

Aprender Dibujando: experiencias exitosas en la formación científica y artística de maestros de infantil

Ines Ortega-Cubero¹
Marcia Eugenio-Gozalbo¹

¹Universidad de Valladolid, Valladolid – España

RESUMEN – Aprender Dibujando: experiencias exitosas en la formación científica y artística de maestros de infantil. Este trabajo de reflexión parte de un marco teórico sobre el papel del dibujo en la ciencia y su potencial como estrategia de aprendizaje. Se describen dos experiencias educativas exitosas con estudiantes de Grado en Educación Infantil de la Universidad de Valladolid (España): una para el estudio de los insectos y otra para el de las plantas. Bajo un enfoque artístico, los alumnos aprendieron contenidos de ciencias biológicas, mejoraron sus habilidades artístico-gráficas y modificaron sus actitudes iniciales de rechazo o indiferencia hacia los organismos estudiados. Por último, se reflexiona sobre las posibilidades didácticas del dibujo y las carencias en investigaciones situadas en la intersección arte-ciencia en educación, un campo emergente al que es necesario aportar investigación conjunta.

Palabras clave: Dibujo. Didáctica de las Ciencias. Educación Artística. Formación Inicial de Maestros.

ABSTRACT – Learning by Drawing: successful experiences in the scientific and artistic training of pre-school teachers. This reflective work is based on a theoretical framework on the role of drawing in science and its potential as a learning strategy. Two successful educational experiences with students on the degree course in early childhood education at the University of Valladolid (Spain) are described: one for the study of insects, and another for the study of plants. Under an artistic approach, students learned biological science content, improved their artistic graphic skills, and modified their initial attitudes of rejection and indifference towards the studied organisms. Finally, we reflect on the didactic possibilities of drawing and the shortcomings in research located at the intersection of art and science in education, an emerging field to which it is necessary to contribute through joint research.

Keywords: Drawing. Science Education. Art Education. Initial Teacher Training.

Introducción

Los vínculos que se han establecido entre arte y ciencia a lo largo de la historia son numerosos y variados. Es destacable que ambos campos del saber se han sentido atraídos por los misterios de la naturaleza y se han afanado, cada uno desde su prisma particular, en desvelar su orden interno. La observación y el análisis, muy a menudo de cuestiones formales (como la relación forma-función o los cambios de aspecto de los elementos naturales a lo largo del tiempo), son habilidades de fundamental importancia para ambas áreas de conocimiento. Arte y ciencia focalizan su atención en la naturaleza y en las leyes que la rigen, o, desde el punto de vista estrictamente artístico, que la ordenan formalmente. Pero el arte desborda esta perspectiva para ahondar en la influencia que la naturaleza tiene sobre las emociones del ser humano; porque la naturaleza calma, sana, es *locus amoenus* o lugar de disfrute por excelencia, y, a partir del Romanticismo, también es espejo de nuestros sentimientos de melancolía, de tristeza, o de pasiones desatadas. Sin duda, esta última perspectiva resulta muy alejada de la científica, característicamente orientada hacia el raciocinio y la cuantificación...pero es también cierto que, cada vez con mayor frecuencia, se oye hablar de cuestiones como el *síndrome por déficit de naturaleza*; de cómo el arte puede ayudarnos a fijarnos en pequeños *milagros* que nos pasan desapercibidos, mejorando nuestro bienestar psicoemocional; o resulta de utilidad para apreciar la belleza oculta de elementos o procesos que *a priori* consideramos intrínsecamente feos (Driessnack, 2009; Louv, 2010; Pouyet, 2009). De este modo, la estética, un tópico eminentemente artístico y un campo de estudio en sí mismo, puede pasar a considerarse un aspecto relevante para la enseñanza de las ciencias, que además procura beneficios cognitivos y psicológicos adicionales para los estudiantes de distintas etapas. En esta relación bidireccional, y mutualista, el dibujo derivado del estudio de la realidad resulta extremadamente nutritivo para el pensamiento artístico. Tal y como expresa López Fdez.-Cao (2015, p. 87), dibujar implica la necesidad de mirar cuidadosamente, agudamente, intensamente, afectivamente incluso: “implica escuchar el entorno, saber de sus reglas, notarla, comprender las estructuras y hacerse partícipe de ellas a través de la mano y los dedos”.

Marco Teórico

El Dibujo como Disciplina Descriptiva en la Ciencia

La ciencia siempre ha precisado registrar datos fruto de la observación de la naturaleza. En el registro de estas observaciones, la imagen tiene un papel tan importante como la palabra, pues permite detectar patrones y estructuras (Katz, 2017) y además evita una excesiva prolijidad del texto, completando y aumentando su significado (Cabezas; López, 2016). Así, aunque la representación científica no ha estado exenta de ciertas reticencias a lo largo de la historia, por considerarse la ima-

gen un elemento excesivamente dependiente de la habilidad del dibujante, de la eficacia los medios técnicos disponibles para su reproducción, e incluso de la propia tradición iconográfica en la que se inserta (Ivins, 1975), la utilidad y el alcance del dibujo como medio de representación fidedigna están fuera de toda duda en la actualidad (Baidal et al., 2022).

Es significativo cómo el *iconismo*, o representación científica sistematizada de los elementos naturales, se desarrolló sobre todo a raíz de las exploraciones científicas coloniales, en especial las desplegadas en el continente americano (Cabezas; López, 2016). Fue entonces cuando se hizo imprescindible definir y nombrar elementos desconocidos, pues resultaba obvio que no bastaba con decir que una planta o un animal se parecían a otro del viejo continente; sino que se hacía necesario estudiar y fijar eficientemente los nuevos conocimientos (Amaya; Puig-Samper, 2009). El resultado fue la creación de grandes colecciones de láminas, donde la exótica iconografía evidenciaba las ideas científicas y los parámetros culturales del momento, siendo los dibujos fuente de inspiración artística y medio de sensibilización del público hacia el trabajo de exploración (Attenborough et al., 2017).

Por otra parte, según refleja Ivins (1975), el código para la representación gráfica descriptiva se gestó a partir de la tensión entre dos ideales teóricos generales, cuya oposición fue definiendo la orientación del dibujo en la ciencia. Por una parte, hubo partidarios del retrato de cada individuo concreto, lo que implicaba recrear virtuosamente todos los pormenores del espécimen (por ejemplo, en el caso de las plantas, en el dibujo se incluían hojas secas o picadas por insectos). Por otra parte, había artistas y escuelas cuyo trabajo, de manera más o menos consciente, estaba orientado a la plasmación de *tipos*, o representaciones estandarizadas de cada especie que evitaban los pormenores circunstanciales que pudieran afectar a individuos concretos. Esta última opción fue la que finalmente se impuso, tras apasionantes debates sobre cómo se podían recrear, de manera unívoca, todos los aspectos del elemento natural a describir (en las plantas, no sólo el tallo y el follaje, sino el haz y el envés de las hojas, sus flores, raíces, frutos y semillas).

Realizar una generalización gráfica lo suficientemente buena para permitir el reconocimiento de cualquier individuo de una misma especie no era tarea fácil; por el contrario, implicaba un alto nivel de análisis e interpretación que sólo era posible tras una rigurosa labor de estudio. Se hacía también necesaria la recolección de distintos ejemplares y en distintas estaciones o fases de su desarrollo. La observación rigurosa, la comparación, la medición y, en suma, el análisis formal, sumado a los principios compositivos que producían una configuración armónica de las láminas, constituían la esencia de este tipo de trabajos gráficos.

Principios del Dibujo Científico y Diferencias Respecto a Otras Manifestaciones del Arte en la Ciencia: ilustración científica y dibujo naturalista

Desde el punto de vista artístico, el análisis de ejemplares que lleva a cabo el dibujo científico se centra sobre todo en aspectos estructurales, lo que puede conllevar la eliminación de elementos repetitivos, pero también de aquellos rasgos que se consideran excesivamente variables o superficiales. Es el caso del color, por ejemplo, que se ha suprimido de las claves de flora y también está prácticamente ausente en los dibujos científicos entomológicos. La ciencia posee un interés legítimo por la forma desnuda, o separada de elementos que puedan distraer. Aún más, privilegia una innegable tendencia visual hacia lo que podríamos denominar *forma esencial*, aquella que tiene como referente un ideal geométrico. Por ello, no podemos dejar de resaltar cómo, en aras de la máxima objetividad, la creación de un tipo iconográfico implica siempre cierto nivel de abstracción (Figura 1). En definitiva, el dibujo científico actual está muy codificado; puede no haber color, raramente hay superposición de elementos y representación de especímenes de distintas especies en el mismo soporte.

Figura 1 – Ejemplo de ejercicio del *Manual de ilustración científica*



Fuente: Baidal et al. (2022, p. 54).

Figura 2 – Ilustración de National Geographic



Fuente: National Geographic (2022).

La ilustración científica posee un enfoque diferente, ya que, aunque está presidida por los ideales de verosimilitud y representatividad, se orienta a la difusión y sensibilización del público general, buscando transmitir conocimiento científico de manera accesible. En ese sentido, la estética es importante, pero como apuntan Baidal y Cerviño (2017, p. 27): “Si bien las ilustraciones deben ser agradables a la vista para llamar la atención del receptor, la estética *per se* quedará relegada a un segundo plano”. Por su parte, el dibujo naturalista tiene como objetivo principal el registro personal de observaciones, fundamentalmente en el cuaderno de campo, reuniendo la experiencia vivencial y la sensibilidad artística del dibujante “que deambula entre las artes plásticas y las ciencias naturales, entre el conocimiento empírico y ese canal espiritual de la actividad artística que conecta al ser humano con la naturaleza” (Ortega-Alonso, 2018, p. 142). Ambas disciplinas son herederas de la tradición del estudio de la naturaleza por parte del dibujante y fusionan conocimiento científico y artístico, por lo que color y composición son fundamentales para despertar la sensibilidad y, a través de ella, el conocimiento, aunque no sea un conocimiento experto (Figura 2).

El Dibujo como Herramienta de Aprendizaje

En los últimos años, se han publicado varios estudios importantes que analizan el lenguaje gráfico como elemento fundamental para el aprendizaje. Moline (2011) incide en el uso de representaciones gráficas como elemento de mediación entre los contenidos y el estudiante, en distintos niveles educativos, poniendo de relieve la cada vez más necesaria adquisición de una *cultura visual* que ayude a los alumnos, desde edades tempranas, a discriminar distintos tipos de representaciones. Esta es una cuestión fundamental en un momento en el que un infinito caudal de imágenes está a un solo clic de ratón, lo que afecta directamente a la selección de referentes que los alumnos pueden hacer. En este sentido, no todas las imágenes son adecuadas para el aprendizaje científico, y/o son interesantes desde un punto de vista estético, lo que también afecta a su potencial educativo, por lo que el autor recomienda un trabajo gráfico que incida en los elementos estructurales, paralelo a un proceso de *alfabetización visual* específico en el campo de la ciencia.

Además, distintos autores han estudiado el potencial de los dibujos realizados por los propios estudiantes como medio para aprender. Las investigaciones más avanzadas se han producido dentro del marco teórico del *aprendizaje generativo*, desarrollado por Wittrock en los 70, que a su vez se apoya en elementos de la teoría de la doble codificación de Paivio y en el constructivismo de Piaget y Vigotsky. Derivado del anterior, destacamos el más reciente *modelo SOI* de Mayer, que considera que el aprendizaje profundo se produce en tres fases (selección, organización e integración), y sirve de marco teórico para el análisis de distintas estrategias de aprendizaje, entre ellas el dibujo elaborado por los propios estudiantes. Éste se considera efectivo para facilitar tanto la

comprensión como el recuerdo y, además, conlleva una serie de ventajas adicionales, si bien dichas ventajas sólo afloran bajo condiciones específicas (Fiorella; Mayer, 2016).

Una de las ventajas de hacer dibujar a los estudiantes, desde el punto de vista del aprendizaje, es que el dibujo se puede proponer a cualquier edad (Fiorella; Mayer, 2016), incluso con niños muy pequeños (Dai, 2017), o con dificultades de comunicación (Holliday et al., 2009). Además, el dibujo sirve para evidenciar qué es lo que los alumnos saben sobre un tema concreto, y resulta especialmente revelador cuando dicho asunto presenta complejidad espacial. En un conocido estudio de Giordan y De Vecchi (1988), los dibujos realizados por los estudiantes constituyen el medio para revelar sus concepciones personales en torno a distintos temas científicos, lo que permite la explicitación de sus ideas previas y constituye un importante paso para la construcción de modelos mentales más sofisticados. Esta pionera investigación educativa permitió concebir el dibujo como un medio efectivo para hacer aflorar las ideas de los alumnos, ideas que el docente necesita conocer para poder trabajar sobre ellas (Carvalho; Cardoso, 2019; Bartoszek; Tunnicliffe, 2017; Tunnicliffe; Sarker, 2017; Villarroel et al., 2018). Cabe aquí señalar que, en la literatura clásica sobre el dibujo espontáneo, sobre todo en el caso del dibujo infantil, el dibujo siempre se ha considerado idóneo para conocer el pensamiento del alumno (Machón, 2009).

Por otra parte, los dibujos realizados por los alumnos también se han empleado para observar la mejora de sus conocimientos científicos como resultado de intervenciones educativas concretas; por ejemplo, Caine, Humphrey y Bowker (2017) lo usan para ver lo que un grupo de escolares aprende sobre la vida marina tras la visita a un acuario, Stears y Dempster (2017) para observar la progresión del conocimiento anatómico en la escuela, y Jose, Patrick y Moseley (2017) como medio de detección de lo aprendido en un viaje de estudios en secundaria. Además, diversos trabajos sugieren que el dibujo puede ser una poderosa herramienta para el estudio personal en ciencias. En este sentido, destacamos los trabajos de Anderson, Ellis y Jones (2014); Ainsworth, Prain y Tytler (2011); Babaian y Kumar (2022); Chang (2017); Gómez y Gavidia (2015); Sanders (2007); y el de Tytler y otros (2019), que abundan en su potencial para construir conceptos y para generar conocimiento, especialmente cuando los estudiantes han de abordar contenidos que les resultan difíciles. La utilidad del dibujo para aprender ciencias parece residir, en buena medida, en la cuidadosa observación que se ve obligado a realizar el estudiante que dibuja, tal y como apuntan los trabajos de Tishman (2018), derivado del Proyecto Zero de Harvard, y Anderson (2019), artista residente en el Imperial College de Londres, cuya línea argumental general coincide, en ambos casos, con lo apuntado por el método de dibujo, ya clásico, de Edwards (2011). Es decir, aprender a dibujar – y, por tanto, descubrir e interiorizar información dibujando –, implica, sobre todo, una forma de mirar caracterizada por el “compromiso epistemológico” (Tishman, 2018, p. 123). Estas ideas son refrendadas por Van Meter y Garner (2005), quienes

afirman que dibujar ayuda a ver detalles y a apreciar las sutiles características que diferencian los especímenes naturales – lo cual es una habilidad crítica en el estudio científico –, además de facilitar la comprensión de textos y los procesos de escritura. Por su parte, Fan y otros (2023) respaldan las ideas anteriores, en un reciente artículo de revisión que resalta cómo el dibujo está ligado a la mejora de tareas perceptivas y cognitivas, aunque falta determinar las condiciones educativas necesarias para implementarlo exitosamente.

En cualquier caso, son muy escasos los estudios del ámbito de las ciencias que se paran a considerar el dibujo como un lenguaje que está sujeto a sus propias reglas, lo que supone un cierto cuestionamiento sobre el grado de exactitud que tienen las interpretaciones que se hacen de las transcripciones gráficas sobre las concepciones internas personales. Encontramos alusiones puntuales en trabajos como el de Newmann y Hopf (2017), quienes, en un trabajo sobre las asociaciones que para los niños tiene la ciencia, son conscientes de que algunos estudiantes optan por representaciones fáciles, inhibiendo sus ideas espontáneas; mientras que Nyberg y Sanders (2013) hablan de la influencia de las experiencias afectivas en las representaciones. Además, otros estudios concluyen que la solidez y alcance los conocimientos que se obtengan dibujando dependen en buena medida de la calidad del propio dibujo (Van Meter; Garner, 2005), y que, para alcanzar un cierto nivel, es preciso invertir tiempo y contar con la guía de un profesor especialista (Dempsey; Betz, 2001; Fiorella; Zhang, 2018; Van Meter; Garner, 2005). Por otra parte, Fiorella y Mayer (2016) señalan que dibujar contribuye a desarrollar estrategias cognitivas de orden superior, las cuales son difíciles de detectar mediante pruebas convencionales. Por último, Fiorella y Zhang (2018) apuntan a que, aunque hay una larga tradición de trabajo compartido entre la ciencia y el arte, raramente se da el tipo de colaboración necesaria para desarrollar las habilidades gráficas deseables en el alumnado.

Aunque las cuestiones referidas en el párrafo precedente son bien conocidas para cualquier profesor de expresión artística, es interesante que se empiecen a considerar en otras áreas de conocimiento, sobre todo si se pretende establecer una colaboración fructífera en la emergente intersección educativa arte-ciencia, donde es necesaria más investigación (Chang et al., 2020; Fan et al., 2023; Fiorella; Zhang, 2018; Fiorella; Jaeger, 2023; Tytler et al., 2019).

Experiencias en la Formación Inicial de Maestros/as

Los docentes de todos los niveles educativos son considerados agentes de cambio, es decir, individuos capaces de catalizar la introducción exitosa de innovaciones o nuevas perspectivas en una determinada sociedad (Brown et al., 2021). Efectivamente, un solo docente educará, a lo largo de su vida profesional, a un elevado número de infantes o jóvenes; en otras palabras, a numerosas cohortes de generaciones futuras. Por ello es particularmente relevante conseguir que la formación inicial de los futuros docentes sea sólida en las distintas

áreas de conocimiento, y ambos en la dimensión disciplinar y en la didáctica. En el caso de las ciencias naturales o experimentales, este objetivo constituye una tarea ardua, porque los estudiantes que optan por los Grados en Educación Infantil y Primaria en España mayoritariamente descartaron las materias de especialidad científica en el Bachillerato, muchas veces con la expectativa de no tener que estudiarlas más (Solbes, 2011; Esteve; Solbes, 2017). Así, los docentes nos encontramos con la necesidad de buscar maneras de *enganchar* a estos estudiantes al aprendizaje de las ciencias, pues ellos deberán enseñarlas a futuras generaciones.

La *enseñanza de las ciencias en contexto*, es decir, usar el contexto y las aplicaciones de la ciencia para desarrollar una comprensión científica, ha sido una de las tendencias más significativas en el desarrollo del currículo de ciencias en las últimas tres décadas (Bennett et al., 2007; Fensham, 2009). Además de potenciar el aprendizaje, esta estrategia facilita hacer más relevantes los conocimientos científicos que se enseñan, motivando a los estudiantes y mejorando sus actitudes hacia la ciencia y su estudio (Bennett et al., 2007). Dicha tendencia tiene relación con el concepto de *aprendizaje situado*, procedente de la educación artística, y encaja con su criterio fundamental de aprovechamiento de cualquier oportunidad educativa para incorporar la visión artística de manera significativa (Eisner, 2004). En relación con esto, la *visión artística* se define como una mirada sustancialmente profunda, sensitiva y estética hacia la realidad, entendiéndose “lo estético” como cualidad opuesta a “lo anestésico”, es decir, como capacidad visual agudizada, alejada del embotamiento y la indiferencia (Eisner, 2004, p. 109). Recientemente, se ha propuesto el uso de huertos educativos ecológicos para contextualizar la enseñanza de distintos temas de educación científica y ambiental en la formación inicial de maestros/as (Eugenio-Gozalbo et al., 2022), lo que también tiene relación con la temprana preocupación de la educación artística por la educación ambiental (Martínez et al., 1995). Y es durante el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje contextualizadas en el huerto universitario cuando surgió la idea de incorporar el dibujo como estrategia para promover la observación y acceder a la belleza, en un intento de mejorar el aprendizaje de algunos temas de ciencias y de refinar las habilidades perceptivas y gráficas de los estudiantes.

Los Insectos, Esos Seres tan Raros

En el curso 2018/2019 decidimos abordar la enseñanza-aprendizaje de los insectos en el contexto del huerto universitario. Los insectos (en general los artrópodos) son animales que generan gran curiosidad y fascinación en los infantes por sus particulares características morfológicas (Shipley; Bixler, 2017). Sin embargo, apenas se trabajan en las etapas de infantil y primaria (más allá de la experiencia de criar gusanos de seda para enseñar sobre los ciclos de vida), porque no suelen ser del agrado de los maestros. En los adultos, estos animales a menudo provocan emociones de desagrado, asco, o miedo; tanto por algunos de sus rasgos, que resultan amenazadores o desagradables (aguijones,

fuertes mandíbulas, pelos gruesos) (Bixler; Floyd, 1999), como porque muchas personas han tenido experiencias dolorosas y/o aprendizajes sociales negativos sobre ellos (Breuer et al., 2015), algunos incluso habiendo desarrollado reacciones emocionales más intensas, como una fobia (Gerdes et al., 2009). Pese a todo, es importante que los maestros enseñen sobre los insectos en la escuela, porque son el grupo de organismos más abundante y biológicamente diverso del planeta, son fundamentales en las cadenas tróficas, realizan funciones esenciales en los ecosistemas, y están sufriendo una extinción sin precedentes (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019).

Para poder afrontar dichos obstáculos para el aprendizaje, relacionados con las características visuales de los insectos y las emociones que nos generan, decidimos aproximar su enseñanza desde una estrategia que fomentara ambos la observación y la generación de nuevas experiencias con insectos vivos. Para ello, diseñamos una secuencia didáctica cuyo objetivo era fomentar el conocimiento y la apreciación de la biodiversidad de insectos (Eugenio-Gozalbo; Ortega-Cubero, 2022). Partiendo de las emociones y conocimientos expresados por nuestras estudiantes, desarrollamos una serie de actividades enfocadas a observar y a percibir la belleza, por ejemplo, ver un documental (Microcosmos, 1996), e identificar mediante claves los habitantes del compost, entre otras.

Las dos actividades más destacables de la secuencia fueron un seminario de dibujo científico de insectos, que se llevó a cabo en el aula, y una sesión final de dibujo naturalista en el huerto, durante la que se dibujaron e identificaron con guías los insectos que allí habitan. Al comenzar la secuencia, pedimos a un grupo de 28 estudiantes de Grado en Educación Infantil que dibujaran 5 insectos como los recordaban, y obtuvimos una amplia muestra de dibujos con esquemas formales característicos del dibujo infantil, un tipo de expresión gráfica que es connatural a los niños y también a los adultos que no han recibido formación artística (Edwards, 2011). Estos dibujos presentaban numerosas inconcreciones o incorrecciones en cuanto a morfología, omitiendo características estructuralmente relevantes pero que no juegan un papel para el reconocimiento visual, y en los que incluían animales que no son insectos (otros *bichos*), con cuerpos muy diferentes a los de éstos (como babosas, lombrices o gusanos) (Figura 3).

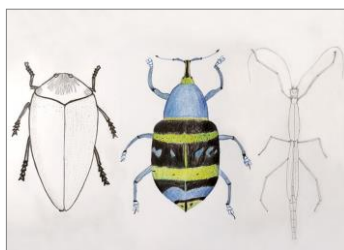
Figura 3 – Ejemplo del tipo de dibujos que las estudiantes hicieron inicialmente



Fuente. Fotografía de las autoras.

La sesión de dibujo científico se llevó a cabo con grupos pequeños de estudiantes (unos 12), para que la supervisión por parte de la profesora de arte pudiera ser cercana. Hubo una clase teórica corta, de introducción a los aspectos más relevantes (encaje, simetría, proporción, etc.), y después se facilitó un espécimen a cada estudiante. Éstos fueron escogidos, siguiendo un criterio estético, de la colección *Bichos* de National Geographic, que se consideró adecuada porque incluye organismos de buen tamaño (normalmente de origen tropical), y conservados en metacrilato, lo cual facilita la observación de sus características morfológicas. Tras la sesión, de 2 horas de duración, obtuvimos dibujos sorprendentemente hermosos y anatómicamente correctos (Figura 4).

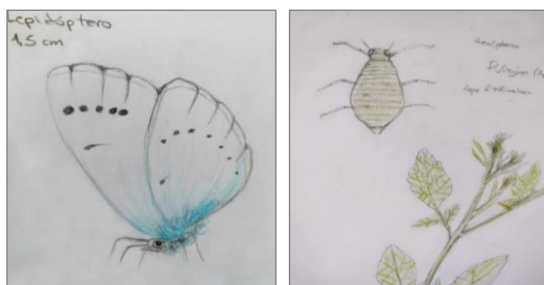
Figura 4 – Dibujos realizados tras una sesión de dibujo científico guiada por la profesora de arte, en grupos reducidos con supervisión cercana



Fuente. Fotografía de las autoras.

Para cerrar la secuencia, se llevó a cabo la sesión de dibujo naturalista en el huerto. Se escogió un día soleado y con buenas temperaturas (esto es importante para la actividad de muchos insectos), y se solicitó a las estudiantes, organizadas en grupos de 4, que buscaran 5 insectos distintos para identificarlos taxonómicamente con ayuda de la profesora de ciencias, y dibujarlos, individualmente, de manera ágil (sin riqueza de detalles; tan solo indicando las características morfológicas más relevantes), anotando también alguna cuestión que consideraran significativa del ambiente en el que los encontraron. Se les dio la opción de capturarlos sin daño (mediante un aspirador de insectos) y situarlos dentro de botes de observación. En esta ocasión, las estudiantes produjeron unos dibujos en los que las características morfológicas relevantes (proporciones; división del cuerpo en cabeza, tórax y abdomen; apéndices segmentados; seis patas) se representaron correctamente en la mayoría de los casos (Figura 5), lo cual debe ser considerado un resultado positivo de la formación de dibujo científico en seminario, pues el pequeño tamaño de estos animales y su constante movimiento hace que sean difíciles de observar y dibujar del natural.

Figura 5 – Ejemplos de dibujos naturalistas en el huerto universitario



Fuente. Fotografías de las autoras.

El abundante material gráfico obtenido a lo largo de la secuencia se valoró utilizando el método de comparación constante de la *Grounded Theory*, así como una rúbrica específicamente diseñada a tal efecto. La rúbrica se centró en la valoración de aspectos estructurales (simetría corporal, división del cuerpo en tres partes, número correcto de patas y ajuste de proporciones) y de ciertas cualidades artísticas de la representación, como el color, la textura o la sensación de volumen (Anexo). Por otra parte, el método de comparación constante consistió en la comparación intensiva y recurrente del corpus de datos gráficos, con el fin de establecer categorías analíticas (Corbin; Strauss, 2015). Ambos instrumentos arrojaron resultados excelentes (Eugenio-Gozalbo; Ortega-Cubero, 2022), en el sentido de que mostraron grandes avances tanto en el conocimiento como en la apreciación de la diversidad de insectos. Contribuyeron a este éxito varios elementos, destacando la estrategia centrada en lo visual para promover la observación, de modo que las estudiantes pudiesen superar sus reticencias iniciales, distinguir grandes grupos taxonómicos y llegar, finalmente, a ser capaces de apreciar la belleza de estos animales gracias al arte.

Las Plantas: no las vemos, reconocemos, ni valoramos

Más recientemente, en el curso 2022/2023, hemos decidido abordar la enseñanza-aprendizaje de las plantas en el contexto del huerto universitario. Las personas estamos a menudo rodeadas de plantas, y una buena parte de nuestra alimentación se basa en su cultivo. Sin embargo, es habitual que obviemos la presencia, identidad y características de las plantas que hay en nuestro entorno. Estas cuestiones se encuentran en el centro de un debate bien establecido entre los educadores científicos, particularmente desde que se acuñó la expresión *ceguera hacia las plantas* (*plant blindness*) (Wandersee; Schussler, 1999). Las plantas no les resultan particularmente interesantes a los infantes, porque no emiten sonidos ni se desplazan (Yorek et al., 2009). Sin embargo, deben enseñarse en la escuela infantil y primaria; no solo porque forman parte del currículo, sino por su importancia tanto cuantitativa como funcional para el planeta. Entre otras funciones ecológicas

clave, las plantas son los productores primarios (Grime, 1998), y sus tasas de extinción en la actualidad son altas, particularmente en regiones de clima tropical o mediterráneo (Humphreys et al., 2019). Es importante señalar que se estudian en diferentes ocasiones en la educación formal, pero constituyen un tema científico sobre el que es difícil aprender significativamente (Özay; Öztaş, 2003).

Para abordar la enseñanza-aprendizaje de las plantas, decidimos diseñar una secuencia didáctica incorporando el dibujo, con la finalidad de promover su observación, de modo que resultara más sencillo aproximar las cuestiones científicas de morfología (partes y vocabulario para nombrarlas) y taxonomía (clasificación en grandes grupos evolutivos y en familias), y también la apreciación de su belleza. La secuencia se llevó a cabo con un grupo de 40 estudiantes de Grado en Educación Infantil e incluyó dos sesiones de dibujo. La primera consistió en tomar apuntes del natural en el contexto del huerto, sobre una planta escogida libremente, y bajo supervisión de la profesora de arte, lo que permitió cierto distanciamiento de los estereotipos gráficos habituales para representar plantas, a pesar de que aún persistieron incorrecciones formales (Figura 6). La segunda fue un seminario de ilustración botánica, pues consideramos que esta especialidad era más adecuada a nuestros propósitos que el dibujo científico -más riguroso y centrado en destacar las características concretas que se utilizan para la identificación de la especie-, al facilitar una conexión más natural con la belleza de las plantas.

Figura 6 – Ejemplos de dibujos naturalistas en el huerto universitario



Nota: En el almendro, las ramas finas no se trazan correctamente y las flores situadas en el árbol se incluyen como estereotipos. No obstante, compárense con la Figura 9, que muestra el tipo de dibujos realizados por los estudiantes al principio de la secuencia de aprendizaje. Fuente: Fotografías de las autoras.

En el seminario de ilustración botánica, se llevó a cabo una breve clase teórica introductoria, y de nuevo se les dejó escoger una planta, que los alumnos llevaron al aula para dibujar del natural. Los resultados de este trabajo, que se han analizado parcialmente a través del método de comparación constante y mediante el uso de una rúbrica específica, muestran cómo de 20 estudiantes seleccionados aleatoriamente, la totalidad fueron capaces de apreciar los aspectos formales esenciales

(estructura general del espécimen, forma de las hojas, aspecto general de las flores, y en su caso, raíces, frutos, semillas u otros elementos de interés), alejándose de estereotipos gráficos e incorporando detalles relativos al color y la textura (Figura 7).

Figura 7 – Dibujos realizados tras una sesión de ilustración botánica guiada por la profesora de arte, en grupos reducidos con supervisión cercana



Fuente: Fotografía de las autoras.

La secuencia incluyó también otras actividades con foco visual: dibujar y clasificar intuitivamente algunas plantas del huerto, observarlas bajo la lupa o microscopio (anatomía), y contemplar álbumes ilustrados de no ficción y libros con fotografías llamativas, que los estudiantes podían consultar durante las prácticas. Algunas de estas tareas se desarrollaron en el aula específica de ciencia y arte para niños de la Facultad de Educación de Soria (Figura 9), a la que denominamos ALICYA (aula-laboratorio infantil de ciencia y arte), un espacio de reciente creación que tiene el doble objetivo de invitar a los escolares de la ciudad a disfrutar de actividades, y de ofrecer a los estudiantes universitarios la posibilidad de participar directamente en el diseño y organización de las mismas, en su puesta en práctica y en el desarrollo de investigaciones derivadas (Figura 8).

Figura 8 – Aula-laboratorio infantil de ciencia y arte (ALICYA)



Fuente: Fotografía de las autoras.

Los progresos en el aprendizaje de los estudiantes tras el desarrollo de la secuencia completa se evaluaron, entre otros, mediante el uso de mapas mentales que se solicitaron al inicio y al final de la misma. Este instrumento combina el uso de texto e imágenes para estructurar y presentar lo que se sabe al respecto de un tema determinado, y encaja perfectamente con el enfoque visual del aprendizaje que pretendíamos conseguir. De un total de 40 mapas mentales iniciales y otros 40 mapas mentales finales, se analizó una selección aleatoria del 50%, que se estudiaron siguiendo el método de comparación constante de la Teoría Emergente de los datos y utilizando una rúbrica específicamente diseñada a tal efecto, que contemplaba distintas dimensiones gráficas y de contenido. El análisis gráfico del material tenía en cuenta la estructura compositiva general, el equilibrio entre texto e imagen y el grado de riqueza de los dibujos, considerando cuatro niveles; desde el más bajo (el estudiante no dibuja o incluye dibujos solo como solución de compromiso, abundando los estereotipos gráficos), hasta el más alto (el estudiante incluye un dibujo personal afinado, que se apoya en la observación). Finalmente, se determinaba cualitativamente el nivel de cambio entre el mapa mental inicial y el final, considerando tres niveles de cambio: bajo (el estudiante repite las mismas ideas y las representa gráficamente de manera similar), medio (el estudiante ha adquirido nuevos conocimientos, los organiza y expresa mejor que al principio, y aumenta la calidad de los dibujos), y alto (el estudiante ha adquirido nuevos conocimientos de manera muy destacable; los organiza y expresa mejor que al principio y realiza dibujos afinados).

Los mapas mentales iniciales (Figura 9) revelaron un conocimiento pobre sobre el mundo de las plantas, tendencia a representar el conocimiento mediante estereotipos gráficos, e ideas erróneas respecto a los tipos vegetales (la flor se considera al mismo nivel que hierbas, arbustos y árboles, por ejemplo) y la fisiología (particularmente en relación a nutrición y respiración).

Figura 9 – Ejemplo de mapa mental inicial, donde pueden verse los estereotipos gráficos de flor y árbol



Nota: Además, la estudiante incorpora la flor en la misma clasificación que hierbas, arbustos y árboles. Fuente: Fotografía de las autoras.

Por el contrario, los mapas mentales finales están constituidos por más nodos de información (es decir, representan más áreas de conocimiento) y más conectores (establecen más relaciones entre elementos); también hay mayor cantidad de información de buena calidad en cada nodo. Significativamente, de un total de 20 mapas mentales analizados, ninguno presentó un nivel de cambio bajo, mientras que 7 mapas presentaron un nivel de cambio medio y 13 un nivel de cambio alto. Es destacable que, en general, incluso en los mapas finales donde el nivel del cambio era medio, el dibujo es mucho más reflexivo: las estructuras de las plantas se distinguen y representan más finamente, reflejando lo que las estudiantes observaron, lo cual no está en contradicción con el uso de estereotipos para comunicar ideas genéricas con inmediatez.

Conclusiones

Tanto el marco teórico utilizado en este trabajo como nuestras propias experiencias con los estudiantes de Grado en Educación Infantil apoyan la idea de que dibujar es una buena manera de aprender ciencias naturales. Además, el interés común del arte y de la ciencia por el estudio de elementos como plantas, animales, minerales, paisajes, fenómenos atmosféricos, etc., así como una larga y consolidada tradición de trabajo conjunto, hacen que la asociación entre las artes plásticas y las ciencias naturales sea natural y lógica, también en el campo de la educación.

Sin embargo, el mero hecho de dibujar no implica necesariamente construcción de conocimiento sustancial, ni de una materia ni de la otra, cuando no se dan las condiciones adecuadas de enseñanza. Se ha visto que el aprendizaje depende, en buena medida, del nivel gráfico que los alumnos puedan alcanzar (Van Meter y Garner, 2005), para lo cual es indispensable una enseñanza artística especializada (Fiorella; Zhang, 2018; Van Meter; Garner, 2005), además de una estrecha colaboración entre el profesorado de arte y de ciencias (Dempsey; Betz, 2001). También sabemos que los resultados que se alcanzan mediante el dibujo son sustancialmente diferentes de los que aportan otras herramientas didácticas, y que resultan difíciles de determinar mediante pruebas convencionales (Fiorella; Mayer, 2016). Tanto el modelo teórico SOI de Mayer (Fiorella; Mayer, 2016), como los trabajos que apuntan en la dirección de desarrollar una mirada epistemológicamente comprometida (Anderson, 2019; Thisman, 2018), son congruentes con métodos de dibujo del natural consolidados (Edwards, 2011), e indican un aprendizaje profundo de los alumnos que dibujan.

En nuestra experiencia sobre dibujo de insectos, resultó claro que el haber estudiado gráficamente la morfología de estos animales permitió a los alumnos realizar dibujos del natural afinados, aún a partir de especímenes vivos, de pequeño tamaño y en movimiento. Sin duda, esta cuestión se relaciona con el desarrollo de estrategias cognitivas de orden superior al que apunta nuestro marco teórico (Fiorella; Mayer, 2016), y tiene que ver con la percepción aguda, sensible, que favorece

la detección de las reglas naturales y la interiorización de las estructuras (López Fdez.-Cao, 2015). Algo semejante sucedió con las plantas, pues la secuencia didáctica produjo, entre otros resultados, un conocimiento mucho más profundo y detallado de la morfología vegetal por parte de los alumnos.

Al margen de las cuestiones anteriores, tal vez lo más impactante de estas experiencias sea el cambio en la propia consideración de los organismos que se estudian por parte de los alumnos. El medio gráfico es idóneo para hacer ver elementos que normalmente no se ven, porque no se les presta atención, y para descubrir belleza, incluso cuando ésta parece ausente bajo una mirada superficial. Por ello, se concluye que dibujar es idóneo para superar el rechazo de los estudiantes hacia algunos temas científicos, fomentando su compromiso (Ainsworth; Prain; Tytler, 2011), y que, al mismo tiempo, los modelos que proporciona la naturaleza no pueden ser más apropiados para despertar la sensibilidad artística de los estudiantes (Edwards, 2011). Aún más, en un mundo donde el imaginario de los niños y jóvenes se construye, al menos en gran parte, a través de lo que muestran las pantallas, cada vez parece más importante el contacto directo con los modelos naturales (Louv, 2010), en este caso a través de una mirada que exige atención plena (Eisner, 2004; López Fdez.-Cao, 2015). A ello se suma la subsecuente ampliación de la cultura visual de los futuros maestros a través de un proceso de alfabetización visual inherente al trabajo desarrollado, que puede contribuir a disminuir la selección irreflexiva de referentes visuales que directamente extraen de Internet (Moline, 2011).

Por otra parte, otro de los resultados interesantes derivados estas propuestas didácticas fue que el mundo de nuestros estudiantes se ensanchó, ambos en un sentido más abstracto, de conocimiento, y en un sentido más práctico, de percepción. Así, en sus concepciones, dejó de existir “el escarabajo”, y pasaron a existir el escarabajo del cementerio (que suele estar en las composteras), los escarabajos coraceros (polinizadores en el huerto), o el escarabajo ciervo volante (que vieron en la colección), entre otros. Y en el huerto, dejaron de ver solo plantas y tierra, para pasar a ver (y a apreciar) una gran diversidad de seres pequeños, que antes no percibían. Esta es una de las maravillas que resulta de entrenar la observación, como bien saben tanto los naturalistas como los artistas.

Por último, quedaría abordar la cuestión de cómo el dibujo espontáneo puede arrojar luz sobre los conocimientos de los alumnos en torno a diversos temas. Detectamos carencias en la literatura sobre esta cuestión, pues son contados los artículos de ciencias que cuestionan el poder del dibujo para plasmar el mundo físico, o que consideran el dibujo como lenguaje con reglas propias, las cuales modelan la representación (Newmann; Hopf, 2017; Nyberg; Sanders, 2013). Desde el ámbito de la didáctica de la expresión artística, por el contrario, es bien sabido que el dibujo está sujeto a condicionantes de orden perceptivo, formal, evolutivo, estético y emocional que hacen que no se pueda tomar como una transcripción literal de las ideas o conocimientos previos de los alumnos, aunque proporcione pistas importantes (Machón, 2009).

Pensamos que los profesores de plástica, buenos conocedores de la expresión espontánea, pueden hacer una contribución necesaria al respecto, porque, como apunta la literatura, es necesaria más investigación (Fan et al., 2023; Chang et al., 2020; Fiorella; Zhang, 2018; Tytler et al., 2019).

Recibido el 10 de octubre de 2023
Aprobado el 04 de octubre de 2024

Referencias

AINSWORTH, Shaaron; PRAIN, Vaughan; TYTLER, Russell. Drawing to learn in Science. **Science**, Washington, American Association for the Advancement of Science (AAAS), v. 333, n. 6046, p. 1096-1097, ago. 2011. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1204153>. Acceso en: 17 abr. 2023.

AMAYA, José Antonio; PUIG-SAMPER, Miguel Ángel. **Mutis al natural, ciencia y arte en el nuevo reino de Granada**: catálogo de la exposición celebrada en la Sala Thesaurus, La Nau Centre Cultural de la Universitat de València, del 26 de noviembre de 2009 al 14 de febrero de 2010. Madrid: Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales y Museo Nacional de Colombia, 2009.

ANDERSON, Gemma. **Drawing as a way of knowing in Art and Science**. Bristol: Intellect, 2019.

ANDERSON, Janice; ELLIS, Janet; JONES, Alan. Understanding early elementary children's conceptual knowledge of plant structure and function through drawings. **Life Sciences Education**, Rockville, American Association for Cell Biology, v. 13, p. 375-386, sep. 2014.

ATTENBOROUGH, David et al. **Naturaleza asombrosa en el arte**: el arte en la historia natural de la era del descubrimiento. Madrid: Edimat, 2017.

BABAIAN, Caryn Sona; KUMAR, Sudhir. Storyboarding for Biology: An Authentic STEAM Experience. **The American Biology Teacher**, Oakland, Universidad de California, v. 84, n. 6, p. 328-335, ago. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.6.328>. Acceso en: 19 jul. 2024.

BAIDAL, Miquel et al. **Manual de ilustración científica**. Barcelona: Geoplaneta, 2022.

BARTOSZEK, Amauri Betini; TUNNICLIFFE, Sue Dale. Development of biological literacy through drawing organisms. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education**: an international perspective. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 55-65.

BENNETT, Judith et al. Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. **Science Education**, Hoboken, John Wiley & Sons, v. 91, n. 3, p. 347-370, abr. 2007. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/sce.20186>. Acceso en: 22 abr. 2022.

BIXLER, Robert; FLOYD, Myron. Hands on or Hands Off? Disgust Sensitivity and Preference for Environmental Education Activities. **The Journal of Environmental Education**, Abingdon-on-Thames, Routledge, v. 30, n. 3, p. 4-11, 1999. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00958969909601871>. Acceso en: 3 may 2022.

BREUER, Gabriele et al. The importance of being colorful and able to fly: interpretation and implications of children's statements on selected insects and

other invertebrates. **International Journal of Science Education**, Londres, Taylor & Francis, v. 37, n. 2, p. 664–687, oct. 2015. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1099171>. Acceso en: 25 abr. 2022.

BROWN, Chris et al. Teachers as educational change agents: what do we currently know?: findings from a systematic review. **Emerald Open Research**, Bingley, Cambridge Information Group, v. 3, n. 26, p. 1-15, oct. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.14385.1>. Acceso en: 13 abr. 2022.

CABEZAS, Lino; LÓPEZ, Inmaculada (Coord.). **Dibujo científico: arte y naturaleza, ilustración científica, infografía, esquemática**. Madrid: Cátedra, 2016.

CAINEY, Jill; HUMPHREY, Lauren; BOWKER, Rob. Drawing experiences in marine conservation. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education: an international perspective**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 97-109.

CARVALHO, Oliveira Clara Virginia; CARDOSO, Fernandes Deusalice. Luz e cotidiano: ideias prévias de alunos do ensino fundamental sob a perspectiva da alfabetização científica. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, v. 14, n. 2, p. 268-285, jul./dic. 2019. Disponible en: <http://doi.org/10.14483/23464712.13704>. Acceso en: 17 sep. 2023.

CHANG, Hsin-Yi et al. A systematic review of trends and findings in research employing drawing assessment in science education. **Studies in Science Education**, Londres, Taylor & Francis, v. 56, n. 3, p. 1-34, mar. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1735822>. Acceso en: 5 may. 2022.

CHANG, Ni. Appropriate integration of children's drawings in the acquisition of science concepts. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education: an international perspective**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. 135-145.

CORBIN, Juliet M.; STRAUSS, Anselm L. **Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory**. Los Angeles: Sage, 2015.

DAI, Amy. Learning from children's drawings of nature. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education: an international perspective**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 73-86.

DEMPSEY, Brian; BETZ, B. J.. Biological drawing: a scientific tool for learning. **The American Biology Teacher**, Oakland, Universidad de California, v. 63, n. 4, p. 271-279, abr. 2001. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/4451099>. Acceso en: 10 feb. 2022.

DRIESSNACK, Martha. Children and Nature-Deficit Disorder. **Journal for Specialists in Pediatric Nursing**, Hoboken, John Wiley & Sons, v. 14, n. 1, p. 73-75, ene. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2009.00180.x>. Acceso en: 21 abr. 2022.

EDWARDS, Betty. **Nuevo aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro: libro de trabajo**. Barcelona: Urano, 2011.

EISNER, Elliot. **El arte y la creación de la mente: el papel de las artes visuales en la transformación de la conciencia**. Barcelona: Paidós, 2004.

ESTEVE, Anna; SOLBES, Jordi. El desinterés de los estudiantes por la ciencia y la tecnología durante el Bachillerato y los estudios universitarios. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, Sevilla, Universidad Autónoma de Barcelona y Universidad de Valencia, número extra, p. 573-578, sep. 2017.

EUGENIO-GOZALBO, Marcia et al. Implementing citizen science programmes in the context of university gardens to promote pre-service teachers' scientific literacy: a study case on soil. **International Journal of Science Education**, Londres, Taylor & Francis, v. 44, n. 10, p. 1619-1638, jul. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2088877>. Acceso en: 25 ene. 2023.

EUGENIO-GOZALBO, Marcia; ORTEGA-CUBERO, Inés. Drawing your garden's insects: a didactic sequence to improve pre-service teachers' knowledge and appreciation of insect diversity. **Journal of Biological Education**, Abingdon-on-Thames, Routledge, v. 58, n. 3, p. 512-529, jul. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2081243>. Acceso en: 10 feb. 2023.

FAN, Judith et al. Drawing as a versatile cognitive tool. **Nature Reviews Psychology**, Luxemburgo, Springer, v. 2, p. 556-568, sep. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s44159-023-00212-w>. Acceso en: 20 jul. 2024.

FENSHAM, Peter. Realworld contexts in PISA science: implications for context-based science education. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, John Wiley & Sons, v. 46, n. 8, p. 884-896, sep. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tea.20334>. Acceso en: 1 mar. 2022.

FIORELLA, Logan; JAEGER, Allison. Are there metacognitive benefits of learner- and instructor-generated visualizations? **Applied Cognitive Psychology**, Hoboken, John Wiley & Sons, online version of record before inclusion in a issue, p. 1-14, sep. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/acp.4135>. Acceso en: 2 oct. 2023.

FIORELLA, Logan; MAYER, Richard. Eight ways to promote generative learning. **Educational Psychology Review**, Luxemburgo, Springer, v. 28, p. 717-741, Nov. 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>. Acceso en: 12 Feb. 2022.

FIORELLA, Logan; ZHANG, Qian. Drawing boundary conditions for learning by drawing. **Educational Psychology Review**, Luxemburgo, Springer, v. 30, p. 1115-1137, jun. 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9444-8>. Acceso en: 18 feb. 2022.

GERDES, Antje et al. Spiders are special: fear and disgust evoked by pictures of arthropods. **Evolution and Human Behaviour**, Ámsterdam, Elsevier, v. 30, n. 1, p. 66-73, ene. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2008.08.005>. Acceso en: 14 mar. 2022.

GIORDAN, André; DE VECCHI, Gerard. **Los orígenes del saber**: de las concepciones personales a los saberes científicos. Sevilla: Díada, 1988.

GÓMEZ, Víctor; GAVIDIA, Valentín. Describir y dibujar en ciencias: la importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. **Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias**, Cádiz, Universidad de Cádiz, v. 12, n. 3, p. 441-455, abr. 2015. Disponible en: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.04. Acceso en: 17 abr. 2022.

GRIME, Philip. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. **Journal of Ecology**, Londres, British Ecological Society, v. 86, n. 6, p. 902-910, dic. 1998. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x>. Acceso en: 15 mar. 2022.

HOLLIDAY, Erin et al. Listening to children with communication impairment talking through their drawings. Disponible en: **Journal of Early Childhood Research**, Thousand Oaks, SAGE Publications, v. 7, n. 3, p. 244-263, oct. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1476718X09336969>. Acceso en: 18 feb. 2022.

HUMPHREYS, Aelys et al. Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. **Nature Ecology & Evolution**, Londres, Nature Portfolio, v. 3, n. 7, p. 1043–1047, jun. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0906-2>. Acceso en: 29 abr. 2022.

IVINS, William. **Imagen impresa y conocimiento**: análisis de la imagen prefotográfica. Barcelona: Gustavo Gili, 1975.

JOSE, Sara; PATRICK, Patricia; MOSELEY, Christine. Experiential learning theory: the importance of outdoor classrooms in environmental education. **International Journal of Science Education**, Londres, Taylor & Francis, v. 7, n. 3, p. 269-284, ene. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1272144>. Acceso en: 19 may. 2022.

KATZ, Phyllis (Ed.). **Drawing for science education**: an international perspective. Rotterdam: Sense Publishers, 2017.

LÓPEZ FDEZ.-CAO, Marián. **Para qué el arte**: reflexiones en torno al arte y su educación en tiempos de crisis. Madrid: Fundamentos, 2015.

LOUV, Richard. **Last child in the woods**: saving our children from nature-deficit disorder. Londres: Atlantic Books, 2010.

MACHÓN, Antonio. Los estudios sobre dibujo infantil. En: MACHÓN, Antonio. **Los dibujos de los niños**. Madrid: Cátedra, 2009. P. 25-75.

MARTÍNEZ, Noemí et al. Educación artística y movimientos sociales. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Zaragoza, Universidad de Zaragoza y Asociación Universitaria de Formación del Profesorado, v. 24, p. 83-98, sept./dic. 1995.

MICROCOSMOS: el pueblo de la hierba. Productor: Jacques Perrin. Directores: Claude Nuridsany y Marie Perennou. Francia: Galatée Films, 1996.

MOLINE, Steve. **I see what you mean**: visual Literacy. Portland: Stenhouse Publishers, 2011.

NEWMANN, Susanne; HOPF, Michael. Discovering children's science associations utilizing drawings. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education**: an international perspective. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 111-121.

NYBERG, Eva; SANDERS, Dawn. Drawing attention to the "green side of life". **Journal of Biological Education**, Abingdon-on-Thames, Routledge, v. 48, n. 3, p. 142-153, nov. 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849282>. Acceso en: 23 may. 2023.

ORTEGA-ALONSO, Diego. ¿Libro de artista o cuaderno de campo? Aproximación A/R/Tográfica al dibujo naturalista. **Boletín Real de la Sociedad Española de Historia Natural**, Madrid, Universidad Complutense de Madrid y Real Sociedad Española de Historia Natural, v. 112, p. 141-152, dic. 2018. Disponible en: https://doi.org/10.29077/bol/112/v01_ortega. Acceso en: 2 jun. 2023.

ÖZAY, Esra; ÖZTAŞ, Haydar. Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. **Journal of Biological Education**, Abingdon-on-Thames, Routledge, v. 37, n. 2, p. 68-70, mar. 2003. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655853>. Acceso en: 15 jun. 2023.

POUYET, Marc. **Natural**: simple land art through the seasons. London: Frances Lincoln, 2009.

SÁNCHEZ-BAYO, Francisco; WYCKHUYS, Kris. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. **Biology Conservation**, Washington, Society for

Conservation Biology, v. 232, p. 8-2, abr. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>. Acceso en: 31 mar. 2023.

SANDERS, Dawn. Making public the private life of plants: The contribution of informal learning environments. **International Journal of Science Education**, Londres, Taylor & Francis, v. 29, n. 10, p. 1209-122, ago. 2007. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09500690600951549>. Acceso en: 16 may. 2023.

SHIPLEY, Nathan; BIXLER, Robert. Beautiful bugs, bothersome bugs, and FUN bugs: examining human interactions with insects and other arthropods. **Anthrozoös**, Londres, Taylor & Francis, v. 30, n. 3, p. 357-372, ago. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08927936.2017.1335083>. Acceso en: 31 may. 2023.

SOLBES, Jordi. ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? **Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, Graó, v. 67, p. 53-61, enero 2011.

STEARS, Michèle; DEMPSTER, Edith Roslyn. Changes in children's knowledge about their internal anatomy between first and ninth grades. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education: an international perspective**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 147-154.

TISHMAN, Shari. **Slow Looking: the art and practice of learning through observation**. Nueva York: Routledge, 2018.

TUNNICLIFFE, Sue Dale; SARKER, Angshuman. The understanding of human anatomy elicited from drawings of some Bangladeshi village women and children. En: KATZ, Phyllis. **Drawing for science education: an international perspective**. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. P. 87-93.

TYTLER, Russell et al. Drawing to reason and learn in science. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, Troy D. Sadler and Felicia Moore Mensah, v. 57, n. 2, p. 209-231, jul. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tea.21590>. Acceso en: 16 jul. 2024.

VAN METER, Peggy; GARNER, Johanna. The promise and practice of learner-generated drawing: literature review and synthesis. **Educational Psychology Review**, Luxemburgo, Springer, v. 7, n. 4, p. 285-325, dic. 2005. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10648-005-8136-3>. Acceso en: 8 jun. 2023.

VILLARROEL, José Domingo et al. A study on the spontaneous representation of animals in young children's drawings of plant life. **Sustainability**, Basel, MDPI, v. 10, n. 4, p. 1-11, mar. 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10041000>. Acceso en: 3 sep. 2023.

WANDERSEE, James; SCHUSSLER, Elisabeth. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, Oakland, Universidad de California, v. 61, n. 2, p. 82-86, feb. 1999. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/4450624>. Acceso en: 22 may. 2023.

YOREK, Nurettin et al. Are animals 'more alive' than plants?: animistic-anthropocentric construction of life concept. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Ankara, Modestum, v. 5, n. 4, p. 369-378, mar. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.12973/ejmste/75287>. Acceso en: 18 may. 2023.

Ines Ortega-Cubero es Profesora Doctora en la Facultad de Educación de Soria, en la Universidad de Valladolid (España), Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Licenciada en Bellas Artes e Historia

del Arte por la Universidad de Salamanca, cursos que simultaneó con excelentes resultados. Es también profesora de secundaria y licenciada en Dibujo, y funcionaria de carrera desde 2004.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1097-6181>

E-mail: ines.ortega.cubero@uva.es

Marcia Eugenio-Gozalbo es profesora titular y doctora en la Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid (España). Licenciada en Ciencias Ambientales y doctora en Biología, especialidad Ecología, por la Universidad Autónoma de Barcelona (España), ha desarrollado habilidades y conocimientos en Educación, especialmente en Educación Científica y Educación Ambiental.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7907-9780>

E-mail: marcia.eugenio@uva.es

Disponibilidad de datos de la investigación: el conjunto de datos que respaldan los resultados de este estudio se publica en el propio artículo.

Editora al cargo: Carla Karnoppi Vasques

