para preservarlas.

Otras formas de hidratarlas son: 1) aplicar algún detergente (que contenga amonio) diluido con agua en una proporción de 1:3 o 1:4 durante algunos minutos; 2) colocar el material dentro de un vaso de precipitado con agua y meterlo en un microondas y llevarlo a ebullición; 3) en una caja de Petri colocar las flores con agua y ponerla sobre una hornilla eléctrica y llevarla a ebullición. Quizá hayan más métodos para hidratarla, sin embargo, estos son los más utilizados. Cabe mencionar que con el proceso de hidratación por ebullición, el color de las flores prácticamente desaparece pues los pigmentos se pierden al estar en contacto con el agua.

2.5.2 Utilización del microscopio

Una de las principales características del género *Marsdenia* es que las plantas tienen una flor muy pequeña, que para ser revisada se tiene que hacer uso de un microscopio estereoscópico. Como primer paso para utilizar el microscopio, se precisa revisar que esté calibrado para no errar en las mediciones. Esto se puede hacer colocando una regla bajo el objetivo y haciendo coincidir las medidas de la regleta del éste con

las medidas de la regla, lo que asegura una medición correcta.

Para poder revisar las flores bajo el microscopio es necesario colocarlas en una caja de Petri con la misma solución en la que se conserva y si es necesario, en caso de que se llegue a evaporar la solución por el calor de la luz del microscopio, se puede agregar un poco de agua o la misma solución en la que está preservada. También se puede hacer uso de una hoja milimétrica colocada por debajo de la caja de Petri para asegurar las medidas, así como escalas guiadas con la reglilla del microscopio.

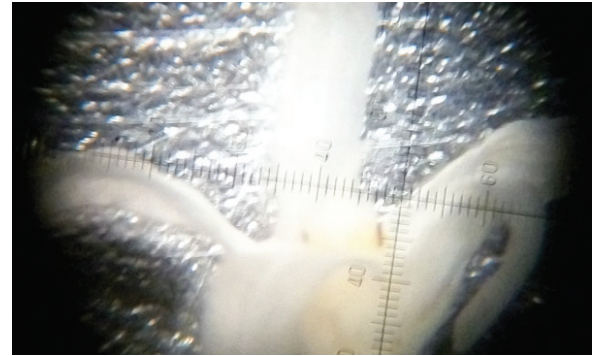
En algunas ocasiones el biólogo puede proveer fotografías tomadas con microscopio de barrido o un microscopio estereoscópico con cámara multifocal que ayuden a tener una visión más completa de la flor. Además del microscopio también se utilizaron otros instrumentos de aumento como lupas de diferentes tamaños para revisar rápidamente partes del ejemplar que estuvieran sujetas o que no se pudieran hidratar.

2.5.3 Disección de especímenes

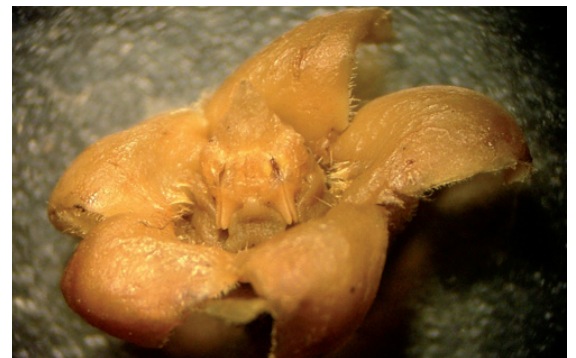
Debe tomarse en cuenta que no sólo se tienen que ilustrar las flores por la parte externa si no también se tienen que mostrar las estructuras internas, por lo que después de haber dibujado la flor completa hay que hacer cortes para extraer lo que se encuentra en su interior, para esto se hizo uso de pinzas que deben estar rectas para que sea fácil trabajar con el ejemplar; para obtener cortes un poco más precisos y para que no se dañen las estructuras internas, se utilizaron también algunas agujas de jeringas que se utilizan para inyectar insulina, en este caso la habilidad para diseccionar es un poderoso aliado para no arruinar el material de trabajo.

2.6 Fuentes útiles para entender la morfología de las plantas

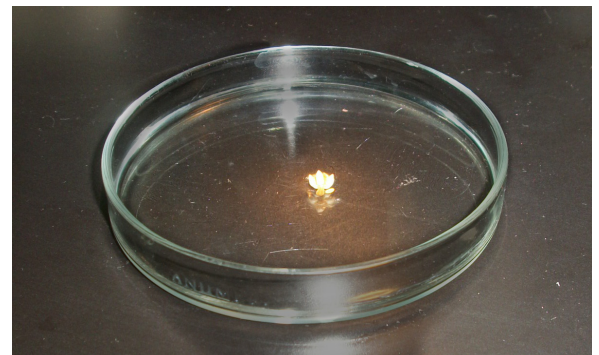
A lo largo del proceso se utilizaron algunas fuentes que contenían información acerca de las estructuras internas



Reglilla del microscopio



Flor vista al microscopio



Caja de Petri



Instrumental

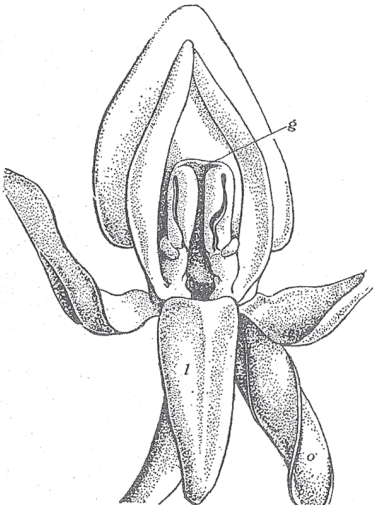
CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico

nina, s. d., *macrospora*.

ginostegio (del neol. lat. *gynostegium*, der. del gr. *στέρη*, tejado, cubierta, con el pref. *gyno-*, gino-), m. En las flores, dícese especialmente de cualquier reparo u órgano protector del gineceo distinto del perianto, como lo tienen diversas asclepiadáceas. || También el perianto, como cubierta general del gineceo; pero en este sentido apenas se ha usado.

ginostereo (del lat. *gynostemium*), m. *Ginostemo*.

ginostemo (de gino- y *στῆμων*, hilos tendidos sobre los rodillos del telar, entre los



Ginostegio descrito en Diccionario de Botánica de Pío Font Quer

y externas de las plantas, que muestran ilustraciones generalizadas y que además se utilizaron para familiarizarse con los términos que se utilizan en la botánica. La mayoría de estas fuentes están basadas en la clasificación que hizo Linneo y las más utilizadas fueron las siguientes: *Diccionario de Botánica* del Dr. Pío Font Quer, *Plant Identification Terminology, Classification of the Architecture of Dicotyledonous leaves* y el *Glosario botánico ilustrado* de Nancy P. Moreno.

2.7 Interacción entre científico e ilustrador

En la etapa de bocetaje, es de suma importancia tener una estrecha comunicación con el botánico ya que la información generada en la investigación va siendo rectificada en cada revisión. Es muy importante prestar la mayor atención posible a las indicaciones que haga el investigador y hay que estar en una dinámica constante de boceto/revisión puesto que hay cosas que escapan al entendimiento del ilustrador al no contar con el conocimiento que posee el biólogo, sin embargo se tiene que hacer el mayor esfuerzo por comprender la morfología de las plantas a ilustrar ya que esto determinará resultados exactos⁷. El botánico indicará cuáles son los aspectos que quiere que aparezcan y cuáles son las características morfológicas de la planta que desea que sean realzadas, esto es para poner énfasis en lo que hace único a ese ejemplar y la razón por la cual se está describiendo una nueva especie, haciendo una comparación entre especies o agrupando similitudes entre ellas.

Hay que mencionar que a los botánicos y a los científicos en general, les preocupa la creación de errores por comisión (agregar cosas a la ilustración que no existan) más que los errores por omisión (exceptuar detalles del espécimen dentro del dibujo) sin embargo es necesario aclarar que no se debe de caer en ninguno de los dos para que el dibujo satisfaga las necesidades del científico. En esta etapa es cuando uno va "entrenando su ojo" para poder captar los detalles y recrear en nuestra mente la imagen completa del objeto de estudio para poder transportarlo al papel.



M. en C. Verónica Juárez revisando el material



Corroborando medidas

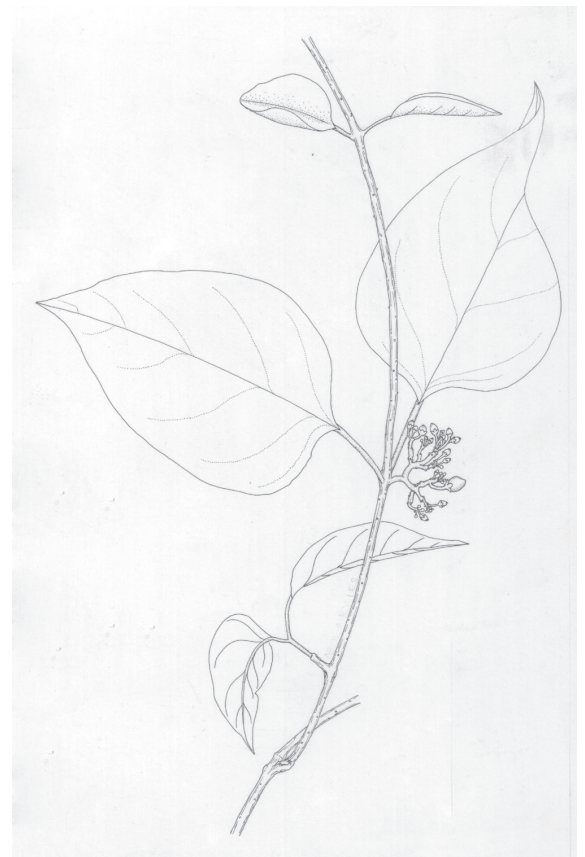
2.8 Bocetaje

Los bocetos se pueden realizar en cualquier tipo de papel para bocetaje que sea liso y blanco, generalmente se hacen en hoja blanca bond, tamaño carta y los trazados se pueden hacer con un lápiz B. Lo mejor es dibujar todo primero con línea e ir checando si coinciden las medidas, ya que se tienen verificados estos números, se puede sombrear. Es preciso siempre anotar las medidas y poner cotas junto a cada una de las estructuras que aparecerán en la ilustración, así como, de qué ejemplar se está tomando esa información puesto que cada dato proporcionado será incluido en la investigación y por consiguiente en el artículo que resulte de ésta. Las plantas pueden ser dibujadas a tamaño natural o 1:1 (x1) excepto los casos en los que las plantas sean muy pequeñas o muy grandes, pero algunos detalles de flores, como ya se mencionó anteriormente, o semillas, por ejemplo, usualmente serán ampliadas⁸.

2.9 Composición de la ilustración

En una ilustración son importantes tanto sus elementos compositivos como el uso cromático de éstos, en el caso de la ilustración científica en muchos casos es prescindible el uso del color resultando un trabajo monocromático, por lo tanto, es necesario resaltar alguno de los elementos compositivos para que la estructura no resulte monótona. En este caso, el elemento que puede cumplir esa función de resalte es el cuerpo de la planta ya que es el elemento que mayor espacio ocupa en la lámina y el que puede hasta cierto punto modificarse o moverse al realizar el trazado de sus ramas de una manera u otra sin perder la naturaleza y el ritmo propio de su crecimiento y forma de vida y funcionará como eje principal de la ilustración.

No hay que olvidar que los demás elementos (el tallo, las hojas, la inflorescencia, las flores, etc.) deben concordar con este elemento predominante de manera subordinada para crear la unidad requerida, Dentro de la composición es necesario cuidar las proporciones pues en

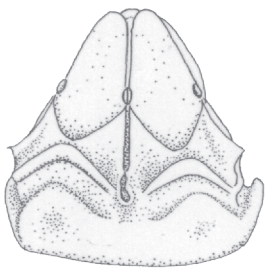


Boceto Marsdenia astephanoides - Abril Angeles

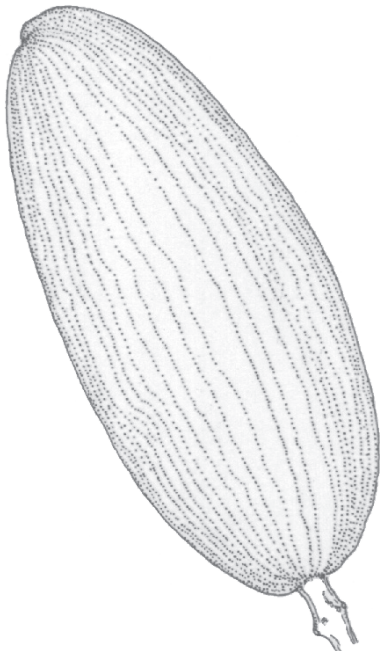
CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico



Marsdenia astephanoides, flor



Marsdenia astephanoides ginostegio



Marsdenia astephanoides, fruto

ocasiones hay elementos que son muy pequeños y con muy poco peso visual con respecto al cuerpo de la planta.

La composición de una ilustración científica puede ser llevada por una sección áurea, una retícula, simetría bilateral, etc. Por ejemplo en ésta última puede aplicarse de esta manera: de un lado de la ilustración estaría el cuerpo de la planta y del otro los demás elementos como la corola, el cáliz, etc. En este caso la parte dinámica de la composición la da el cuerpo de la planta puesto que sus ramas y la disposición de éstas no es estática sino más bien voluptuosa y en movimiento según sus curvas.

En contrapunto, los demás elementos se pueden colocar con una simetría lineal para dar balance a la composición y una sensación de estabilidad y equilibrio. La dificultad en crear una composición armónica en una ilustración científica está ligada al color pero sobre todo al criterio del científico, por lo demás es responsabilidad del ilustrador encontrar la mejor manera de representar el espécimen sin dejar de ser fiel a la objetividad ni a la estética.

Para adecuar los tamaños a la composición, si fuera necesario, se puede utilizar una cuadrícula, (método utilizado desde el Renacimiento)⁹ para reducir o aumentar los bocetos o también se puede hacer uso de métodos mecánicos como el escáner y la fotocopidora, más rápidos y sencillos.

En cada caso se deberá tomar nota del porcentaje que se está reduciendo o aumentando. Ya teniendo la composición puede haber cambios de último minuto, para esto es indispensable marcarlos en papel albanene para poderlos mover como se requiera e ir agregando cosas si es necesario, además el boceto final no se debe de tocar puesto que contiene toda la información que será trasladada a la ilustración final y la que contiene todos los detalles y sombreados que darán el volumen a las partes de la planta.

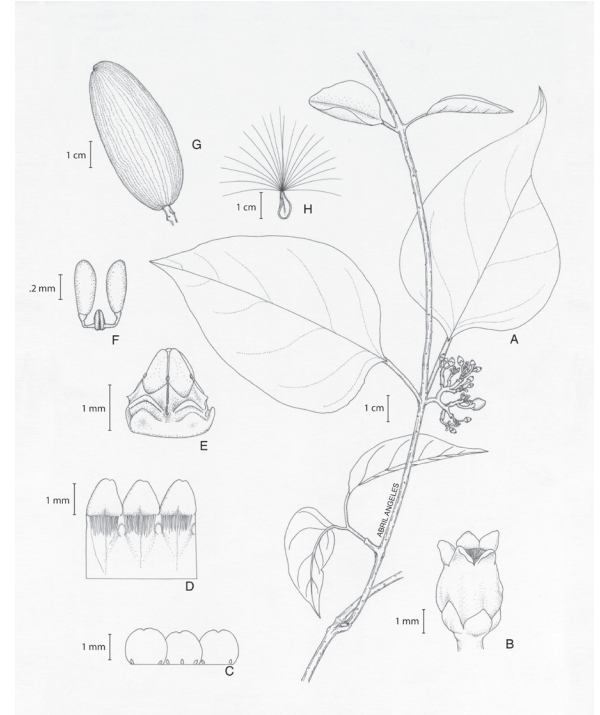
2.10 Finalizando la ilustración

Ya que se tiene una idea de cómo se acomodarán los objetos, el siguiente paso es transportar los bocetos que han sido aceptados a la cartulina para después entintar. Este proceso, como se indicó anteriormente, se hace calcando las figuras sobre papel albanene y luego marcándolas en la cartulina opalina con una mesa de luz.

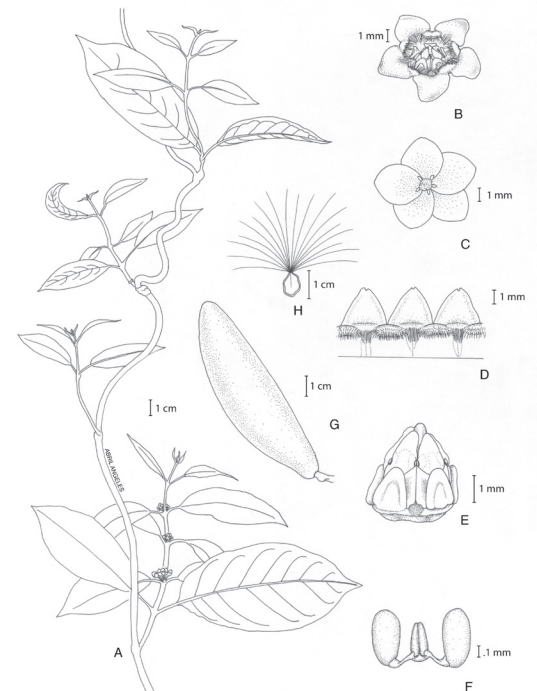
El sustrato por excelencia para utilizar es la cartulina opalina, que brinda un excelente blanco para contrastar el negro de la tinta china que se usará para entintar, también se puede utilizar cartulina ilustración con 50% de algodón, papel albanene grueso de 110-115 gr., poliéster mate, incluso se puede utilizar cartulina primavera, aunque el uso de ésta última es difícil por que se llega a manchar fácilmente.

Para entintar la lámina se usa punto y línea. Esta técnica es la más utilizada para este tipo de ilustración por costos de impresión y debido a que es más fácil esquematizar la información, una ilustración más compleja y con mucho más detalle a veces no transporta ninguna información extra relevante puesto que, habitualmente, la información y el texto son puntuales y la ilustración tiene que concordar con esto, además las láminas de color son mucho más caras para reproducir y son utilizadas en pocas publicaciones, las cuales generalmente no tienen el mismo fin.¹⁰

Para entintar se usa un estilógrafo, también se puede usar un tiralíneas pero su uso requiere mucho cuidado por lo cual es recomendable usar el primero, así no se tiene el riesgo de que se abra de más el espacio del tiralíneas y la línea no quede de un grosor homogéneo. De igual manera se puede utilizar una plumilla, el inconveniente con ella es que a veces no fluye bien la tinta. Lo más recomendable para usar el estilógrafo es que sea de punto fino para que el punteado se vea uniforme, además el sombreado enriquecerá la imagen, igualmente al momento de mandarlo a pre prensa no se verá como una

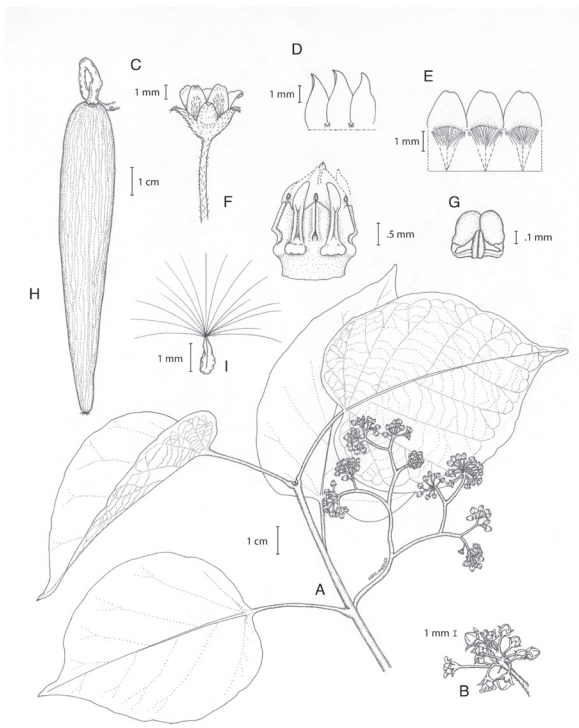


Marsdenia astephanoides - Abril Angeles

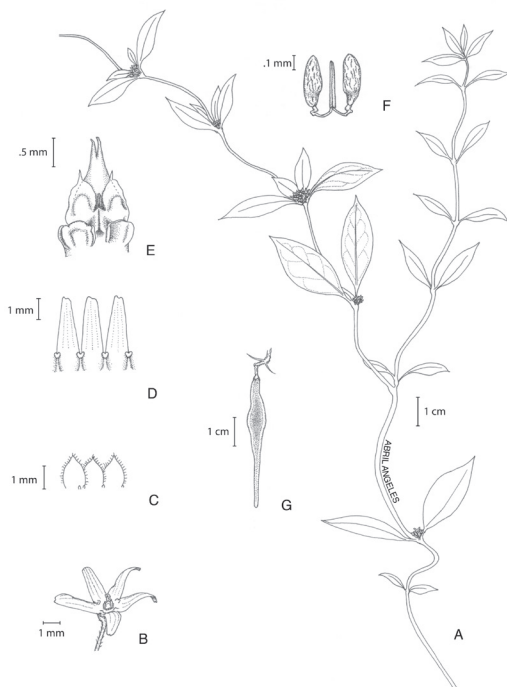


Marsdenia callosa - Abril Angeles

CAPÍTULO 2. La ilustración científica, un caso práctico



Marsdenia mexicana - Abril Angeles



Marsdenia trivirgulata - Abril Angeles

mancha negra sino como un leve degradado en las sombras. La línea se va colocando poco a poco igual que el punteado para no aplanar el dibujo. Lo mejor para lograr también ese efecto y que se vea equilibrado el punteado, es ir punteando de menos a más, es decir, en el área que se desee puntear colocar los puntos equidistantes e ir rellenando el área con este método en tonos bajos. Primero se tiene que localizar la zona del sombreado con mayor obscuridad y luego adecuar la intensidad con una escala tonal, cuidando de no sobresaturar.

Algunos autores señalan que para sombreado se puede utilizar crosshatching (tramado) que puede ser cuadrado, inclinado, con líneas oblicuas o simplemente líneas rectas que aumenten su grosor en el centro. Si existe algún error en el entintado se puede utilizar una goma especial para tinta china o, mejor aún, se puede raspar la tinta con una hoja delgada para afeitar.

2.11 Entrega de la ilustración.

En la mayoría de las ilustraciones, junto a cada parte que la conforma, se incluyen números o letras que el biólogo adjudica a cada una de las partes que componen a la planta y que coincidirán con el texto de descripción de ella, esto se puede hacer con el mismo estilógrafo trazando las letras a mano alzada, con estencil o con letras transferibles. Si no se quieren poner dentro de la ilustración original, las letras pueden incluirse en una hoja de albanene aparte coincidiendo con la colocación que tendrán al final de la impresión. Para entregarlas y para protegerlas también se tiene que preparar una camisa de papel albanene como cubierta.

En dado caso que el investigador lo requiera, las ilustraciones se pueden digitalizar utilizando un escáner, lo mejor es entregarlas conforme a las especificaciones que requiera la revista donde se va a publicar, que generalmente son 300-600 dpi en formatos .tiff, .png, .pdf, etc. Cuando se digitalicen las imágenes se requiere revisar la imagen resultante para evitar que alguna partícula de polvo se filtre, si esto llegara a suceder se tiene que retocar la imagen; para este fin se puede utilizar paquetería especializada en tratamiento de imágenes como Photoshop o Fireworks de Adobe®.



Capítulo 3

El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia.

CAPÍTULO 3. El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia.

Como se aprecia en el segundo capítulo, la realización de la ilustración científica requiere de un proceso de aprendizaje y vocación por parte de la persona que esté interesada en llevarla a cabo.

El aspirante a ilustrador científico necesita estar familiarizado con el conocimiento científico, que en un principio pueden ser las nociones básicas de Biología que le pueda inculcar el científico al ilustrador acerca del objeto de estudio, hasta el conocimiento un poco más avanzado como la biología del espécimen en cuestión, es decir, saber qué hábitat ocupa, qué relaciones tiene con otras especies, sus estructuras internas y externas y la diferencia de éstas respecto a otras especies, cómo están emparentadas entre sí, etc.; así como estar familiarizado con el conocimiento gráfico o la alfabetidad visual para poder comprender y expresarse gráficamente con una correcta ejecución.

El ilustrador científico tiene como misión trasladar las imágenes que se desarrollan dentro de la mente del científico al realizar sus investigaciones. La alfabetidad visual y la sintaxis de la imagen, son básicas en la transmisión de este conocimiento pues permiten elegir los elementos visuales adecuados para manipularlos y hacer énfasis en éstos para lograr un determinado efecto y poder comunicar adecuadamente¹. Este proceso sólo puede iniciarse cuando el científico y el diseñador ya se han puesto de acuerdo en cual será la manera más viable de solucionar el problema gráfico, ya se confrontaron ambas disciplinas, se ha discutido el problema de la transmisión del mensaje, el público al que va dirigido y se ha llegado a una o varias alternativas previsualizando el resultado final que satisfaga a ambos.


El proceso por el cual los resultados llegan a ser visualizados por el científico se da a partir de la observación de la naturaleza, esto, a través de su formación y basado en los principios y teorías inherentes a su área, así como guiándose por el método científico. Al mismo tiempo genera nuevas teorías y principios, trata de renovarlos, transformarlos o cambiarlos.

¹ Dondis, 2000, p. 54.

Cabe mencionar que las ciencias naturales y exactas avanzan por la investigación basada en el método científico, sus resultados pueden llegar a ser repetibles puesto que las condiciones en las que se desarrollan la mayoría de las veces están controladas, pero para comunicar sus resultados no se puede seguir este mismo método. La ciencia necesita valerse de otras disciplinas como son el diseño gráfico y la ilustración, las cuales siguen otro tipo de métodos y utilizan otros elementos que solucionan gráficamente el problema de transmitir efectivamente el conocimiento generado.

3.1 Habilidades básicas del Diseñador Gráfico para resolución de problemas gráficos dentro la ciencia.

Cuando la investigación genera resultados acordes a las expectativas del científico, es necesario difundirla a través de revistas especializadas en las áreas dentro de las cuales se haya efectuado la investigación. Estos resultados pueden generar información con la cual se necesita hacer uso de ilustraciones, fotografías, mapas, tablas, infografías, etc. es aquí donde entra en acción el Diseñador gráfico, poseedor de conocimiento y habilidades gráficas, capaz de solucionar problemas de comunicación visual² y quien puede transmitir efectivamente la información generada en este tipo de publicaciones. Así es como el científico se valdrá de otro tipo de métodos (utilizados por el diseñador) para dar a conocer su trabajo. Hay que tomar en cuenta que no nada más intervienen el diseñador gráfico y el investigador en la publicación de revistas especializadas, para esta tarea hay un comité editorial que regula cada publicación, el cual se encarga de revisar los documentos generados, con el fin de tener una publicación fiable y que cubra los lineamientos acordes al tipo de público, por lo cual es probable que entre a una revisión minuciosa, lo cual en algunos casos generará retrasos para su salida a impresión, sin embargo este proceso es también muy importante puesto que una vez que esté revisado y aprobado se asegura la calidad del contenido e imágenes.



Las características del trabajo científico distan mucho del trabajo de Diseño gráfico, aunque hay un punto en donde coinciden, que es la visualización y ligada a ésta está el acto creativo como medio primario de resolver problemas³. Es obvio que los problemas de cada disciplina son diferentes pero el punto en el que confluyen es que la ciencia necesita transmitir el conocimiento que genera y el diseñador es el catalizador para la solución de este problema. En ambos casos también se utiliza la imaginación para llegar a resolver los problemas que a cada disciplina atañen, sin la imaginación no podrían haber sido posibles muchos inventos y obras de arte.

La ilustración como método de transmisión del conocimiento científico, es uno de los retos más grandes a los que un diseñador se puede enfrentar, puesto que el conocimiento que se requiere para llevarla a cabo, como ya se mencionó, sólo se puede conseguir con la experiencia y esto por principio de cuentas, nos lleva a una dinámica de ensayo y error. Puede que el diseñador se haya especializado en ilustración, sin embargo, esto no lo prepara para las particularidades propias de la ilustración científica ni del entorno en el que se da su origen, es decir, puede conocer diferentes técnicas pero el trabajo en conjunto con el científico es estricto, necesita adaptabilidad aún cuando tiene las mismas preocupaciones artísticas y de generación de imágenes que podría tener un artista plástico o un pintor. Esto invita al Diseñador a hacer una revaloración de sus conocimientos y por lo tanto una modificación de los mismos a través de la investigación del área dentro de la cual esté trabajando, lo que genera una mayor experiencia y una visión más amplia de las necesidades gráficas a cubrir. No sólo se debe investigar acerca del área sino las técnicas que se emplean en ésta, ya que los resultados en ciencia son muy específicos y no hay margen de error, por lo tanto el conocimiento debe ser transmitido tal como es generado. Esto se traduce en que los elementos gráficos estén restringidos a reglas del medio, por ejemplo, el nombre científico de cualquier especie tiene que escribirse en letra cursiva, latín y subrayada, e iniciar con letra

mayúscula el nombre del género y minúscula para la especie o también, si se están trabajando imágenes de cierta planta que pertenezca a cierto lugar, necesitan utilizarse especímenes que correspondan a la región específica en la que se está trabajando. Se puede deducir por lo tanto que, la relación de trabajo con el científico es especial, ya que el Diseñador gráfico tiene que ser muy precavido e inquisitivo en cuanto a la información que maneja, no se puede dar concesiones y todo tiene que ser trabajado cuidadosamente. Así mismo tiene que ser muy organizado para poder investigar, resumir, sintetizar, bocetar, dibujar, corregir y cumplir con los tiempos de entrega.

Ya se habló acerca de las condiciones básicas que se necesitan para poder realizar una ilustración científica pero también es necesario recalcar que dentro de las habilidades que requiere un ilustrador se encuentran: tener un fuerte deseo por realizar este tipo de trabajo, contar con bases formales de dibujo, disposición para el aprendizaje y la facilidad para externar y visualizar conceptos, el uso de métodos de dibujo tradicionales y (últimamente en aumento) los métodos digitales, la capacidad para aplicar soluciones creativas a problemas visuales y como base la inteligencia de tipo visual.⁴ Además es necesario que tenga curiosidad respecto al área dentro de la cual está trabajando pues, esto le permitirá conocer más allá del objeto de estudio y podrá crear (recrear) más de lo que un simple dibujo pueda expresar, también es necesario que tenga gustos artísticos y estéticos educados.

El conocimiento más allá de lo académico, no sólo le imprime un valor cultural sino que, la ilustración al estar ligada al arte, toma una significación más profunda aún cuando la ilustración de la cual se trate esté incluida en un contexto científico. Una imagen bien trabajada puede trascender más allá del medio en el que puede ser desarrollada o para el fin que fue creada inicialmente.

Hay que mencionar que cuando al ilustrador le es asignada una tarea debe tener bien claro el espacio vital dentro del cual se presentará su obra. Es decir, el espacio vital de una

CAPÍTULO 3. El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia.

obra es el área a la que está destinada la ilustración como pueden ser una revista, un cartel, un artículo, etc., además necesita tener muy claro el tipo de audiencia a la cual va dirigida la ilustración, esto es esencial para la transmisión efectiva del mensaje y para su exacto entendimiento.

Los ilustradores, requieren adentrarse en el área en la cual estén ejerciendo, lo cual le confiere al ilustrador experiencia y conocimiento del área. La avidez por el conocimiento e información serán de gran utilidad y como herramienta para ilustrar será invaluable, así como pre requisito para lograr un trabajo de calidad. “Las buenas ideas surgen cuando el diseñador se embebe del problema que tiene que resolver; no solamente comprende los datos y el contexto, sino que lo siente y lo vive”⁵ En pocas palabras, la vivencia dentro del área en la que se trabaje y el conocimiento profundo de ésta ayudará considerablemente en el proceso creativo que es tan importante como el resultado que se obtiene al final.

La posesión de este conocimiento también tiene una función respecto a la investigación que se hace para entender el tipo de publicación o medio al cual vaya dirigida la ilustración, por ejemplo, dentro de la Biología hay varias áreas como Ecología; si dentro de ésta área se necesita ilustrar un concepto específico, se necesita información acerca del área de Ecología y a su vez investigar el concepto que se requiere ilustrar, sus implicaciones y su contexto para tener una visión más amplia y reproducirlo lo más exactamente posible.

Cuando se tiene claro el tema, la publicación a la cual va dirigida la ilustración, así como los objetivos, los condicionantes, la información necesaria que se tiene que representar y el contexto⁶ lo más seguro es que ya se tenga un avance significativo en la resolución del problema gráfico existente, que en este caso sería realizar una ilustración científica con bases sólidas y un fuerte impacto visual.

Es necesario mencionar que dentro del área de las ciencias

5 Fuentes, 2005. Prólogo de Joan Costa.

6 Ibidem, p 16.

biológicas, un diseñador tiene la posibilidad no sólo de realizar ilustración científica, también hay otras necesidades comunicativas de la ciencia. Un diseñador que se adentre en estas áreas notará indudablemente que existe la oportunidad de explotar sus habilidades en pro de una mejora en la difusión y divulgación de la ciencia. Para entender mejor esto, hay que entender la diferencia entre difusión y divulgación.

3.2 La divulgación y la difusión de la ciencia

Aunque ambos términos parezcan sinónimos dentro del diccionario⁷ y sugieran la acción de poner al alcance de un público algo escrito o hablado, varios autores han resuelto una diferencia entre los dos respecto a la audiencia a la que va dirigida y situada dentro del contexto científico y académico. Conforme a estas directrices la difusión “es el acto de poner al alcance de los pares lo hecho o alcanzado en un área particular”⁸, por ejemplo, en el caso de las ciencias exactas como la Física o las Matemáticas hay revistas especializadas que sirven para difundir las nuevas teorías, aplicaciones prácticas o descubrimientos experimentales de varios autores, los cuales están interesados en que sus investigaciones lleguen al mismo público al que ellos pertenecen, para que así la disciplina a la que ellos corresponden progrese. Las publicaciones de este corte permiten conocer los avances que se llevan a cabo día a día en la ciencia, así mismo, permiten que no se repita la publicación de trabajos iguales, sino que se vayan complementando. También hay que recalcar que dentro de las publicaciones especializadas hay una homogeneización, es decir, cada publicación corresponde a un campo delimitado, por ejemplo, la Revista Mexicana de Biodiversidad, que aparece cuatro veces por año, publica trabajos nacionales o extranjeros que son resultado de investigaciones científicas originales sobre el conocimiento de la biodiversidad del continente americano (sistemática, biogeografía, ecología y evolución), a su vez está

⁷ Divulgar p. (Del lat. divulgare).1. tr. Publicar, extender, poner al alcance del público algo. U. t. c. prnl.

Difundir. (Del lat. diffundire).tr Propagar o divulgar conocimientos, noticias, actitudes, costumbres, modas, etc.

⁸ Maldonado, 2007 Editorial

CAPÍTULO 3. El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia.

dentro de varias bases de datos (index o índice) que incluyen artículos en los campos de Biología, Bioquímica, Biotecnología y Botánica como son *Biological Abstracts*, *Biological Sciences*, *Latindex Periódica*, *Science Citation Index*, *Nature* entre otras.⁹ Se podría decir que este tipo de publicaciones, así como lo fueron los atlas en su tiempo, son el claro ejemplo y pruebas escritas e ilustradas del avance de la ciencia.

Por otro lado, la divulgación tiene un propósito distinto, que es poner a disposición de todo público, sin importar su especialidad, los conocimientos generados en las diversas disciplinas. La divulgación permite al lector recibir el conocimiento de una manera más ligera, sin fórmulas complicadas o términos incomprensibles, así como de una forma interesante e incluso que se refleje en la vida cotidiana. La audiencia de este tipo de publicaciones es más amplia y el intervalo de edad se amplía, pudiendo llegar a un investigador, a un joven estudiante de secundaria e incluso a un niño de primaria. Aunque pareciera que el nivel de una publicación destinada a la divulgación decrece, según algunos autores, “está íntimamente relacionada a la cultura en la que se desarrolla y muestra un proceso constante de transformación en la que intervienen factores sociales por lo cual se rige por otros mecanismos comunicativos.” Así mismo, aseguran que “la información que se maneja no se caricaturiza, las investigaciones no se muestran como hechos aislados y no se subordina a la enseñanza formal sino contribuye a la modificación de la noción de ciencia en la sociedad”¹⁰ Un claro ejemplo de este tipo de publicación es la revista *¿Cómo ves?* de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM en la cual se lleva a cabo un trabajo multidisciplinario donde pueden confluir comunicadores, investigadores, periodistas de la ciencia, historiadores, filósofos, pedagogos, diseñadores, artistas, etc.

Cabe mencionar que aunque la difusión y la divulgación se pueden llevar a cabo a través de distintos medios como son el auditivo (radio), los medios impresos (libros, diarios,



Revista ¿Cómo ves?

9 Revista Mexicana de Biodiversidad Vol. 82 Núm 1, marzo 2011. Publicada por el Instituto de Biología de la UNAM

10 Flores O. & Lizbeth R. , 2004 p.16

semanarios, boletines, gacetas, revistas especializadas, etc), los medios audiovisuales (cine, televisión, internet, video), las conferencias, los museos, representaciones teatrales y talleres, y cada uno tiene sus formas específicas de desarrollarse ¹¹; por su parte la ilustración, generalmente ocupa un espacio en el medio impreso por sus características específicas pero en un momento determinado podría incluirse en alguna de las otras categorías, sin embargo, ese tipo de tratamiento ya pertenecería a otra forma de expresión artística.

En la comunicación visual, ligada a la difusión y la divulgación, el contenido y la forma son los componentes básicos y más importantes de todos estos medios y nunca están separados el uno del otro. El contenido es básicamente lo que se está expresando directa o indirectamente; es el carácter de la información, o sea, el mensaje.¹² En este caso, el mensaje o contenido es de carácter científico, por lo tanto ambos, tanto la forma como el mensaje necesariamente tiene que estar en concordancia. Es así como la designación de los elementos básicos que componen a la forma tienen que ser seriamente pensados y elegidos. La forma sigue al contenido y viceversa. Esta elección no debería estar basada solamente en la intuición, sino en un estudio previo y a conciencia del tema del que se trate, así como el efecto que se quiera provocar en el espectador a través de toda la composición de la propuesta visual, sea cual fuere.¹³

Además el diseño adquiere sentidos diferentes según las condiciones y circunstancias políticas, económicas, personales o sociales sobre las cuales se establece su interpretación. Lo diseñado es multívoco porque presenta más de un significado y el diseño es polisémico porque expresa más de un sentido.¹⁴

Es así que el diseño puede llegar a trascender más allá del motivo para el cual fue creado. Portada y dibujos interiores

11 Flores O. & Lizbeth R. , 2004 p. 18
12 Dondis, , 2000 p. 123
13 Dondis, 2000 p. 128-129
14 Vilchis, , 2010 p. 17

3.3 Necesidades gráficas a cubrir de dentro de la investigación científica.

Como se ha mencionado anteriormente la expresión visual nos permite la formulación directa de un mensaje y a través de la percepción ese mensaje se interpreta directamente casi sin esfuerzo en comparación con el lenguaje escrito (decodificación verbal)¹⁵. Si los datos del mensaje están bien estructurados no sólo se puede absorber fácilmente sino incluso se puede llegar a utilizar como referencia. Esta es una de las premisas básicas respecto a las necesidades gráficas de la investigación científica. En éste ámbito es necesario tener como referencia muchos de los datos que se van generando a través de las investigaciones, por lo tanto esos datos tienen que estar bien estructurados.

Quizá hace un tiempo, dentro de la investigación científica, no se le daba tanta importancia a la transmisión de conocimiento a través del trabajo de los diseñadores gráficos, sin embargo, desde hace unos años la especialización en cada área ha hecho que se reconozca un poco más la utilidad de saber manejar la imagen apropiadamente.

Dentro del área científica no sólo se utiliza material gráfico para las investigaciones que se publican en las diversas revistas ya mencionadas, sino también se necesitan otros materiales ajenos a las publicaciones de este tipo ya que hay eventos, congresos, exposiciones, simposia, cursos, talleres, muestras, etc. que necesitan una presentación y llegar a los posibles participantes, en este caso el cartel es una de las herramientas básicas para este fin. Además el cartel es uno de los géneros del que se han apropiado todos los discursos del diseño gráfico¹⁶ y no sólo se usa con estos fines sino también para comunicar otro tipo de mensajes enfocados a la conservación de especies o temas ecológicos. Respecto al cartel se puede decir que se utiliza no sólo el atractivo de lo hecho en ciencia sino el atractivo de la imagen que dentro de éste es un elemento

¹⁵ Dondis, 2000 p. 171

¹⁶ Vilchis, 2010 p. 371



Cartel para mostrar la variedad de *Dahlia coccinea* Cav. - Enrique Ortiz y Abril Angeles

poderosísimo para logra el objetivo para el cual está designado que es atraer la mayor atención en el menor tiempo posible.

El diseño editorial como tal es un recurso sumamente usado pues se generan muchos materiales impresos como se ha mencionado el cartel pero también se crean publicaciones más grandes generando un contenido mucho mayor en este caso los libros tienen esta función. El diseñador entonces se enfrenta no sólo a comunicar el resultado de las investigaciones sino a conformar un material que pueda ser de fácil lectura, agradable a la vista y mantenga la función de divulgar y difundir.

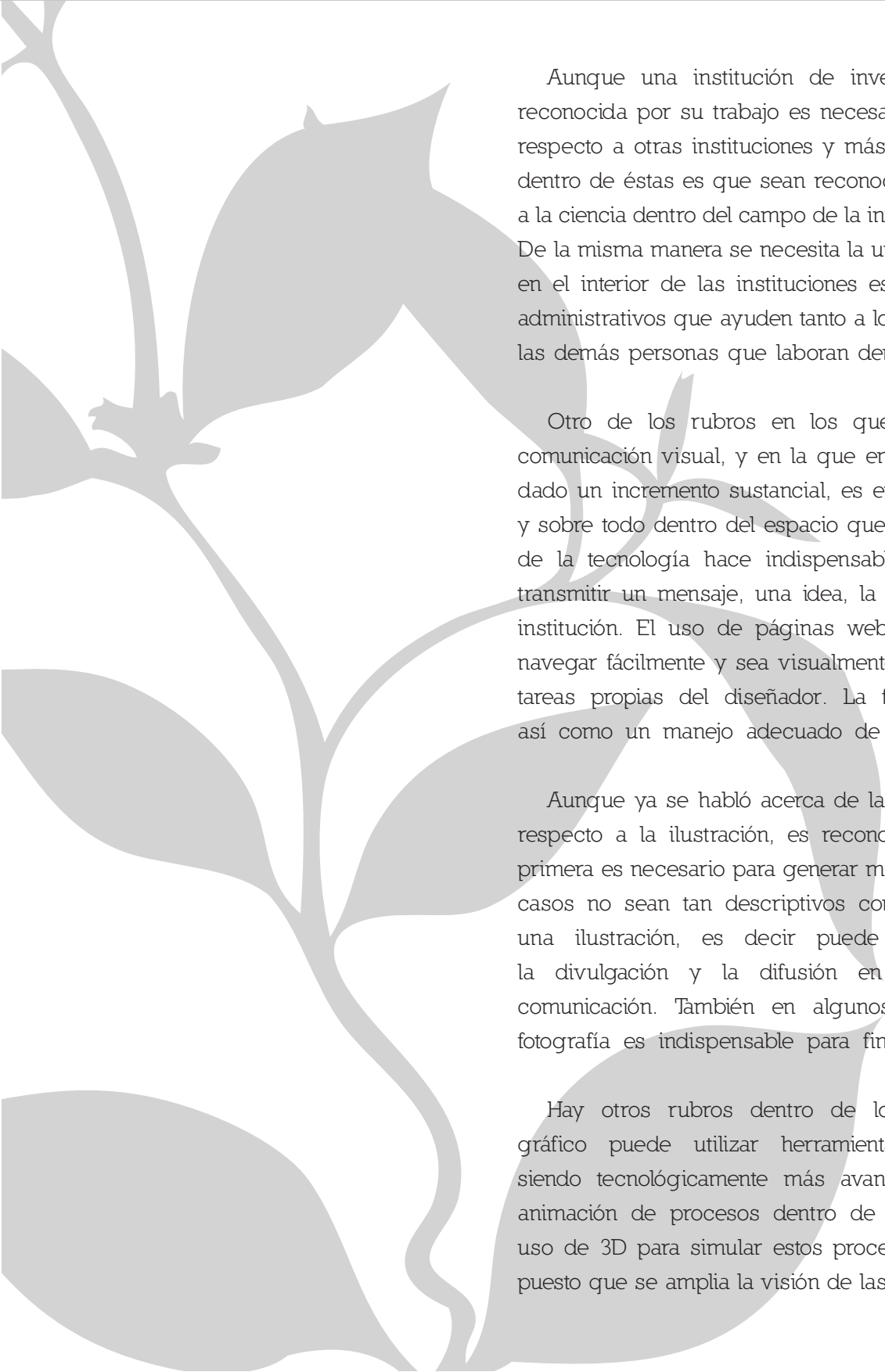
También dentro del diseño editorial se encuentran los trípticos, dípticos y demás material con información acerca de los eventos que se realicen para dar a conocer alguna información, también son necesidades gráficas básicas, en donde se crea la fusión creativa entre texto e imagen. Estos materiales incluso se utilizan para dar información acerca de los acervos que contiene cada institución y pueden incluir un poco de la historia del lugar hasta la manera de consultar los materiales que se encuentran contenidos en estos lugares.

El material didáctico no es la excepción si se habla de divulgación, los materiales que acercan a los niños y personas interesadas en éste ámbito, que no necesariamente quieran adentrarse a fondo necesitan un material que pueda ser interpretado fácilmente, manufacturado con un lenguaje fácil de entender y un manejo de la imagen atractivo para que sea fácilmente asimilado. Además dentro de este rubro, en algunos casos, se quiere estimular el uso de la creatividad en las personas que lleguen a utilizar estos materiales, que utilicen la imaginación y se acerquen más a la ciencia.

Es bien conocido que la unificación de la imagen a través de la identidad corporativa, es un factor importante en la fiabilidad de una empresa, lo mismo sucede a nivel institucional. En algunas instituciones puede llegar a darse el caso que el manejo de la identidad institucional sea inexistente, no esté unificada y en el mejor de los casos esté desactualizada y no refleje visión y carácter.



Calendario Compositae 2011- Enrique Ortiz y Abril Angeles



Aunque una institución de investigación científica sea reconocida por su trabajo es necesario ubicarla visualmente respecto a otras instituciones y más cuando lo que se trata dentro de éstas es que sean reconocidas sus contribuciones a la ciencia dentro del campo de la investigación e innovación. De la misma manera se necesita la unificación de la identidad en el interior de las instituciones esto con fines claramente administrativos que ayuden tanto a los investigadores como a las demás personas que laboran dentro de las instituciones.

Otro de los rubros en los que se puede mejorar la comunicación visual, y en la que en los últimos años se ha dado un incremento sustancial, es en el área de multimedia y sobre todo dentro del espacio que ocupa internet. El auge de la tecnología hace indispensable la actualización para transmitir un mensaje, una idea, la misión y visión de una institución. El uso de páginas web en las que se pueda navegar fácilmente y sea visualmente efectiva es una de las tareas propias del diseñador. La funcionalidad es básica así como un manejo adecuado de los elementos visuales.

Aunque ya se habló acerca de la función de la fotografía respecto a la ilustración, es reconocido que el uso de la primera es necesario para generar materiales que en algunos casos no sean tan descriptivos como cuando se necesita una ilustración, es decir puede apoyar perfectamente la divulgación y la difusión en diferentes niveles de comunicación. También en algunos casos el uso de la fotografía es indispensable para fines puramente estéticos.

Hay otros rubros dentro de los cuales el diseñador gráfico puede utilizar herramientas digitales que van siendo tecnológicamente más avanzadas, por ejemplo, la animación de procesos dentro de la ciencia así como el uso de 3D para simular estos procesos es de gran utilidad puesto que se amplía la visión de las estructuras en cuestión.



Cartel de *Dahlia merckii* para International Gartenschau Hamburg 2013 - Abril Angeles

CAPÍTULO 3. El Diseñador gráfico en la difusión y la divulgación de la ciencia.

Así mismo el uso de video, no sólo para los ya conocidos documentales, sino también para fines institucionales o videos educativos son de gran utilidad.

Quizá con el paso del tiempo las necesidades de comunicación dentro de la ciencia se incrementen debido al mismo aumento de la producción científica y de la misma necesidad de divulgación y difusión que tiene, incluso con el incremento de la tecnología que avanza rápidamente a niveles sorprendentes. Así es como el Diseñador gráfico necesita estar en constante actualización para estar preparado para las nuevas necesidades comunicativas que se vayan presentando dentro de la Ciencia.



Conclusiones

El diseñador necesita comprender el ambiente dentro del cual se está desarrollando en el área que sea, para lograr la interdisciplinariedad necesita tener cualidades específicas, como habilidad para la observación, síntesis de lo observado y facilidad para la investigación, no sólo en el área científica se necesitan estas cualidades puesto que dentro de todas las áreas en las que pueda incursionar necesita saber cuáles son los objetivos que tiene que lograr y a qué se está enfrentado para poder comunicar lo que se le pida.

Aunque el Diseño gráfico, como disciplina, se ha volcado casi enteramente en el discurso de tipo publicitario, político, propagandístico y quizá cultural, es necesario revalorizarla como una disciplina que puede comunicar, no sólo con la intención de promoción y posicionamiento en el mercado de productos o servicios utilizando la persuasión como modus operandi, sino también como una disciplina que puede comunicar en un nivel formativo sin intentar modificar la conducta de los receptores, es decir, darle un sentido y misión diferente, más noble y que se acerque más a la educación y a la aproximación con la ciencia.

En cierto sentido es adecuado llegar a la especialización dentro del Diseño puesto que puede concentrarse la habilidad y/o aptitud del diseñador gráfico para resolver problemas específicos, además al especializarse se va generando experiencia y un alto conocimiento del área en cuestión, sin embargo aunque esto pueda parecer una ventaja también puede significar una exclusión e incluso un atraso dentro del mismo medio llegando incluso a poner al diseñador en desventaja respecto a sus pares por la falta de actualización en las otras áreas en las cuales se divide el diseño. Con esto no se quiere decir que el diseñador se concentre en una sola cosa o que deba de estar al tanto de todo, puesto

Conclusiones

que esto es casi imposible al haber un incremento sustancial de la producción artística y actualizaciones de software, sino que es necesario concentrarse en lo que lo apasiona sin descuidar la versatilidad para resolver problemas visuales de otras áreas del Diseño.

La interdisciplinariedad se da en muchos niveles y entre muchas disciplinas pero estas relaciones están en la mayoría de los casos poco estudiadas. El incremento, estudio e investigación acerca de éstas y la publicación de sus particularidades, así como el modo de trabajar la imagen, puede significar un gran avance dentro del campo del diseño gráfico pues al haber teoría, basada en la experimentación y práctica dentro de otros campos, puede abrir un camino hacia la resolución de problemas gráficos que no están a la vista pero que generalmente son necesarios para una adecuada comunicación del área o disciplina de la cual se trate. La publicación de estos resultados nutren la teoría del diseño y se va generando una historia de la evolución de éste, tanto los aciertos como desaciertos y se genera un conocimiento que puede ser útil para las nuevas generaciones.

En otras palabras se pueden abrir nichos de trabajo para los diseñadores interesados no sólo en el área de publicidad, mercadotecnia, etc. sino para aquellos diseñadores que buscan un perfil más apegado a la difusión y divulgación de la ciencia o simplemente diferente para la praxis del diseño.

Fuentes

Fuentes bibliográficas

- Acha, J. *Las ciencias y las artes*. Revista de la Coordinación de Estudios de Posgrado. Arte y Ciencia. Año 6 Número 19, Junio, 1990.
- Arellano, Fernando. *Una introducción a la Venezuela prehispánica*. Culturas de las Naciones Indígenas Venezolanas. Universidad Católica Andres Bello, 1987
- Aureliano, R. *Índice de las Gacetas de literatura de México de José Antonio Alzate y Ramírez*. Revista Ciencias, Número 047, julio-septiembre. Facultad de Ciencias. UNAM. 1997
- Baigrie, B. *Picturing Knowledge*. Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science. University of Toronto Press. Toronto, Canada. 1996.
- Barroso, C. D. & Magaña, G. *Estudio y conservación del patrimonio cultural de la UG. Ilustraciones científicas de Alfredo Dugès*. Interior Gráfico, Universidad de Guanajuato, 2007
- Blanch, Carlos Andrés, *La reforma protestante y el triunfo de la subjetividad moderna*. Universidad Nacional de Villa María, Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Humanas, Argentina 2008
- Blanco, P. *Los herbarios de las expediciones científicas españolas al Nuevo Mundo*. Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia – Volu. XLVII-2 España, 1995.
- Bridson, D. *The herbarium handbook*. Royal Botanic Garden, Kew, Great Britain, 1992.
- Bridson, D & White J. *Plant, animal & anatomical illustration in art & science. A bibliographical guide from 16th century to the present day*. St. Paul's Bibliographies, Winchester, Great Britain. 1990.
- Blunt, W. *The art of botanical illustration, an Illustrated History*. Dover Publications, Inc. New York, USA. 1994.
- Busby, J. *Drawing birds*. A&C Black Publishers Ltd. Royal Society for Protection of Birds. Bedfordshire, United Kingdom. 2004
- Calkins, C. *Human Anatomical Science and Illustration: The Origin of Two Inseparable Disciplines*. Clin Anat No.12. Medical College of Wisconsin. Milwaukee, Wisconsin. 1999

Fuentes

- Castañón, Adolfo. *José María Velasco, el arquitecto del aire*. *Letras Libres*. No. 143. Noviembre 2010
- Cecchi, M. *El ¿delito? de Aristóteles*. Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 2001
- Cocucci, A. *Dibujo científico. Manual para Biólogos que no son dibujantes y dibujantes que no son Biólogos*. Sociedad Argentina de Botánica. Córdoba, Argentina. 2000
- Cue G., A. *Entrevista con Elías Trabulse*. *Historia Mexicana. Historia y Ciencia Moderna En México*. Vol. 45, No. 3, enero-marzo. El Colegio de México. 1996
- Dalley, T. *Guía completa de ilustración y diseño*. H. Blume Ediciones, España. 1982
- Danston, Lorraine & Galison, Peter. *Objectivity*. Zone Books, New York 2007
- Dávila, P. D et al., *Herbario Nacional de México*. Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1991
- De Solano, F. *Los Resultados Científicos de la Real Expedición Hispanofrancesa al Virreinato de Perú, 1749-1823*. *Historia Mexicana*. Vol. 46, No. 4, abril-junio. Homenaje a don Edmundo O'Gorman. El Colegio de México. 1997
- Dondis, D. *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Ediciones Gustavo Gili. 14^a edición. México. 2000.
- Drucker, R. *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación científica*. UNAM. 2007
- Flores, L. *Ciencias. Revista de Difusión: Crónica de Veinte años*. Tesis Lic. En Ciencias de la comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM. 2004
- Ford, D. *Images of science. A history of scientific illustration*. Oxford University Press, New York, USA. 1993
- Fuentes, R. *La práctica del diseño gráfico. Una metodología creativa*. Ediciones Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España. 2005.

Fuentes

- Garibay S., Roberto *Breve historia de la Academia de San Carlos y de la Escuela Nacional de Artes Plásticas*. División de estudios de Posgrado. ENAP, UNAM. 1990.
- Germán, T. *Herbario Nacional de México*. Instituto de Biología, UNAM, México. 1991.
- Germani-Fábris. *Fundamentos del proyecto gráfico*. Editorial Don Bosco. Barcelona, España. 1973.
- Gómez, H. *Viaje interminable de un naturalista*. Academia Mexicana de Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. México D.F. 2005
- González, M. *La Divulgación de La Ciencia en su discurso frente al público*. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México. 2003
- Grañén, M. *La Dendrología Natural, un manuscrito ilustrado sobre botánica mexicana*. "Arte y ciencia" XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte, Instituto de Investigaciones Estéticas, U. N. A. M. 2002
- Grendler, P. *Schooling in Western Europe*. Quarterly, Vol. 43, No. 4. The University of Chicago Press on behalf of the Renaissance Society of America. 1990
- Guerrero, M. *Los talleres de divulgación científica como agentes para el desarrollo de una cultura científica*. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires, Argentina. 2009
- Guiñazú, C. *Mauricio Rugendas: pintor y viajero de nuestra América*. Lehman College, CUNY Susana Haydu Yale University, USA. 2002
- Hernández, M. *Una aproximación a la función de los talleristas en actividades de Divulgación Científica*. Tesina de Maestría. Posgrado en Filosofía de la Ciencia UNAM. 2011
- Hodges, E. *Scientific illustration: a working relationship between the scientist and artist* BioScience Vol. 39 No. 2 Biologist's Toolbox, 1989. Pág 104
- Hodges, E. *The Guild Handbook of Scientific Illustration*. Van Nostrand Reinhold. New York, USA. 1989.
- Holmgren, N. & Angell, B. *Botanical Illustration: Preparation to publication*. The New York Botanical Garden, USA. 1986.

Fuentes

- Huerta, J. *Leonardo Da Vinci o la perspectiva científica en el arte y en la vida*. Revista de la Coordinación de Estudios de Posgrado. Arte y Ciencia. Año 6 Número 19. Junio, 1990.
- Kumate, Jesús *Libellus de medicinalibus indorum herbis* Ciencia y desarrollo. Vol XVI Núm 95, Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología, Nov-Dic 1990.
- Keyser, B. *Science and Sensibility: Chemistry and the Aesthetics of Color in the Early Nineteenth Century*. Color research and application. Volume 21, Number 3, June. Queen's University. Ontario, Canada. 1996
- Labastida, J. *La Ilustración científica*. Revista de la Universidad de México. Nueva época. Julio 2009, No. 65
- Leonardini, N. *El Grabado en el Perú republicano*. Diccionario histórico. UNMSM. Fondo Editorial. Lima, Perú. 2003
- Lot. A. & Varela B. *Ciencia e imagen*. Instituto de Biología, UNAM. México. 2006.
- Magner, L. *A History of the Life Sciences*. New York Marcel Dekker, Inc., USA. 1994
- Male, Alan. *Illustration. A Theoretical & Contextual Perspective*. AVA Publishing SA Lausanne, Switzerland. 2007
- Maldonado, P. La Ciencia y el Hombre. Editorial. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana Vol XX No. 3 Septiembre-Diciembre de 2007
<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num3/editorial.html>
- Martínez, J. *La ilustración como categoría: Una teoría unificada sobre arte y conocimiento*. Ediciones Trea, S.L. Gijón, España. 2004.
- Mercant, J. *Historia de la farmacoterapia: siglos XVIII y XIX La farmacia monástica de la Real Cartuja de Valldemossa*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, España. 2008

Fuentes

- Mesa, D. *Protocolos Para La Preservación y Manejo de Colecciones Biológicas*. Boletín Científico, Centro de Museos. Museo de Historia Natural Vol. 10, enero-diciembre. Universidad de Caldas, Colombia. 2006
- Moreno, N., Escamilla, M. *Glosario botánico ilustrado*. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver., México. 1984
- Moyssén, Xavier. *Eugenio Landesio, Teórico y Crítico de Arte*. Anales del Instituto de Investigaciones estéticas. UNAM. Volumen VIII, número 32, 1963
- Muñoz, C. *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México, 1998.
- Museo Soumaya, *Pintura europea de los siglos XV a XVIII*, Asociación Carso S.A. Plaza Loreto, Distrito Federal, México 1996
- Myers, K. Fernández de Oviedo's Chronicle of America. A New History for a New World. University of Texas Press. Austin. 2007
- Sánchez Ruíz, J. et al. *El Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis, un legado farmacéutico del Colegio de la Santa Cruz de Tlatelolco*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. Año/vol. 38 número 004, octubre-diciembre. Asociación Farmacéutica Mexicana A. C., México. 2007
- Ochoa, C. Forma versus función. Historia de la homología y la analogía. FES Iztacala, UNAM. 2009
- Olvera, M. *Colecta y preparación de un ejemplar herborizado*. Folleto informativo del Herbario Nacional de México. Instituto de Biología. UNAM
- Palacio-Pérez, E. *Cave Art and the Theory of Art: The origins of the religious interpretation of palaeolithic graphic expression*. Oxford Journal of Archaeology vol. 29 Issue 1. Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom. 2010
- Panofsky, Edwin. *Vida y arte de Alberto Dürero*. Princenton University Press, 1955 (versión española María Luisa Balseiro, Alianza Editorial 1982)

Fuentes

- Polo, J. *La expedición botánica a Nueva España, 1786-1803: el Jardín Botánico y la cátedra de botánica*. Historia Mexicana. Vol. 50, No. Julio-septiembre. El Colegio de México. 2000
- Puche, C. *Suzanne Davit. Una Ilustradora a l'Institut Botànic*. Institut Botànic de Barcelona i Omnis cellula. 2007
- Romero, Laura. *El Instituto de Biología, pilar en el resguardo de la biodiversidad*. Gaceta UNAM, Organo informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 4345 Pág 20-21. 16 de junio de 2011
- Rovira, J. M. & Muntada A., *León Battista Alberti*, Editorial Stylos, Barcelona, España. 1998
- Saladino G., Alberto *Impacto de la Revolución Mexicana en la ciencia y tecnología*. Investigación e información científica en México. Siglo XXI Editores / Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades de la UNAM, México, 1988, p. 66.
- Sánchez. L. *Análisis temático de las revistas Ciencia y desarrollo ¿Cómo ves? Y Conversus*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM. 2010
- Scherer. B. *Arte y ciencia*. Revista Ciencias. Número 074, abril-junio. Facultad de Ciencias. UNAM. México, 2004.
- Schmelkes, C. *Manual para la presentación de anteproyectos en informes de investigación* (tesis). Editorial Harla. México. 1988.
- Simpson, N. *Botanical symbols: a new symbol set for new images*. Journal of the Linnean Society 162, London, UK. 2010.
- Simpson, N. and Barnes P. *Photography and contemporary botanical illustration*. Curti's Botanical Magazine vol 25 issue 3. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. 2008.
- Smith, P. *The body of the Artisan. Art and Experience in the Scientific Revolution*. The University of Chicago Press. 2004
- Smith, S. *From Ars to Scientia: The Revolution of Anatomic Illustration*. Mayo Clinic College of Medicine, Rochester, Minnesota Clinical Anatomy No. 19. 2006

Stephens, M. *A man of great industry*, Australian Museum, 2009

Téllez, H. & Espinosa, J. *La astronomía Teórica Novohispana: Francisco Dimas Rangel y la Aurora Boreal de 1789*. Relaciones, Estudios de Historia y Sociedad, revista 117, Invierno 2009. Vol. XIX

Trabulse, E. *Arte y ciencia en la Historia de México*. Fomento Cultural Banamex, A.C. México. 1995.

Trabulse, E. *v. Talleres gráficos de la nación*, México, 1991

Ulrich, G. *El placer de dibujar*. Círculo de lectores. Valencia, España. 1969.

Vargas, G. *Diseño e ilustración para una guía de arañas de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Artes Plásticas. UNAM. México. 2006

van de Perre, H., (tr. Gallego, Víctor) *Van Eyck, el cordero místico: el misterio de la belleza*, Ed. Electa. Madrid, España. 1996

Vilchis, L. *Historia del Diseño Gráfico en México 1910-2010* 1ª edición. México INBA-CONACULTA. 2010.

Walhout, P. *The Beautiful And The Sublime In Natural Science*. Zygon Journal of Religion and Science. Volume 44, Issue 4, December 2009

Zamudio, G. *El real Jardín Botánico del Palacio Virreinal de la Nueva España*. Revista Ciencias, Número 068, octubre-diciembre. Facultad de Ciencias. UNAM. 2002

Zamudio, G. *Las expediciones botánicas a América*. Revista Ciencias, Número 029, enero. Facultad de Ciencias. UNAM. 1993

Zwolle, W. *Netherlandish art in Rijksmuseum*, Ámsterdam, Holanda 2000

Zomlefer, W. *Guide to flowering*. The University of North Carolina Press, USA. 1994.

Fuentes

Fuentes electrónicas

http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=354

<http://cac.mcgill.ca/maxwells/libpics.htm>

<http://www.panteek.com/TransactionsFruit/index3.htm>

<http://www.ibiologia.unam.mx/herbario/frame.htm>

<http://beckerexhibits.wustl.edu/Herbal/1/3.html>

<http://www.eduteka.org/ListaVerbos.php3>

<http://www.ee.bilkent.edu.tr/~history/early.html>

<http://www.lux-et-umbra.com/catalogue-book-davinci1651.htm>

<http://nicol.club.fr/ciret/espagnol/visiones.html>

http://www.plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=38056

<http://www.ee.bilkent.edu.tr/~history/early.html>

<http://www.unrc.edu.ar/publicar/21/cinco.html>

<http://historiadelarteproyectodeaula.blogspot.com/>

http://www.somedicyt.org.mx/tesis_comunicacion.html

<http://www.biodiversitylibrary.org/item/115342#page/6/mode/2up>

<http://www.optica.unican.es/rno7/Contribuciones/ArticulosPDF/MunozBox4Pag.pdf>

<http://www.lehman.cuny.edu/ciberletras/v05/guinazuhaydu.html>

<http://australianmuseum.net.au/A-man-of-great-industry>

<http://archive.org/stream/rerummedicarumno00hern#page/10/mode/2up>

http://metmuseum.org/collections/search-the-collections?ft=*&who=William+Say

http://sepiensa.org.mx/contenidos/h_mexicanas/s.xix/rugend/rugen.htm

<http://www.interiorgrafico.com/articulos/19-tercera-edicion-mayo-2007/18-estudio-y-conservaci?start=1>

<http://www.royalcollection.org.uk/microsites/amazingrarethings/maker.asp?exhibs=ARTmerian>

http://www.taschen.com/pages/es/catalogue/classics/all/00352/facts.maria_sibylla_merian_insects_of_surinam.htm

<<http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/6509/labastida/65labastida.html>> [Consulta: 08/03/2010]. Y <http://portal.sre.gob.mx/suiza/index.php?option=displaypage&Itemid=140&op=pag e&SubMenu=>

Fuentes

Fuentes vivas

M. en C. Verónica Juárez Jaimes

Técnica Académica Titular "B" Tiempo completo del Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM

M. en I. Aldi de Oyarzabal

Ilustrador Científico y Técnico Académico Titular "B" T.C., PRIDE "C"

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM

Biol. Albino Luna Sánchez

Ilustrador científico. Instituto de Biología, UNAM

Lic. En D.G. Julio César Montero Rojas

Diseñador Gráfico, Instituto de Biología, UNAM

M. en C. Rafael Torres Colin

Técnico Académico Titular "A" T. C. Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM