

Geometría en la botánica

Isaac Mancero Mosquera

Introducción

La representación visual de especies botánicas mediante modelos geométricos no solo es un ejercicio creativo, sino también una herramienta poderosa para dar visibilidad a especies poco conocidas.

Estas representaciones pueden captar la atención hacia formas y estructuras que, de otro modo, pasarían desapercibidas, destacando la riqueza y diversidad del mundo natural. El Bosque Protector Prosperina no es una excepción, con innumerables especies de nativas con las cuales la población estudiantil del campus Prosperina convive pero que conoce poco. El uso de la geometría en la descripción, el desarrollo de catálogos ilustrados permite comunicar de manera clara y atractiva conceptos relacionados con problemas ambientales y la conservación de especies en riesgo [1][2]. Al unir ciencia, diseño y geometría, se fomenta una mayor conciencia sobre la importancia de preservar estos tesoros naturales, al tiempo que se desarrolla un lenguaje visual que conecta a las personas con la naturaleza[3].



Figura 1: Exploración de formas y simetrías en una flor de bedoca (*Passiflora foetida*) [4].

Objetivos instruccionales

Se busca desarrollar una propuesta de comunicación visual que incluya conceptos matemáticos y pueda servir para transmitir un mensaje y captar el interés sobre las especies del Bosque Protector Prosperina. En este contexto, se espera que el estudiante aprenda a:

1. Identificar patrones geométricos presentes y describirlos mediante medidas.
2. Determinar las proporciones presentes.
3. Describir los tipos de simetría pertinentes.
4. Identificar configuraciones relativas.
5. Desarrollar productos de carácter visual tanto científicamente descriptivos como artísticos.

Simetría floral

La simetría de una figura, desde una perspectiva geométrica, se define como una transformación u operación que, al aplicarse, mantiene inalteradas su apariencia, medidas y proporciones [5]. El único cambio perceptible suele limitarse a una variación en su posición dentro del espacio. Una figura se considera simétrica si, tras dicha transformación, permanece geoméricamente congruente con la original. Además, una figura puede exhibir múltiples tipos de simetría simultáneamente.

En las plantas, la simetría está relacionada con numerosos aspectos de la evolución y adaptación de las flores [6]. En particular, en las flores da origen a 3 categorías principales: flores asimétricas o carentes de toda simetría, flores zigomorfas o con simetría bilateral y flores actinomorfas con simetría radial. Estos términos tienen su equivalente en matemáticas, por lo tanto se procederá a estudiar en detalle a continuación.

Simetría bilateral o simetría de reflexión

Se dice que una figura tiene simetría de reflexión si existe un eje o plano de simetría, tal que la figura es un reflejo perfecto de sí misma a ambos lados del eje de simetría. Un ejemplo se muestra en Figura 2, donde se presenta el eje de simetría que actúa como un *espejo* reflectante, de modo que la imagen a un lado del eje es un reflejo de la imagen al otro lado.

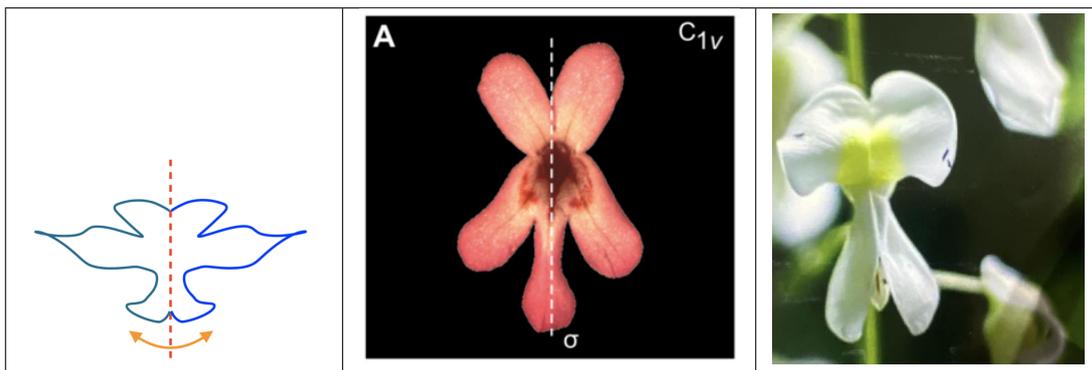


Figura 2: Esquema de simetría de reflexión (izquierda). En el panel central, una flor zigomorfa (*Fedia graciliflora*) o sea con simetría bilateral o de reflexión, tomado de [7]. A la derecha, *Gliricidia brenningii*, flor zigomorfa reportada en el Bosque Protector Prosperina [4].

Simetría radial es simetría de rotación

Una figura tiene simetría de rotación *de orden n*, si existe un punto que actúa como centro de rotación, alrededor del cual la figura puede rotarse por un cierto ángulo y mantener la misma apariencia. Este ángulo es π/n y significa también que se necesitan n rotaciones para una vuelta completa. Véase los ejemplos en Figura 3, donde un objeto puede rotar un ángulo de 120° y el resultado es congruente con el original. Esta rotación debe hacerse en torno al punto o centro de rotación indicado.

Combinaciones de simetrías

En numerosos casos, las plantas suelen presentar más de una simetría. Algunas de estas combinaciones han logrado mayor notoriedad entre la comunidad botánica.

Por ejemplo, numerosas especies presentan tanto la simetría de rotación como la de reflexión. En este caso, si hay rotación de orden n , entonces hay también n ejes de reflexión uniformemente distribuidos, como se ilustra en Figura 4. Compárese con Figura 3, cuyos ejemplos solo presentan simetría de rotación pero no de reflexión.

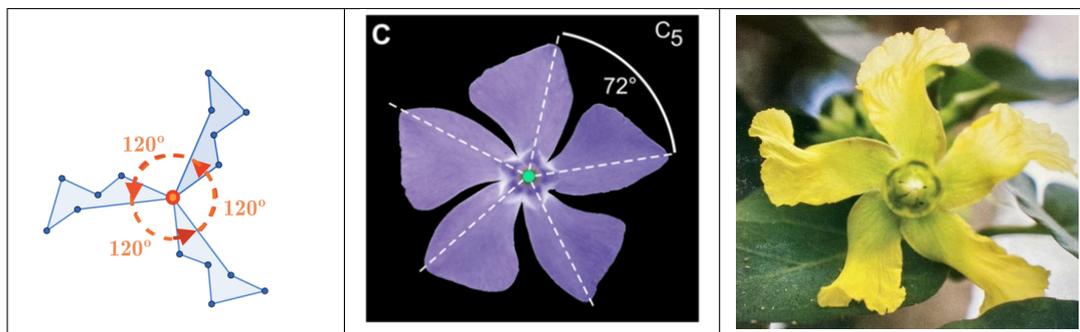


Figura 3: Esquema de simetría de rotación por 120° (izquierda). En el panel central, una flor actinomorfa (*Vinca minor*) con simetría rotacional de orden 5, tomado de [7]. A la derecha, *Prestonia mollis*, flor actinomorfa reportada en el Bosque Protector Prosperina [4].

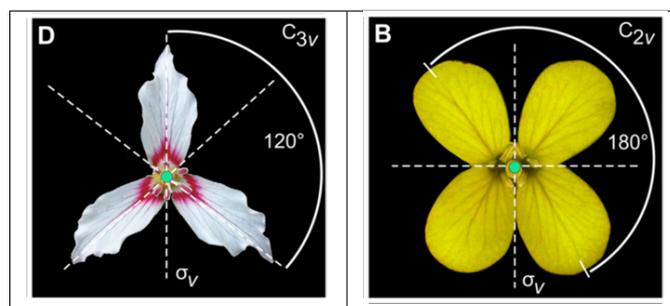


Figura 4: Ejemplar de *Trillium undulatum* (izquierda), mostrando simetría de rotación de orden 3, en donde también existen ejes de reflexión uniformemente espaciados por 120° , correspondiente a $\pi/3$. En el panel derecho, una flor de *Erysimum mediohispanicum*, con simetría rotacional de orden 4. De esta última también se dice que tiene bisimetría, por tener dos ejes de reflexión perpendiculares. Ambos ejemplos son tomados de [7].

Inflorescencias

Las flores pueden desarrollarse individualmente en la punta de los tallos principales (terminales), o en el extremo de pequeños tallos laterales que surgen en las axilas de las hojas o en posiciones opuestas a ellas. No obstante, es común que las flores se organicen en ramificaciones especializadas distintas de las estructuras vegetativas [8]. Estos grupos reciben el nombre de inflorescencias y suelen mejorar la atracción de los polinizadores y optimizar el intercambio de polen, así como facilitar la dispersión de los frutos.

En Figura 5 se presentan varios tipos de inflorescencias entre los muchos que existen. En particular, los tipos A (racimo) y B (espiga) tienen un tipo de simetría peculiar denominada traslaxreflexión [5], que combina una traslación con una reflexión. La reflexión por sí sola no es suficiente.

Simetría de deslizamiento o traslaxreflexión

Se afirma que una figura tiene simetría traslacional si puede ser desplazada a lo largo de una dirección en el plano, de manera que sigue viéndose igual luego de la traslación. En cambio, en la simetría de deslizamiento se combina dos transformaciones geométricas: una reflexión y una traslación. Primero, se realiza una reflexión de la figura respecto a una línea o eje de reflexión. Luego, se desplaza (o desliza) la figura reflejada en una dirección paralela a la línea de reflexión.

Este tipo de simetría es común en ciertos tipos de inflorescencias. La traslaxreflexión es única porque ninguna de las dos transformaciones por separado mantiene el patrón. En Figura 6 se presenta un ejemplo común en el Bosque Protector Prosperina, la inflorescencia de fernán sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Wedd., o *Triplaris cumingiana*).

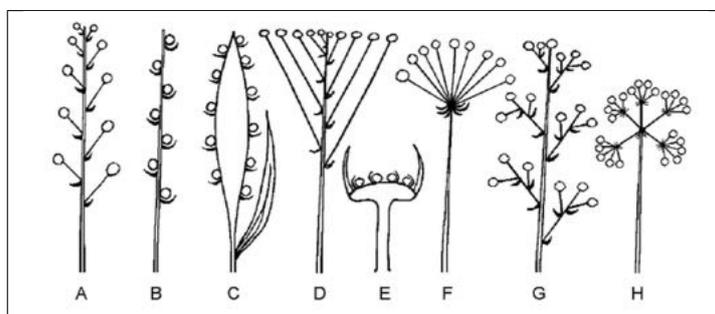


Figura 5: Algunos tipos de inflorescencias reportadas en [8]. A: racimo. B: espiga. C: espádice. D: corimbo. E: capítulo. F: umbela. G: panícula. H: umbela compuesta.

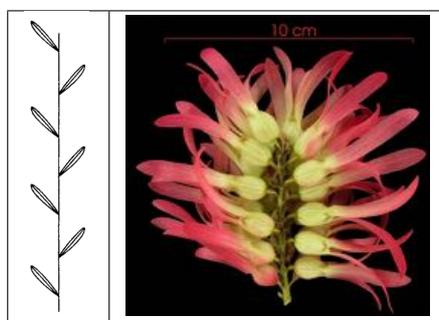


Figura 6: A la izquierda, esquema de la simetría de deslizamiento [5]. A la derecha, inflorescencia de fernán sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Wedd.), cuya disposición presenta simetría de traslaxión [9].

La ilustración

El objetivo de la ilustración botánica es capturar las características distintivas de las plantas, destacando su forma, estructura, textura y color de flores, hojas, frutos y otras partes. Estas representaciones visuales complementan las descripciones escritas y son esenciales para la identificación y clasificación de especies. Las imágenes naturalistas trascienden lo puramente científico al comunicar la belleza y complejidad del mundo natural, despertando interés en un amplio rango de audiencias.

Se puede también dejar espacio a la imaginación y al arte inspirado en las plantas. La ilustración artística aporta un componente expresivo, estilístico y emocional sobre el sujeto representado. Esta combinación permite crear imágenes que no solo son informativas, sino también visualmente cautivadoras, promoviendo la apreciación de su importancia, y abriendo puertas a nuevos lenguajes visuales, útiles para la educación, la divulgación científica y el diseño gráfico. Algunos ejemplos se muestran en Figura 8.

Entregables

El estudiante debe seleccionar una especie de planta nativa del Bosque Protector Prosperina, explorar sus formas y simetrías y elaborar un documento estilo afiche, póster o reporte técnico que contenga:

- Nombre común y nombre científico de la especie seleccionada.
- Foto de la especie (puede ser foto propia, o tomada de un sitio web u otro documento, en cuyo caso deben citar como referencia).
- Descripción de simetrías encontradas. Use ayudas visuales.
- Descripción de medidas y proporciones. Use ayudas visuales.

-
- Ilustraciones de la planta; pueden ser realistas o artísticas.
 - Opcional: archivo con gráfico vectorial, o con modelo 3D que pueda servir para una impresora 3D. Dependiendo de si la forma encontrada es de gran interés para el grupo de trabajo.

Tema propuesto: semilla del fernán sánchez

El fernán sánchez o *Triplaris guayaquilensis* Wedd es un árbol maderable de gran interés en la elaboración de mobiliario de casa [10]. En particular, se propone analizar su semilla, dotada de 3 alas oblongas, a manera de hélice, que permiten su dispersión aérea (Figura 7).

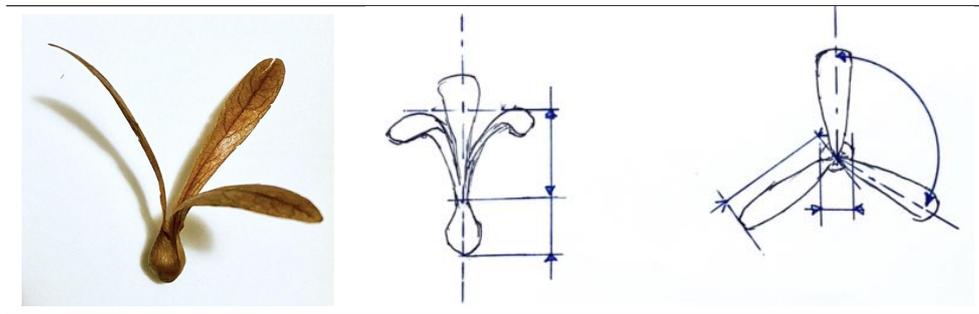


Figura 7: Ejemplar de semilla de Fernán Sánchez, con su característica triple ala; y sus posibles medidas de interés.

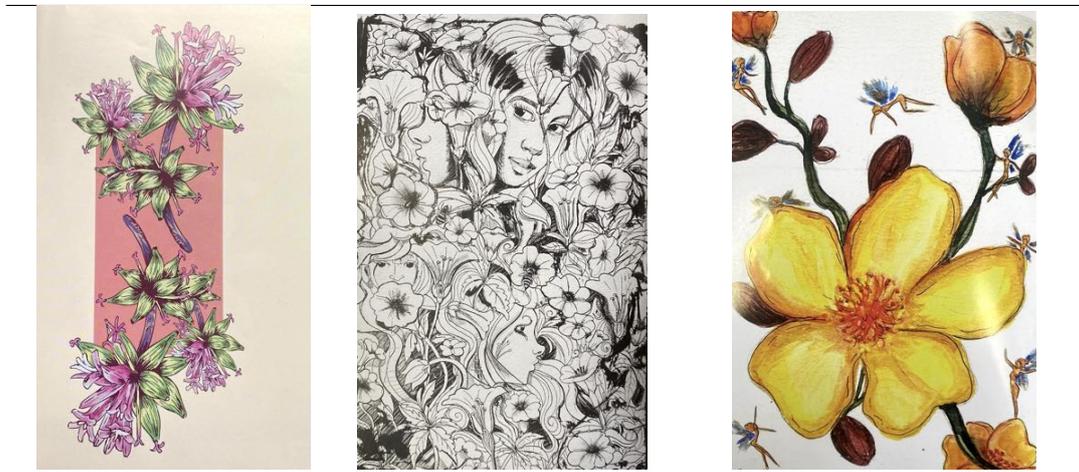


Figura 8: Ejemplos de ilustraciones tomados de [4]; naturalista (izquierda), artístico (centro) y mixto (derecha) un esquema. En orden, los autores son Ricky Montoya, David Castillo y María José Hidalgo.



Referencias

- [1] R. V. Motoche Motoche y M. J. Perlaza Mendoza. «Repositorio de patrones visuales basados en la morfología de los lepidópteros del Bosque Protector La Prosperina». Tesis de grado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2020.

-
- [2] J. D. Morales Mata. «Catálogo infantil ilustrado sobre las especies endémicas del Ecuador que se encuentran amenazadas». Tesis de grado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2023.
- [3] J. M. Blum Villamar y J. A. Moreno Villón. «Diseño de cuento infantil sobre el cambio climático». Tesis de grado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2023.
- [4] J. Naranjo Morán et al. *Florecimiento del arte en la botánica: Libro de la morfología floral del Bosque Protector La Prosperina*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2021.
- [5] M. Artin. *Álgebra*. Prentice Hall Publications, 2011.
- [6] Victoria Spencer y Minsung Kim. «Re“CYC”ling molecular regulators in the evolution and development of flower symmetry». En: *Seminars in Cell & Developmental Biology* 79 (2018), págs. 16-26.
- [7] Yoland Savriama. «A Step-by-Step Guide for Geometric Morphometrics of Floral Symmetry». En: *Frontiers in Plants Science* 9.1433 (2018).
- [8] Bernardo Ramírez Padilla y Rosa Inés Goyes Acosta. *Botánica: Generalidades, morfología y anatomía de plantas superiores*. Editorial Universidad del Cauca, 2004.
- [9] Steven Patton. *Triplaris cumingiana*. Accessed: 2024-11-28. Smithsonian Tropical Research Institute. 2005. URL: <https://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metas/view/10684>.
- [10] Ecuador Forestal. *Ficha técnica No.7: Fernán Sánchez*. Accessed: 2024-11-29. 2020. URL: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/FERNAN-SANCHEZ.pdf>.