

**LA POLINIZACIÓN: UNA EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A
PARTIR DEL USO DE LA IMAGEN.**

**JEISSON STEVEN LÓPEZ OLIVA
MARY LORENA MOYANO ACEVEDO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2018**

**LA POLINIZACIÓN: UNA EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A
PARTIR DEL USO DE LA IMAGEN.**

**JEISSON STEVEN LÓPEZ OLIVA
MARY LORENA MOYANO ACEVEDO**


**Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales**

**Asesora:
Gladys Jiménez Gómez
Docente Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2018**

A Pablo Esteban y Luis Felipe,

Los amamos.

	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 9	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	La polinización: una experiencia de enseñanza de las ciencias a partir del uso de la imagen.
Autor(es)	López Oliva, Jeisson Steven; Moyano Acevedo, Mary Lorena
Director	Jiménez Gómez, Gladys
Publicación	Bogotá. Universidad pedagógica Nacional, 2018, 132p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS; POLINIZACIÓN; CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES; IMAGEN; PROPUESTA DE AULA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo de profundización surgió a partir de la necesidad de implementar en la clase de ciencias naturales alternativas de enseñanza que le permitan al maestro problematizar sobre su práctica y cómo los estudiantes construyen explicaciones a partir del conocimiento científico, partiendo de la polinización como un proceso abarcador de la naturaleza, donde además del transporte de polen, se configuran múltiples relaciones que dan cuenta de un equilibrio ecosistémico. Es así que se construyó una propuesta de aula donde se implementó la imagen como una herramienta de enseñanza que permitiera exteriorizar explicaciones, pero a su vez propiciar la construcción de las mismas en los estudiantes.</p> <p>Desde el programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales se busca reflexionar y transformar sobre el quehacer del maestro, es desde allí que este trabajo de profundización se interesó en conocer cómo las prácticas en el aula inciden en las explicaciones que los estudiantes construyen frente al proceso de polinización, pero además, cómo las imágenes dan cuenta del proceso de construcción y de las configuración o relaciones que el</p>

sujeto ha construido sobre los conceptos estructurantes en los que se sustenta la temática de estudio.

Con este fin se realizó una revisión teórica que le permite al docente fortalecer su discurso disciplinar desde la polinización, las miradas sobre la imagen y la construcción de explicaciones y con ello la elaboración de una propuesta de aula que brinde elementos que contribuyan con la construcción de explicaciones a través de herramientas de enseñanza como la imagen. Este diseño buscó propiciar un desarrollo conceptual sobre la polinización, mostrando que esta se configura como un megaconcepto, pues desde él es posible estudiar múltiples relaciones que dan cuenta de la relevancia del proceso en la arquitectura ecosistémica.

De la aplicación de la propuesta de aula se obtuvieron impresiones, motivaciones y preguntas frente a las que se reflexionó y describió algunas de las explicaciones que los estudiantes construyeron frente a la polinización y de algunos de los procesos que surgen de su estudio, desde allí el maestro logra reconfigurar su propio entendimiento de como el estudiante aprende desde el uso de la imagen y cómo a partir de ello puede construir y reconstruir su discurso, permitiéndole entender la relevancia, que tiene para la clase de ciencias naturales, la explicación como una herramienta que posibilita la construcción de conocimiento.

3. Fuentes

Se cuenta con 47 fuentes bibliográficas entre las que se referencian textos, artículos de revistas, publicaciones en internet e imágenes.

- Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., & Inouye, D. (1998). The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 8-17.
- Amaya, G. (2008) La enseñanza de la ciencia. *Revista integración*, Departamento de matemáticas UIS, Vol 7 N°2, Bucaramanga (Colombia)
- Amud Ordoñez, M. I. (2014) Elaboración de una propuesta de enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de la microscopía óptica mediante el uso de la NTIC haciendo énfasis en el procesamiento y análisis digital de las imágenes (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- Anero, M., Carabias, F., Carretero, P., Córdón, C., Cuesta, C., De Castro, S., ... & Fuertes, C. (2008). *Aerobiología y polinosis en Castilla y León*. Castilla y León. Nueva comunicación. España.
- Ashman, T. L., Knight, T. M., Steets, J. A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D. R., ... & Morgan, M. T. (2004). Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, 85(9), 2408-2421
- Atkins, E. L. (1992). Injury to honey bees by poisoning. *The Hive and the Honey Bee*, Rev. Dadant and Sons, Hamilton, IL.
- Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico críticos y la recontextualización de saberes científicos. *Construyendo un nuevo espacio de posibilidades*. Pro-PosiÁies, 19 -37
- Basualdo, M., & Bedascarrasbure, E. (2003). Rol de las abejas en la polinización de

cultivos (No. H1084). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina)..

- Bermejo D. (2011) Evolución y situación actual de los estudios del polen atmosférico. Referencia a la polinización de Zaragoza, Zaragoza (España)
- Bonilla, M. A. (2012). La polinización como servicio ecosistémico. Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA), Capítulo I: abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia, 1-103.
- Bronstein, J. L. (1987). Maintenance of species-specificity in a neotropical fig: Pollinator wasp mutualism. *Oikos*, 39-46.
- Brown, WR, y McGuire, JM (1976). Prácticas actuales de evaluación psicológica. *Psicología Profesional*, 7 (4), 475.
- Cerda, H (1993) Los elementos de la investigación como reconocerlos, diseñarlos y construirlos, ABYA YALA, Quito
- Cruz, A. (2010). "La Misteriosa desaparición de las abejas." *Emeequis* 1.
- Darwin, C. (1862). La Fecundación de las orquídeas (No. 584.4 D228f). Navarra, ES: Edit. Laetoli,
- Erdas, (1987). *Erda Users Guide*. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia.
- Foucault, M. (1968). Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas. Siglo XXI Editores. Paris (Francia).
- Giordan, A. & De Vecchi, G. (1995). Los orígenes del saber. Sevilla: Díada
- Giordan, A. (1987). Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 5(2), 105-110.
- Gola, G., Negri, G., & Cappelletti, C. (1965). *Tratado de botánica*, P. imprenta: Labor. Barcelona. (España)
- Goldar, X. L., & Núñez, F. A. L. (2014) La evolución en la polinización: orígenes e hipótesis actuales. *Dep. Legal: C 26-*, 8.
- Gómez, A. A. G. (2009). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 73-83.
- Grilli, J., Laxague, M., & Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con & a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1).
- Guidoni, P., Arcà, M., Mazzoli, P., & Vitale, J. C. G. (1990). Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. *Paidós*.
- Hernández, F. (2010). *Educación y cultura visual*. Barcelona: Octaedro.
- Imbernón, M.J. Alonso, M. Arandia y otros. (2002). "La investigación Educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexiones y experiencias de investigación educativa". Editorial Graó. España. Páginas 17 - 21.
- Jiménez, G. y Flórez, I. (2015) La ciencia como actividad cultural. Módulo de pedagogía I. Maestría en docencia de las ciencias naturales. Departamento de física. Universidad Pedagógica Nacional.
- Knorr-Cetina, K. (1983) *The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science, Science Observed*, London, Sage.

- Luna, F. J. (2013). La importancia del conocimiento anatómico en la evaluación antropométrica. In 10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias 9 al 13 de septiembre de 2013 La Plata. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Educación Física.
- Mantilla C. (1997). Principios de Apicultura africanizada. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Primera edición. Medellín, Colombia.
- Martínez, S. (2009) Epistemología de la Imagen, Publicado en EL GIRO PICTÓRICO: compilado por Mario Casanueva y Bernardo Bolaños, Anthropos-UAM, Mexico.
- MEN, M. D. (1998). Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Ministerio de Educación Nacional.
- MEN, M. D. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Santa Fe de Bogotá
- Méndez, F., Gómez, O., Girón, S., Mateus, J., Mosquera, J., Filigrana, P., ... & Gullosio, L. (2006). Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia. Internet: <http://www.cerrarelbotadero.org/inicio/archivos/EstudioEpidemiologicoRSDJ.pdf>.
- Mercer, N. (1996). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional, 11-21.
- Mitchell, W. J. (2005). No existen medios visuales. In Estudios visuales: La epistemología de la visualidad en la era de la globalización (pp. 17-25). Akal.
- Noguera, K. M., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 34(132), 347-356
- Norris, S. P., Guilbert, S. M., Smith, M. L., Hakimelahi, S., & Phillips, L. M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. Science Education, 89(4), 535-563.
- R.B. Primack. (2010). Essentials of Conservation Biology. (Fifth Edition). Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. Por: Rodrigo Torres Núñez, Biólogo M.Sc. Profesor Asociado, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, D.C.
- Ramírez, J. (1993). La sistematización espejo del maestro innovador. Bogotá: McGraw-Hill.
- Rosado, G. M. (2009). Polinizadores y biodiversidad. Asociación española de entomología, Jardín botánico atlántico y centro iberoamericano de la Biodiversidad. Madrid (España)
- Rose, G. (2001). Visual methodologies: an introduction to the interpretation of visual methodologies. Sage, London
- Schiestl, F. P., Ayasse, M., Paulus, H. F., Löfstedt, C., Hansson, B. S., Ibarra, F., & Francke, W. (1999). Orchid pollination by sexual swindle. Nature, 399(6735), 421-421.
- Secretaria Distrital de planeación (2009). Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá D.C.: María Camila Uribe Sánchez, pp.10 - 21

- Simmonds, J. & Snider J. (2009) Ciencia y arte en la ilustración científica. Sistema de patrimonio cultural y museos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Singer, R. (2009). Morfología floral y polinización de orquídeas: El segundo libro de Charles Darwin. Acta Biológica Colombiana, 14, 337-349.
- Soejarto, D. D., & Fonnegra, R. (1972). Polen: Diversidad en formas y tamaños. Actualidades Biológicas, 1(1), 2-13.
- Valencia, S., Méndez, O., Garzón, J. & Jiménez, G., (2001). De la contemplación a la comprensión de los seres vivos. Revista campo abierto. Universidad de Extremadura.

4. Contenidos

A continuación, se presenta de manera sintética la ruta de trabajo seguida en esta investigación, teniendo en cuenta que se desarrolló bajo la metodología cualitativa de investigación en un enfoque interpretativo, consolidándose en tres fases:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: En esta fase se desarrolló la construcción del discurso del maestro a partir de una revisión teórica y conceptual sobre la imagen, la polinización, y la construcción de explicaciones respectivamente, con el fin de consolidar el diseño de la propuesta de aula.

PROPUESTA DE AULA Y DESCRIPCION ANALÍTICA: En esta apartado se puede encontrar el diseño de las actividades propuestas para el abordaje de la polinización a partir del uso de la imagen, determinado en cinco fases: Técnicas básicas de dibujo y fotografía, Adaptaciones morfológicas, Ecología de la polinización, Diversificación en la polinización y un mundo sin polinización. La posterior implementación de la propuesta de aula y finalmente la descripción analítica de los resultados obtenidos.

CONSIDERACIONES FINALES: En este apartado se presentan una serie de reflexiones desde la labor docente frente a la enseñanza de la polinización, el uso de la imagen y la construcción de explicaciones en la enseñanza de las ciencias, potenciando la transformación de las practicas docentes en el uso de estrategias que permitan comprender cómo se realiza la consolidación del conocimiento desde la imagen. Además, de establecer la polinización como un problema de estudio y un megaconcepto que permite abordar múltiples principios fundamentales en la enseñanza de la biología. Por último, también se pretende exaltar las fortalezas y debilidades que se puede presentar durante la aplicación de la propuesta de aula.

5. Metodología

Este trabajo de grado es desarrollado a través de una metodología cualitativa centrada en el enfoque interpretativo, donde el docente observa e interpreta continuamente las prácticas de sus estudiantes y por ende puede analizarlas, es decir que le permite interactuar directamente con los sujetos y propiciar la transformación de los entornos.

Para ello, se desarrolla una propuesta de aula a partir de la pregunta ¿Cómo se promueve la

construcción de explicaciones acerca de la polinización en la clase de ciencias, a partir de uso de la imagen?

Para el caso específico de este trabajo de profundización, el discurso del maestro, inicialmente, se construyó partiendo de una explicación sobre la temática que se pretendía abordar en el aula de clases: la polinización, generando varias relaciones entre los principios fundamentales de dicho concepto. Durante el proceso de conceptualización y desarrollo teórico se hizo necesario reconocer la importancia de la construcción de la explicación, cómo se desarrolla y cuáles herramientas posibilitan visualizar los diferentes niveles de construcción. Esta explicación se complejiza aún más cuando se asocian elementos pedagógicos y didácticos, no basta sólo con el conocimiento disciplinar que el docente tenga sobre la temática a enseñar; sino con aquellos conocimientos que le permiten promover la organización de explicaciones en sus estudiantes, además de reconocer la importancia que tiene para su comunidad, la experiencia de vida que traen los estudiantes.

Toma gran importancia el diseño de aula y en algunos casos más cotidianos la elaboración de un plan de aula que muestre un esquema organizado de las actividades, propósitos, preguntas e incluso dinámicas que orienten el diseño e implementación de investigaciones de aula. Un proceso como este, cuando se realiza de manera metódica y consciente de sus implicaciones y posibilidades, además acompañado de un proceso de sistematización de las acciones de aula; logra en algunos casos, constituirse en una investigación educativa.

6. Conclusiones

La enseñanza de la biología, y de las ciencias en general, es un escenario que permite a los sujetos el dialogo permanente entre el saber científico y el cotidiano, pues posibilita que la construcción de explicaciones sobre la realidad se haga tangible. En el aula de ciencias naturales, los estudiantes y el maestro, construyen y de-construyen constantemente su imagen de mundo demostrándolo mediante producciones de lenguaje y en la modificación de su actuar con el entorno social, cultural y natural, es así que esta construcción de conocimiento se logra si se establecen estrategias adecuadas de enseñanza.

El diseño de estas estrategias debe basarse en la construcción de un discurso que permita abarcar la mayor cantidad de necesidades de aprendizaje que requieren los estudiantes, para lo cual la revisión teórica es fundamental y por lo que el discurso docente debe estar estructurado en un currículo que permita la transición entre el conocimiento cotidiano y el aprendizaje escolar, pasando por el contexto cultural y social y permitiendo la auto reflexión y autocrítica constante de la práctica del maestro. Solo de esta manera la clase de ciencias se configura como un espacio transformador del quehacer docente y de construcción de conocimiento.

A continuación, se presentan los desarrollos obtenidos en cada uno de los conceptos estructurantes de este trabajo de profundización, basados en algunos de los supuestos e intenciones bajo los cuales se diseñó la propuesta de aula.

Construcción de explicaciones en torno a la polinización.

Para el docente de ciencias naturales, implementar la enseñanza de la polinización se establece como una estrategia útil a través de la cual es posible abordar los contenidos disciplinares que la estructuran, tales como, reproducción, morfología floral y animal, relaciones ecosistémicas, procesos adaptativos, entre otros, pero a su vez, ahondar en problemáticas ambientales, como extinción de especies a partir de prácticas antrópicas, uso de insecticidas, agricultura y monocultivos, contaminación de fuentes hídricas, manejo deficiente de los residuos sólidos y deforestación, donde se muestra que estos procesos no son aislados, sino que afectan todas las comunidades biológicas, incluyendo a la humana. Al abordar la polinización, no como el mero transporte de polen de una flor a otra, sino mostrando que todos estos aspectos biológicos observados en el aula de clase hacen parte de la realidad, las explicaciones construidas por los estudiantes dieron cuenta de que es necesario transformar también su relación con el entorno.

Es así que la propuesta de aula viabilizó que los estudiantes reconocieran e interpretaran algunos de los elementos que se presentan alrededor de la polinización y que visibilizaran los procesos que se configuran entre los seres vivos y su entorno físico, partiendo de una serie de descripciones, preguntas y motivaciones, que posibilitaron establecer tres aspectos que muestran algunas construcciones logradas por los estudiantes. Estas se muestran desde una postura general del evento a una particular, es decir, que estos supuestos se pueden organizar de forma escalar, donde unos muestran unas construcciones más globalizantes y otras más específicas. En primer lugar, se evidencia que los estudiantes conciben que la polinización se encuentra vinculada al transporte de polen de un lugar a otro, pero que este transporte está mediado por factores como el viento, el agua o seres vivos que posibilitan la transferencia del gametofito masculino. Este aspecto da cuenta de un primer nivel de la explicación, que se constituye en el más general y a partir del cual se configuran niveles más complejos. En segundo lugar, los estudiantes interpretan la participación de los animales como un factor importante en el desarrollo del proceso, estableciendo que esto favorece la polinización cruzada. Un tercer aspecto que los estudiantes resaltaron y que se presenta como una construcción importante es el papel de la polinización en las dinámicas ecosistémicas.

La polinización fue vista por los estudiantes como primordial en el bienestar de su entorno y de la naturaleza en general, pues la implementación de pesticidas y plaguicidas se consideró al avanzar en las sesiones como una causa de la muerte de polinizadores importantes como las abejas melíferas, lo que a la larga acarrearía en la muerte de otros organismos tanto vegetales como animales. Este aspecto es tal vez uno de los más significativos en la construcción de explicaciones de los estudiantes y en la modificación de sus redes semánticas, ya que hace referencia a la relación de los sujetos con su entorno y el cambio en su actuar, lo que se evidenció en muchas de las caricaturas, cuentos e imágenes construidas por los estudiantes y que dan cuenta de las representaciones de mundo de los niños.

Enseñanza de las ciencias a partir de la imagen.

La imagen, en la enseñanza de las ciencias naturales, se configura como la construcción propia

de la realidad. En primer lugar, en la construcción del conocimiento científico y en segundo lugar como una forma de lenguaje que permite observar las representaciones de los sujetos, por esta razón, la imagen y la construcción de explicaciones están estrechamente ligadas. A partir de la imagen fue posible no solamente reconocer las construcciones que los estudiantes desarrollaron sobre la polinización, sino también utilizarla como una herramienta para posibilitar tales construcciones.

En varias de las discusiones brindadas anteriormente, se ha manifestado que la imagen es mucho más que lo gráfico, aunque en la mayoría de reflexiones realizadas en la descripción analítica de los resultados es usada la imagen gráfica como una herramienta fundamental, lo anterior se presenta porque se concibe que la imagen gráfica da cuenta de otros elementos tras su construcción y que explícitamente no se encuentran en los trazos que el estudiante ha plasmado en la hoja, pero que salen a la superficie cuando se pide alguna justificación de su elaboración. En este punto, otros elementos que componen la imagen, son exaltados dando cuenta de otro tipo de relaciones y conceptos, es allí donde se habla de la imagen como totalidad, con una parte que es visible (gráfico) y otra parte invisible (mental) que da cuenta del significado de realidad del estudiante.

En la enseñanza de las ciencias naturales, es fundamental reconocer la imagen como fuente de conocimiento, vista desde dos perspectivas: la primera de ellas la imagen como una explicación de quien la elabora, y la imagen como una estrategia para la construcción de explicaciones de quien la observa. En el primer caso, la imagen da cuenta de la producción de una persona sobre un tema determinado, ya que muestra parte del proceso de transformación que sufrió el sujeto en su elaboración, las actitudes, el contexto y finalmente la construcción misma. Esto se hizo evidente en cómo elementos trabajados en las primeras sesiones de la propuesta de aula son apropiados por los estudiantes e implementados nuevamente en las construcciones de sesiones siguientes, por lo cual el docente puede tomar las imágenes como referencias de las explicaciones construidas y tenerlas en cuenta para comprender que está entendiendo el estudiante.

En el segundo caso las imágenes pueden ser usadas dentro de las estrategias de aula como herramientas de enseñanza, debido a que estas dan cuenta del proceso de construcción de la explicación, pues la imagen se constituye en un conjunto de símbolos, signos y marcas que lo convierten en un tipo de lenguaje. Por lo tanto, dentro de las redes mentales del estudiante cualquier transformación mostrará una nueva organización en el discurso y de las redes semánticas de los sujetos y así los estudiantes exteriorizan estos cambios mediante nuevos símbolos o a través de los mismos, pero con nuevos significados.

Al igual que cualquier otro tipo de lenguaje, la imagen también tiene la capacidad de transmitir además de información, sentimientos, pensamientos, saberes de los sujetos, como otros tipos de lenguajes que pueden acercarse más a la verbalidad o la formalidad de lo escrito, y como ellos pueden ser analizados, es decir que la imagen también tiene la capacidad de comunicar y por ello puede analizarse en un contexto escolar. La imagen puede ser discutida y validada por sus pares que evaluarán en ellas los supuestos e intenciones explícitas e implícitas. Es allí donde el

docente debe fijarse en este proceso y entender que la imagen es un ente de transformación y no una finalización o culminación de lo construido.

Discurso docente y transformación de la práctica.

Si bien para este trabajo de profundización no fue posible realizar las transformaciones al currículo formal del aula de ciencias, se buscó crear un espacio alterno que permitiera denotar algunos de los elementos que harían posible el tránsito de las dinámicas de espacios extraescolares a la formalidad del currículo en la educación básica, de allí que la estrategia del club de ciencias permite que el maestro pueda reconocer las necesidades e intereses de sus estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias, desde un espacio que no es obligatorio y que brinda la posibilidad de reconocer el contexto y las experiencias, y que además le permite entender que muchas de las ataduras que siente impuestas por el currículo se encuentran vinculadas a sus propias prácticas y es deber de él poder visibilizar la escuela como un espacio de transformación de su quehacer.

Como docentes de ciencias naturales fue necesario realizar una reflexión constante de las relaciones e interacciones que se presentan entre las imágenes de mundo, la experiencia, el contexto y el lenguaje de los estudiantes, pues esta actividad brindo los elementos necesarios que permitieron transformar las prácticas de enseñanza para conceptos y temáticas específicas. Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de la propuesta de aula se presentó como un mecanismo, que basado en esas reflexiones, posibilitó reconocer las subjetividades de los individuos, sus saberes y dejó reconstruir conocimientos en torno a ellos, mostrando así que las actividades desarrolladas en esta se presentaron como una experiencia del proceso de aprendizaje y para el maestro en una experiencia de enseñanza.

Al observar que el papel de la imagen en la enseñanza de las ciencias es tan importante, se hace fundamental que en los currículos de la formación básica y media, así como la formación profesional, se potencien habilidades que estén relacionadas con la expresión gráfica, debido a que es necesario que los estudiantes tengan igual de desarrolladas las posibilidades de comunicar sus construcciones, a través de la palabra escrita y oral, así como de las imágenes visuales, teniendo en cuenta que estas últimas también logran comunicar aspectos sociales, culturales, espacio-temporales y disciplinares a lo largo de toda su composición.

Elaborado por:	López Oliva, Jeisson Steven; Moyano Acevedo, Mary Lorena
Revisado por:	Jiménez Gómez, Gladys

Fecha de elaboración del Resumen:	07	08	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	17
2	CONTEXTO PROBLEMÁTICO	19
3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	28
4	OBJETIVOS	32
4.1	General:.....	32
4.2	Específicos:	32
5	MARCO TEÓRICO:.....	33
5.1	LA IMAGEN.	33
5.2	LA POLINIZACIÓN	40
5.2.1	La modificación de la estructura floral como enemigo de la autofecundación.	44
5.2.2	El polen.....	47
5.2.3	Adaptaciones para la polinización cruzada.	52
5.2.4	La polinización en el mantenimiento de los ecosistemas.	57
5.3	LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES	61
6	METODOLOGÍA.....	66
6.1	Fases metodológicas	69
6.1.1	Construcción del discurso. Polinización y miradas de la imagen	70
6.1.2	Propuesta de aula.....	71
6.1.3	Descripción analítica.	72
7	DESCRIPCIÓN ANALÍTICA.....	76
7.1	FASE 1: Técnicas básicas de dibujo y fotografía	80
7.2	FASE 2: Adaptaciones morfológicas, un camino hacia la polinización cruzada.	92
7.3	FASE 3: Ecología de la polinización. Relaciones entre especies y con el entorno.....	106
7.4	FASE 4: Diversificación en la polinización una muestra de la evolución.	119
7.5	FASE 5: Un mundo sin polinización	124
8	CONSIDERACIONES FINALES.....	127
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	136
10	ANEXOS	142
	144
	145

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ilustración del Perezoso americano (Filovora spp.)	36
Ilustración 2 Angraecum sesquipedale polinizada por Xanthopan morganii	41
Ilustración 3 Pino silvestre, Pinus sylvestris. Ilustración científica.....	42
Ilustración 4 Peral. Pyrus communis, considerado peral común o peral europeo.	43
Ilustración 5 Abeja Mielífera, Apis mellifera.....	44
Ilustración 6 De izquierda a derecha: Hinojo (Foeniculum vulgare), clematítide (Aristolochia clematitis) y primulas (Primula spp) ejemplos de plantas con dicogamia.....	45
Ilustración 7 Morfología de la Flor. Flor de un peral (Pyrus communis))	46
Ilustración 8 Diferentes tipos de polen de malva (Malva spp), clavel (Dianthus caryophyllus) y enredadera (Curcubita spp) (N. Grew, 1965).	48
Ilustración 9 Morfología externa del grano de polen.....	48
Ilustración 10 Gramíneas..	54
Ilustración 11 Buchón de agua (Eichhornia spp).....	55
Ilustración 12 Lonicera caprifolium siendo polinizada por la polilla Macroglossa stellatarum.....	57
Ilustración 13 Red de relaciones entre plantas y polinizadores.....	59
Ilustración 14 Organigrama correspondiente a la metodología.	69
<i>Ilustración 15. Estructura metodológica de la propuesta de aula.</i>	<i>79</i>
Ilustración 16 Dibujo de croquis de caballo desarrollado en la sesión 1	84
Ilustración 17 Croquis de Perro desarrollado en la sesión 1	85
Ilustración 18 Fotografía de flor amarilla tomada en la sesión 1	85
Ilustración 19 Dibujo de alce desarrollado en la sesión 2.....	86
Ilustración 20 Dibujo de Camaleón desarrollado en la sesión 2.....	87
Ilustración 21 Fotografías de flores tomadas en la sesión 2.	88
Ilustración 22 Dibujo de águila desarrollado en la sesión 3.....	89
Ilustración 23 Dibujo de conejo desarrollado en la sesión 3.....	89
Ilustración 24 Dibujo de mariposa desarrollado en la sesión 4	90

Ilustración 25 Dibujo de león desarrollado en la sesión 5	91
Ilustración 26 Fotografía de estudiante trabajando en la sesión 5	92
Ilustración 27 Fotografía de los estudiantes en el laboratorio	103
Ilustración 28 Fotografía estructura del mariposario.	109
Ilustración 29 Fotografía de estudiantes trabajando con el mariposario móvil	110
Ilustración 30 Fotografías de los videos del ciclo de vida de <i>Leptophobia aripa</i> .	113
Ilustración 31 Fotografía salida de campo al relleno sanitario Doña Juana	122
<i>Ilustración 32 Imagen de <i>Hymenopus coronatus</i> proyectada durante sesión 12.</i>	123
Ilustración 33 Historietas desarrolladas durante la sesión 13.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de ornamentación de la Ectexina establecidos por Anero (2008) tras la observación de diferentes especies vegetales.	49
<i>Tabla 2. Fase 1: Técnicas básicas de dibujo y fotografía.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 3. Fase 1: Adaptaciones morfológicas, un camino hacia la polinización cruzada.</i>	<i>93</i>
Tabla 4 Resultados Sesión 6. Actividad sobre preguntas orientadoras	96
Tabla 5 Resultados de la sesión 6: Actividad estrategias de atracción	98
Tabla 6 Resultados sesión 7 actividad preguntas orientadoras	99
Tabla 7 Resultados sesión 7: Actividad laboratorio morfología floral	101
Tabla 8 Resultados sesión 8: Actividad ilustración morfología del polinizador....	105
<i>Tabla 9. Fase 3: Ecología de la polinización: Relaciones intraespecíficas y con el entorno.</i>	<i>107</i>
Tabla 10 Resultados sesión 10 Actividad ciclo de vida planta-animal.....	115
Tabla 11 Resultados sesión 10 Actividad cuento sobre polinización	117
<i>Tabla 12. Fase 4: Diversificación en la polinización una muestra de la evolución</i>	<i>119</i>

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de profundización surgió a partir de la necesidad de implementar en la clase de ciencias naturales alternativas de enseñanza que le permitan al maestro problematizar sobre su práctica y cómo los estudiantes construyen explicaciones a partir del conocimiento científico, partiendo de la polinización como un proceso abarcador de la naturaleza, donde además del transporte de polen, se configuran múltiples relaciones que dan cuenta de un equilibrio ecosistémico. Es así que se construyó una propuesta de aula donde se implementó la imagen como una herramienta de enseñanza que permitiera exteriorizar explicaciones, pero a su vez propiciar la construcción de las mismas en los estudiantes.

Desde el programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales se busca reflexionar y transformar sobre el quehacer del maestro, es desde allí que este trabajo de profundización se interesó en conocer cómo las prácticas en el aula inciden en las explicaciones que los estudiantes construyen frente al proceso de polinización, pero además, cómo las imágenes dan cuenta del proceso de construcción y de las configuración o relaciones que el sujeto ha construido sobre los conceptos estructurantes en los que se sustenta la temática de estudio.

Con este fin se realizó una revisión teórica que le permite al docente fortalecer su discurso disciplinar desde la polinización, las miradas sobre la imagen y la construcción de explicaciones y con ello la elaboración de una propuesta de aula que brinde elementos que contribuyan con la construcción de explicaciones a través de herramientas de enseñanza como la imagen. Este diseño buscó propiciar un desarrollo conceptual sobre la polinización, mostrando que esta se configura como un megaconcepto, pues desde él es posible estudiar múltiples relaciones que dan cuenta de la relevancia del proceso en la arquitectura ecosistémica.

Es por ello que en el desarrollo de este trabajo de profundización se llevó a cabo una propuesta de aula a través de cinco fases: **Técnicas básicas de dibujo y fotografía, Adaptaciones morfológicas, Ecología de la polinización, Diversificación en la polinización y un mundo sin polinización.** Estas fueron desarrolladas en 18 sesiones, que guiaron al estudiante en el estudio de la temática y de las relaciones ecosistémicas que se presentan en torno a ella. Cada una de las sesiones fue orientada para potenciar el conocimiento biológico, con el fin de que el maestro pudiera visibilizar a través de las imágenes las explicaciones producidas por el estudiante.

De la aplicación de la propuesta de aula se obtuvieron impresiones, motivaciones y preguntas frente a las que se reflexionó y describió algunas de las explicaciones que los estudiantes construyeron frente a la polinización y algunos de los procesos que surgen de su estudio, desde allí el maestro logra reconfigurar su propio entendimiento de como el estudiante aprende desde el uso de la imagen y cómo a partir de ello puede construir y reconstruir su discurso, permitiéndole entender la relevancia, que tiene para la clase de ciencias naturales, la explicación como una herramienta que posibilita la construcción de conocimiento.

A partir de ello, se hace posible que el maestro busque transformar sus prácticas de enseñanza y que finalmente se problematice sobre **¿Cómo se promueve la construcción de explicaciones acerca de la polinización en la clase de ciencias, a partir de uso de la imagen?**

2 CONTEXTO PROBLEMÁTICO

Esta propuesta de profundización se centra en la construcción de explicaciones alrededor de la polinización y de la importancia que tiene la imagen en la construcción de explicaciones en la enseñanza de las ciencias. La polinización, es un concepto capaz de abarcar procesos biológicos, químicos y físicos en torno a los cuales es posible transformar y reconstruir las redes semánticas del conocimiento que permiten enriquecer el mundo de los estudiantes y proponer alternativas para la labor del docente. En el planteamiento de este trabajo de profundización se reconocen tres ejes, que por sus relaciones complejizan y problematizan la enseñanza de las ciencias y la construcción de conocimiento científico, el primero hace referencia a las miradas de la imagen en la enseñanza de las ciencias, el segundo a la polinización como una experiencia de estudio y el tercero a la construcción de explicaciones en el aula de ciencias.

Para entender el primer eje, las **miradas de la imagen en la enseñanza de las ciencias**, se puede indagar por su papel en la consolidación de conocimiento científico a través de la historia ¿Cómo la imagen se configuró en un elemento primordial en la elaboración de conceptos y significados específicos alrededor de diferentes procesos científicos? Si bien, no es objeto de este trabajo realizar un estado del arte de obras de los científicos e ilustradores que ayudaron en la consolidación o avance del conocimiento, es pertinente ver que en algunos casos como los estudios botánicos y zoológicos hay relación entre lo gráfico y lo teórico.

Las imágenes han expresado el pensamiento de grupos humanos, desde la prehistoria hasta nuestros días, se pueden señalar algunos casos como: el dibujo rupestre en las cuevas Lascaux en Francia en los que se plasma en la roca bisontes y actividades de casería que muestran el diario vivir del humano de la época; la obra considerada como la precursora de la farmacología moderna, “*De materia médica*”, escrita por Dioscorides, con cerca de 600 plantas medicinales y más de 400 dibujos a hoja completa, en donde se establecen características

concretas determinantes en la identificación de plantas, como los tipos de flor, las hojas y los colores, todo ello basado en la utilidad para el humano (Simmons, 2009) o los estudios del cuerpo humano de Leonardo da Vinci quien se apoyó en gráficos que permitían ilustrar características morfológicas y fisiológicas y logra avances en el campo de la anatomía humana y la antropometría, un ejemplo de ello es “El hombre de Vitrubio” al que Luna (2013) concibe en uno de los más famosos estudios sobre proporciones humanas.

Igualmente, Carl Von Linneo, en sus trabajos “*logró la primera organización de las nuevas y viejas especies, preservando en gran parte la escala natural de Aristóteles*” (Simmons, 2009, p.14), describió muchas especies apoyado en ilustraciones de otros naturalistas, como Georg Dyonysius Ehret, a quien se le acreditan miles de ilustraciones en el campo de la botánica y la zoología, especialmente en el trabajo “*Linnaei methodus plantarum sexuales*” (1736), donde se realiza una descripción de la morfología floral y los órganos sexuales de las angiospermas, base para la clasificación taxonómica propuesta posteriormente (Rey-Márquez 2015). José Celestino Mutis, en el siglo XIX, durante la Real Expedición Botánica, en el antiguo reino de Nueva Granada, logró describir cerca de 20.000 plantas endémicas y contó con cerca de 30 artistas capacitados en combinar arte y ciencia (Amaya, 2008).

Da Vinci, Ehret, Mutis y otros, buscaban cargar el dibujo de contenido científico, queriendo mostrar aspectos como texturas, colores, formas y simetrías de los especímenes representados, pero también pretendían mostrar caracteres biológicos que dieran cuenta de la anatomía, funcionamiento, formas de reproducción, hábitos de alimentación y todas aquellas particularidades, por medio de las cuales se puede incluso caracterizar un grupo específico de seres vivos. Estos ejemplos, permiten resaltar que las imágenes se instauran como una parte constitutiva de la explicación, a partir de la construcción de modelos explicativos mediados por el contexto, el aprendizaje y la representación explicativa (Gómez, 2009).

Así como en la construcción de las explicaciones en la biología; la imagen ha sido parte estructural de otros campos del conocimiento como la pedagogía, la psicología y la filosofía. La imagen se establece como la forma que tienen los sujetos de representar sus pensamientos, intereses y las realidades que han construido del mundo¹. Desde la didáctica, por ejemplo, el uso de la imagen está ligado a las herramientas que se piensan en el aula de clase, para favorecer la comprensión de los estudiantes, en grados iniciales de la escuela se estimula en los niños la creación de imágenes con el fin de que ellos reconozcan su familia, su cuerpo o un objeto de interés, es usual el uso de láminas, que acompañen el vocabulario, las letras y los números con símbolos y gráficos; en grados superiores se recurre a esquemas para expresar la organización de los sistemas digestivo o respiratorio, para mostrar el ciclo del carbono o para representar un modelo atómico.

Sin embargo, en muchas ocasiones, las ilustraciones, esquemas, dibujos, diagramas o fotografías, van siendo abandonados, por una escritura más “formal” en donde predomina el uso de lo escrito. Esto ha ocasionado que se le reste importancia a la imagen en la organización de explicaciones, argumentos o exposiciones. El empleo de todos ellos es importante en la formación del conocimiento científico, los diagramas y esquemas presentan una organización explícita y clara en la que se puede presentar una jerarquía o un orden lógico específico en la organización de datos o de ideas concretas o el dibujo puede ofrecer una representación más abierta y demostrativa. Cada tipo representación permite un nivel de organización y un nivel de claridad diferente, gracias a esto, se

¹Son Ejemplos, los test de Rorschach, Goodenough o Macover, donde la imagen es primordial en el diagnóstico de la personalidad o de las formas de ver el entorno familiar y social. **1) El test de Rorschach**, tal vez es uno de las técnicas más reconocidas en la psicología, en esta se busca evaluar la personalidad, consiste en una serie de manchas de tinta sobre un papel, las cuales no presentan una figura determinada y mediante el reconocimiento de dichas imágenes se puede evaluar la personalidad del sujeto. **2) El test de Goodenough**, es una técnica usada para medir la inteligencia infantil, en donde el niño dibuja una figura humana, a través de ella se pueden evaluar diferentes recursos mentales como: la abstracción, Formulación de juicios, Coordinación, Análisis, entre otros. Uno de los fundamentos de este test es que el niño no dibuja lo que ve, sino lo que sabe y dicho saber se expresa mediante la representación del dibujo del cuerpo humano. aspectos de la forma en cómo piensa. **3) El test de Macover**, es una técnica usada para evaluar la personalidad de una persona a través del dibujo de una figura humana, en esta se logran tener en cuenta las proporciones del cuerpo el detalle en estructuras particulares como, los ojos, las cejas los dedos, entre otros para determinar la forma de ver y percibir el mundo del sujeto de estudio (Brown, 1976).

puede usar la imagen en la escuela como una estrategia que permita a los estudiantes organizar sus conocimientos. Entonces, cabe preguntarse por ¿Cómo cualificar el papel de la imagen en la enseñanza de las ciencias en la escuela?

Este proceso de enseñanza-aprendizaje se complejiza debido a dos factores: la construcción propiamente dicha de la representación, mediada por el conocimiento implícito que la compone, y por otro lado la lectura que se le da a dicha imagen que se verá influida por las concepciones de quien la observa, en este caso el maestro. Así cuando se plasma lo observado de un ambiente natural, como un bosque, lo construido estará determinado por lo que se entiende de lo natural y en la misma medida por lo que se entiende del campo de estudio, es decir no será la misma representación de un ecosistema aquella que se realice con una visión ambientalista que la que se realice desde la conservación o conceptos como lo sostenible, sustentable o renovable, tampoco serán plasmados de la misma forma en alguno de los casos anteriores². Debe considerarse que las interpretaciones que surgen de dichas imágenes estarán ligadas a unas construcciones previas de quien observa.

En la escuela es común que se presente diversidad en el uso de la imagen, y un ejemplo claro es el uso de las imágenes presentes en el libro de texto de ciencias naturales, allí igualmente, se pueden ver diversas formas de vincular la imagen a los contenidos de las ciencias y a las formas de interpretar el objeto, más específicamente, relacionados con la situación de estudio que se pretende abordar en este trabajo: la polinización. Se pueden encontrar en los textos, diferentes

² Si esto se aplica a una obra de arte, se puede evidenciar como la misma producción puede ser examinada desde por lo menos tres perspectivas diferentes, desde quien la elaboró –el pintor- y quienes la observan –un experto y un aficionado-; para el primer caso, la obra de arte representa una finalidad o un sentir, para el segundo caso esta puede significar parte de un movimiento o de una etapa de la historia del arte, mientras que para la tercera su contemplación puede ser únicamente un pasatiempo. Para todos los casos, la información presente en esta construcción “es la misma”, sin embargo, la diferencia radica en el análisis y discusión que se da al partir de esta. Si dicha obra de arte fuese en cambio una de las imágenes presentes en un libro de texto, también se podrían, si se quisiera, identificar estas tres perspectivas, ya que el objetivo del autor de la imagen, la intención del maestro, y el sentido que le atribuye el estudiante son diferentes. Esta situación en general se presenta debido a las diversas construcciones de cada uno de estos sujetos frente al campo de estudio, teniendo en cuenta sus intereses, experiencias y conocimientos sobre el tema.

dibujos, esquemas, gráficas o fotografías que buscan explicar la polinización desde un ámbito reproductivo o tal vez en algunos casos, se encontrarán aspectos como la estructura del polen o del aparato reproductor de la flor. Sin embargo, muchos podrían quedar cortos en la presentación de estructuras microscópicas como aquellas que se encuentran en las patas de los insectos y que posibilitan que el polen sea transportado.

Es necesario acudir a herramientas alternas al libro de texto, que puedan mostrar otros aspectos, cómo detener en el tiempo imágenes del polen cuando se adhiere a la extremidad de un polinizador. Requerimiento que hoy día se puede solventar con el uso de tecnologías de la comunicación puesto que muchos de estos eventos son captados y plasmados por medio de material audiovisual como fotografías y videos.

El segundo eje hace referencia a **la polinización como experiencia de estudio**. Es importante reconocer a la polinización como un megaconcepto y explicar la pertinencia de su estudio con estudiantes de quinto grado de básica primaria. Inicialmente, la polinización puede verse como un caso en el que interactúan dos especies, en una relación de mutualismo basada en acciones reproductivas para la planta y de supervivencia para el animal. Pero, este es un proceso mucho más complejo en el que intervienen factores meteorológicos y ambientales que a su vez afectan comunidades biológicas enteras, incluida la humana; por lo que tiene una incidencia e importancia vital en los equilibrios ecológicos³

La polinización no solo se constituye como el transporte de polen de una flor a otra de la misma especie, sino que se configura como la estrategia reproductiva más efectiva de las plantas fanerógamas ya que aparte permite el intercambio genético y constituye una táctica para la adaptación a los cambios del ecosistema (Gola, 1965) o incluso puede comprenderse como un soporte de preservar la biodiversidad y otros asuntos ambientales.

³ Esta discusión seguirá siendo desarrollada en el marco teórico

Muchos autores profundizan en los diferentes mecanismos desarrollados por las plantas para facilitar el proceso de polinización, como en la disposición de la flor en la protección y resguardo de sus aparatos reproductivos y en la relación de tal disposición en la “sincronía” con la estructura anatómica del polinizador. Los prónubos⁴ por ejemplo, muestran adaptaciones para favorecerse de los “servicios” ofrecidos por la planta y en algunos casos se exhibe interrelaciones entre los ciclos de vida de ambos organismos, haciendo que la presencia de uno sea inherente a la supervivencia del otro.

Parte del equilibrio ecológico, está determinado por procesos simbióticos muy específicos, en lo que se observan diferentes estrategias adaptativas. En algunos casos el vegetal “imita” los patrones de colores o rasgos morfológicos de las hembras de una especie de insecto o ave, con el fin de atraerla, tal es el caso de la orquídea *Ophrys bombyliflora* donde el labelo⁵ se mimetiza al presentar la morfología de la hembra del insecto polinizador *Bombus sp.* En otros casos ciertas especies de plantas se han especializado sirviendo como planta hospedera o proveedora de alimento para su polinizador durante las primeras fases de desarrollo del insecto como por ejemplo en el caso del polinizador *Parapristina verticillata* de la planta *Ficus microcarpa*. Este ejemplo de relaciones especializadas entre higos y avispas, muestra que la dependencia ha sido tan estrecha que incluso cada especie de higo tiene una especie de avispa específica en su polinización (Bronstein, 1987). Otra estrategia encontrada es la producción de feromonas sexuales similares a las que son liberadas por la hembra del polinizador, una relación que evidencia esto es la encontrada entre *Ophrys sphegodes* que produce feromonas de la abeja *Andrena nigroaenea* (Scheiestl, 1999). Esto ha permitido que durante el proceso de polinización se desarrollen relaciones adaptativas y co-adaptativas que en algunos casos como en el de las orquídeas han logrado mostrar procesos evolutivos y en casos muy reducidos coevolutivos.

⁴ Prónubos: animales que “con su visita a la flor facilitan o provocan el proceso fecundante” (Gola, 1965)

⁵ Pétalo inferior, modificado y específico en las orquídeas, generalmente de mayor tamaño y de forma irregular. Se diferencia claramente de los otros pétalos. También denominado *Labellum* o *Labio*.

Pero, proceso de polinización, para otros autores como Rosado et. al (2009) es más que una relación simbiótica, ya que es posible ubicarla como el punto de convergencia de muchas de las actividades de las redes tróficas de la naturaleza, tales como la producción de alimentos y de resguardo. Si en algún punto, sea el polinizador o la planta, desaparece, no sólo se verá directamente afectado el otro organismo sino también el punto de la red trófica en el que se ubica, causando un efecto dominó en todos los procesos que hacen parte de este tejido.

Un caso actual que ejemplifica el delicado equilibrio son los reportes masivos de muerte de colmenas de abeja común (*Apis mellifera*)⁶ y en general de pequeños polinizadores en su mayoría insectos⁷. Las cifras de países que reportaban muerte de estos organismos crecía con el pasar del tiempo, tal y como lo reconoce Cruz (2010) se habían identificado hasta la fecha la pérdida de la mitad de las colmenas en nueve países industrializados y se daba una alerta al resto de países. En Colombia según medios de comunicación como el periódico el Tiempo, el Espectador y la revista Semana se reportaba la pérdida de colmenas completas en varios departamentos de Colombia⁸.

Según cifras de Basualdo y Bedascarrasbure (2003) los insectos son responsables de cerca del 86% de la polinización de plantas frutales y de ese porcentaje el 80% es realizado específicamente por las abejas. Por ello, considerar la pérdida de un polinizador, cualquiera que sea, significaría la

⁶ Actualmente en Colombia se reconocen según Mantilla (1997) que las abejas melíferas son híbridos entre abejas alemanas (*Apis mellifera mellifera*) e italianas (*Apis mellifera ligustica*), caucasianas (*Apis mellifera caucasica*) y africanas (*Apis mellifera scutellata*). Según Atkin (1992) este insecto tiene una gran importancia a nivel mundial, ya que además de tener una gran incidencia en los cultivos, ayuda en el mantenimiento de plantas ornamentales y endémicas de cualquier zona, ya que mediante el forrajeo permite la dispersión de polen de varias especies de planta al mismo tiempo.

⁷ Aunque los primeros en hacer este tipo de reportes fueron según Antimio Cruz (2010) la Universidad de Cornell en Nueva York y en una conferencia de prensa de la Federación Estadunidense de Protectores de Abejas, estos se extendieron rápidamente a los titulares de periódicos estadounidenses como el New York Times y británicos como The Independent quienes publicaron la muerte de millones de individuos en poco menos de 2 meses.

⁸ Situación que se logró concluir en entrevista con “El Colectivo abejas Vivas” que es una organización conformada por un grupo de colombianos que trabajan en el campo de apicultura y que, a principios del 2017, al ver la masiva muerte de abejas en diferentes departamentos del país, debido al indiscriminado uso de plaguicidas, deciden conformar dicha agrupación con el fin de trabajar y generar conciencia en el cuidado de los polinizadores.

limitación en el transporte de polen, lo que ocasionaría que las plantas, en su mayoría las angiospermas, vieran restringida su dispersión de polen únicamente a factores físicos como el viento y el agua. De allí se desencadenaría la disminución de frutos y semillas y la afectación de otros miembros de la comunidad que a su vez son el sustento de grandes depredadores o incluso de parásitos (Ashman, 2004).

Este problema que para algunos debería ser la preocupación de un pequeño grupo de científicos tocó el interés de sectores como la economía y la agricultura mundial. Incluso la pérdida de polinizadores podría causar impactos que no solo afecten comunidades naturales sino comunidades humanas (Allen-Wardell, 1998). Reconociendo que las condiciones ecológicas y climáticas que propician la polinización, son en gran medida determinantes en el desarrollo de los ciclos biológicos y en el rompimiento del equilibrio natural de los ecosistemas.

Por todo lo anterior, se considera que en la construcción de explicaciones es preciso asumir la polinización como un concepto que integra diferentes contenidos de enseñanza: redes tróficas, ciclos de vida, relaciones inter específicas, adaptación, evolución, co-evolución, equilibrio ecosistémico, control de poblaciones, mejoramiento de la producción agrícola, así como problemáticas ambientales como el monocultivo o el uso de semillas modificadas genéticamente. Cada uno de esos contenidos permite a su vez, complejizar las redes conceptuales que los estudiantes construyen sobre la polinización. En un proceso de construcción de explicaciones se determinan los conceptos o las temáticas que se integran puesto que, en cada experiencia se puede evidenciar la existencia de elaboraciones o transformaciones únicas que dependen de las relaciones que se establecen entre estos conceptos y el significado que posee en su entorno.

Por último, el tercer eje es **la construcción de explicaciones en el aula de ciencias**. En este trabajo es importante partir del reconocimiento de la noción que el docente o la institución posean sobre la ciencia y la consolidación del conocimiento científico, lo que determina en gran medida los procesos de

enseñanza. La visión de una ciencia estática, donde el único papel que cumple el estudiante, es el repetir los conocimientos ya construidos irrumpe en la acción de cuestionarse y explicarse la vida y constituye una de las causas de la disminución del interés del alumno por el estudio de las ciencias.

Una posibilidad de pensar la ciencia la propone el programa de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), al defender que la ciencia se constituye en una actividad cultural⁹, ya que la estructura misma de la comunidad científica se basa en una organización social y por lo mismo para que alguna construcción científica sea aprobada, ésta debe ser puesta en consenso, además al transitar por instancias del pensamiento ésta va transformando sus supuestos y en conformidad pierden su validez. *“Desde esta perspectiva la ciencia es concebida como una actividad de comprensión del mundo que, de acuerdo a contextos socio-culturales específicos y dando respuesta a éstos, desarrolla una comunidad que se ha venido constituyendo históricamente”* (Ayala, 2006, p.27). Las investigaciones científicas poseen una vigencia temporal y no universal, debido a que dichos acuerdos se concretan en un tiempo y lugar específico y por ello tanto la ciencia como el conocimiento deben ser dinámicos y transformables (Knorr-Cetina, 1983).

De la misma forma las explicaciones al ser constructos subjetivos del conocimiento también son transformables a través del tiempo y el espacio. En este caso específico, se pretende que los estudiantes de grado quinto construyan explicaciones en torno a un conocimiento científico específico y que dichas construcciones estén mediadas por tres factores: el contexto en el que se habita, el proceso de enseñanza-aprendizaje y finalmente las representaciones de la explicación (Gómez, 2009). El propósito de esta última, debe ser la transformación de su propio entorno a través de acciones diversas que sean producto del cambio en sus redes de cognitivas.

⁹ Según Flórez y Jiménez (2015) La ciencia y la enseñanza de las ciencias “han dejado de ser consideradas productos precisos, verdaderos y dogmáticos sobre cómo es la realidad y cómo debe ser enseñada y han pasado a ser espacios relativos de actividades, construcciones colectivas y producciones de significados afectados por las condiciones espacio temporales en las que se dan.

3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según los lineamientos curriculares de ciencia naturales y educación ambiental (MEN, 1998) una de las labores dentro del rol de maestro de ciencias es enseñar una determinada área del conocimiento científico, ya sea biología, física o química, sin embargo, dicha labor carece de propósito si el estudiante no es capaz de construir una postura crítica frente a las relaciones que genera con su entorno. Es por ello, se plantea que se debe de acercar a los estudiantes al conocimiento científico de tal manera que logren comprender la esencia e importancia de éste y transformar las relaciones con el saber, haciendo uso adecuado de los conocimientos construidos en el aula de clase. Este aspecto es abordado en los lineamientos como la construcción de una conciencia ética, en la que:

hay que tener en cuenta que los problemas ambientales, científicos y tecnológicos hacen parte de su naturaleza, concurren aportes desde las diferentes perspectivas: la física, la química, la biología, deben entrar en dialogo franco entre sí con la ecología, las ciencias sociales, la tecnología, las matemáticas, la estadística... y susciten reflexiones sobre cómo desarrollar una ética de fraternidad entre todos los seres de la naturaleza. (MEN, 1998, p.44)

En los lineamientos curriculares se presenta, como parte de los logros curriculares para grado cuarto, quinto y sexto de educación básica, el afianzamiento de una conciencia ética donde el estudiante pueda reflexionar acerca de las relaciones entre la naturaleza, la sociedad y la tecnología, donde el cuidado hacia la vida prime como valor fundamental hacia el mejoramiento de su bienestar.

Lo anterior, permite proponer la polinización como problemática a ser abordada en la enseñanza básica; aunque no sea contemplada en los mismos lineamientos, ni en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (MEN, 2004). Porque como se dijo antes, ésta logra configurarse como

un macroconcepto que además de posibilitar el trabajo en las temáticas disciplinares ya establecidas, tales como la reproducción vegetal y los comportamientos animales, o las relaciones inter e intra-específicas; permite abordar cuestiones relacionadas con los cambios negativos en el ambiente y la intervención del humano en los ecosistemas.

Esto da cuenta que el papel del maestro va más allá de hacer explícita la relación entre los propósitos de los lineamientos curriculares y las temáticas propuestas por los estándares, al incluir situaciones que afecten los entornos sociales y naturales, en el aula, con el fin de que los estudiantes logren construir conocimientos que les permita transformar su mundo. Aunque no es un propósito específico de este trabajo, proponer reflexiones alrededor de la conformación del currículo en la escuela; sí se resalta que es necesario proponer situaciones de estudio que recojan la realidad del estudiante, el plan de estudio de la institución y el interés investigativo del profesor.

Con el fin de estructurar una propuesta de aula donde se reconozca la importancia de la polinización, es necesario detenerse en la forma como se estructuran las explicaciones alrededor de ella y es allí donde se espera comprender unos de los aspectos que pueden influir en esa construcción. Esta es la imagen como elemento constitutivo de la explicación. Es interés de los profesores cuestionar el papel que se la asigna a las imágenes en la construcción de conocimiento y especialmente en la enseñanza de las ciencias, debido a que en la mayoría de los casos las construcciones disciplinares van acompañadas de ilustraciones, pero muchas de estas no son tomadas en cuenta como parte de la explicación ni como fuente de conocimiento.

Se plantea como pregunta que orienta este trabajo: **¿Cómo se promueve la construcción de explicaciones acerca de la polinización en la clase de ciencias, a partir de uso de la imagen?**, donde el estudiante no solo construirá relaciones alrededor de los seres vivos, de las diversas relaciones simbióticas que

se manifiestan entre los organismos que intervienen en este proceso; sino de las múltiples relaciones que se puede estructurar en su entorno.

La importancia de llevar al aula la problemática se puede soportar en tres motivos:

1. La situación geográfica del colegio ofrece un contexto de inquietudes e intereses de estudio para los estudiantes. Usme es un municipio del Distrito Capital de Bogotá, punto central del sistema de áreas protegidas del Distrito¹⁰. Su ubicación permite ser un corredor para algunos organismos en su mayoría aves e insectos, algunos de ellos polinizadores importantes. Dentro de la localidad de Usme se encuentran varias áreas protegidas como el Parque Entre-nubes o el Parque Ambiental Cantarrana, este último situado a diez minutos de la IED Miravalle.

El espacio geográfico que rodea la institución educativa ofrece gran cantidad de experiencias a los estudiantes, posibilidades para estudiar en el aula situaciones de interés para la comunidad educativa y posibilidades de ampliar el aula a espacios ecológicamente importantes.

2. La cercanía de los estudiantes a problemáticas relacionadas con el equilibrio ecológico. El suelo de Usme registra un total de 10.005 hectáreas de suelo protegido, que corresponde al 46,5% sobre el total de bosque de los cerros orientales y reservas forestales de paramos, sub-páramos y la ronda de la cuenca alta del río Tunjuelito, las subcuencas de los ríos Curubital, Chisaca, Lechoso y Mugroso (SDP, 2009). Esto conlleva tensiones sociales, ambientales, ecológicas entre otras, derivadas de la coexistencia de una gran abundancia de espacios rurales y zonas de protección forestal, pero con un bajo acompañamiento de las entidades gubernamentales y los insuficientes programas educativos frente a la conservación de los recursos y la biodiversidad.

¹⁰ **Usme** se ubica parte de la cordillera oriental que limita con los municipios de Ubaque, Chipaque y Une, en el Occidente con la localidad de Ciudad Bolívar que según cifras brindadas por la Secretaría de Planeación (SDP) en el 2009 cuenta con 12.999 ha y al sur con la localidad de Sumapaz y por supuesto el páramo más grande del mundo que tiene el mismo nombre.

Estas tensiones han logrado que a la localidad de Usme se le reconozca por tener problemas ambientales graves que no solo tiene incidencia en la salud de la población del sector sino de toda la ciudad. Se han podido establecer graves efectos al ambiente debido a uno de los focos de contaminación y puntos más críticos, el relleno sanitario “Doña Juana” que presenta problemas en su manejo¹¹

3. La participación de los estudiantes y maestros involucrados en la propuesta de aula en actividades del Proyecto ambiental escolar (PRAE) puesto que la polinización además de ofrecer un contenido complejo para el aprendizaje de contenidos y habilidades en ciencias, permite fortalecer el interés por aportar en la transformación del entorno social de la institución. Como parte del PRAE, se cuenta con **el club de ciencias** ligado al proyecto institucional “Sueño MEGA”, el cual pretende incentivar a la comunidad educativa en general al uso de estrategias alternativas del manejo de los residuos sólidos para contrarrestar la influencia del relleno sanitario y generar conciencia frente a la contaminación del sector¹². Este espacio permite además proponer acciones continuas de trabajo con la comunidad escolar que involucran el cuidado permanente del biodigestor o un mariposario, procurando que este último sea un aula de ciencias diferente.

¹¹ El relleno sanitario “Doña Juana” ha ocasionado proliferación de malos olores, presencia de vectores de enfermedades como moscas y roedores, grandes volúmenes de lixiviados que por infiltración resultan en la desembocadura de la cuenca del río Tunjuelo (Noguera, et.al, 2010), que junto con la presencia de ladrilleras y explotación de minería a cielo abierto ha ocasionado proliferación de agentes contaminantes en el suelo, la tierra y el aire (Méndez, et.al, 2006).

¹² El proyecto involucra entre sus acciones, enseñar a estudiantes y padres de familia la construcción de biodigestores caseros alimentados con residuos orgánicos y la producción de productos renovables como gas metano, y abono natural o compost, organizar sistema de riego para las plantas y la construcción de un mariposario; haciendo de este último un espacio autosostenible.

4 OBJETIVOS

4.1 General:

Profundizar en el proceso de polinización como situación que promueva la construcción de explicaciones en la enseñanza de las ciencias

4.2 Específicos:

- Diseñar, implementar e interpretar una intervención de aula desde el uso de la imagen para la explicación del proceso de polinización con estudiantes de grado quinto de educación básica.
- Estudiar el uso que la imagen tiene en la enseñanza de las ciencias, en particular, en la explicación del proceso de polinización.

5 MARCO TEÓRICO:

Una mirada superficial de la polinización ha llegado a instaurar el imaginario de que dicho proceso es algo simple, debido a lo cotidiano de su manifestación. Pero, estudiada a profundidad, la polinización se configura en uno de los procesos naturales trasversales más complejos que posee un papel trascendental no sólo a nivel natural sino también social y económico, en tanto se reconocen sus incidencias en el equilibrio natural y se considera lo significativo de su papel en los ecosistemas terrestres y el equilibrio de las especies.

Desafortunadamente, se da poca relevancia en la enseñanza en la escuela, a la polinización, pues su estudio se limita a la observación de la reproducción vegetal y, en contraste, las relaciones planta-animal y planta-ecosistema son desdibujadas extrayendo la flor y consigo el polen a un espacio aislado. Es por esto que, con el fin de resaltar los procesos biológicos y ecológicos de la polinización, es necesario examinar algunos de los conceptos que de esta se desprenden y cómo durante su estudio se aporta en la reorganización de las explicaciones en el aula de clase de ciencias naturales.

A la par, se espera promover la organización de explicaciones en el aula, pero especialmente como las imágenes juegan en esa explicación. Se quiere reflexionar sobre cómo las imágenes se relacionan con la enseñanza de las ciencias y a partir de ello, proponer alternativas en el aula.

5.1 LA IMAGEN.

Una necesidad humana siempre ha sido la de explicar el mundo en el que habita y todo lo que a su alrededor sucede, y desde tiempos inmemorables la palabra no ha sido la única herramienta para lograrlo, inicialmente, incluso antes de lenguas técnicas y elaboradas, la representación gráfica ya estaba ahí para satisfacer las ansias de mostrar o más bien plasmar aquellas explicaciones que sobre el mundo

el hombre iba construyendo en su mente. Es así que, a través de la historia, la explicación del mundo mismo ha estado inundado por infinidad de imágenes que conforman todas las manifestaciones humanas del conocimiento y se constituyen en una idea de realidad.

La presencia de la imagen en la ciencia como trascendental para la construcción del conocimiento “*son elementos constitutivos de los argumentos de un nuevo saber*”(Martínez, 2009, p.110), así como los conocimientos científicos se ha desarrollado ampliamente, el *lenguaje visual* que lo acompaña también lo ha hecho, los diagramas, mapas, dibujos y otras técnicas de esquematización no son meras herramientas auxiliares, utilizadas para ilustrar una teoría (Martínez, 2009 citando a Rudwick, 1985) sino que hacen parte del conocimiento construido.

Existen diferentes perspectivas para hablar de la imagen una de ellas que se retoma en este trabajo es la de “*imagen visual*” propuesta por Grilli, et.al (2015) que demuestra que ha tenido un papel histórico cambiante en la construcción del conocimiento científico a través del tiempo, a tal punto que algunos autores como Martínez (2009) señalan la consolidación de una *cultura visual en las ciencias*, debido a la necesidad implícita de representación existente en la labor científica, da cuenta del espacio teórico al que pertenece, de las múltiples reflexiones y perspectivas que se construyen en el espacio físico-temporal del que surgen, pues lo visual está necesariamente relacionado con el contexto cultural y social en el que se desarrolla. Es así como las imágenes científicas están vinculadas a la “*creación de identidades y miradas sobre la realidad en la que se producen y sobre las subjetividades que las miran*” (Hernández, 2005, p.15).

Una cultura visual, se configura en tanto se usa la imagen y todas aquellas representaciones derivadas de la “tecnología de lo visual”¹³ para ilustrar,

¹³ “Entendiendo por tecnología visual cualquier ‘aparato’ o ‘soporte’ diseñado para ser mirado o para facilitar la visión, desde la pintura al óleo a la televisión o Internet” (Hernández, 2005, p.15).

acompañar o reforzar cualquier tipo de saber. Sin embargo, dichas imágenes también se conciben como parte fundamental en la construcción del conocimiento y además “*constituyen posicionalidades y discursos, a través de actitudes, creencias y valores, es decir, que median significaciones culturales*” (Hernández, 2005, p.12).

La imagen visual, posee determinantes desde las cuales es posible establecer su papel en la construcción de conocimiento, la primera de ellas tiene que ver con la *transformación* de la imagen a lo largo del tiempo, por tanto, las imágenes construidas están directamente ligadas a la cultura, sociedad y temporalidad en que fueron desarrolladas, pero además su interpretación está mediada por las condiciones socio-culturales de quien observa.

Ejemplos de lo anterior, son los grabados que se realizaban en la antigüedad en diversos materiales como la madera e incluso el metal, sus formas en la mayoría de los casos, se veían influenciadas por los conocimientos preexistentes de ejemplares similares ya conocidos, así dieron paso a los bestiarios de la época. En el caso de la fauna y flora americana, en su mayoría eran descritos solo hasta ser llevados a Europa, aunque la conservación de los especímenes era muy difícil porque se veía afectada por los extensos recorridos, el tiempo y las complicadas rutas de viaje; lo que dificultaba su descripción. En algunos casos los naturalistas debían valerse de ejemplares similares para completar sus estudios, tal es el caso de la primera descripción del perezoso americano, que fue presentado por los europeos como una especie de mono debido a los imaginarios que se tenía de su comportamiento, pues “*no importaba cómo los ejemplares fueron descritos o preservados, la percepción y la interpretación estaba limitada por el conocimiento anterior de los artistas*” (Simmons, 2009, p.8), incluso en muchas de las ilustraciones aparecían acompañados de plantas europeas o indias¹⁴ de las que ya se tenía descripción.

¹⁴ Aun para los siglos XVII y XVIII la fauna y flora americana era ampliamente comparadas con especímenes del país indio, y muchas de las ilustraciones que existían de estos especímenes servían como referencia para la descripción y clasificación de los nuevos organismos.

Autores “incluyendo a Aldrovandi y John Ray (1627-1705), atesoraron ilustraciones tanto como los ejemplares mismos, pues su estado epistemológico es único” (Simmons, 2009, p.13), se hizo evidente que de dichas ilustraciones no solo se extraía la descripción de una especie sino que son una muestra de los conocimientos de la época en la que se desarrollaron, posibilitando además conocer otros aspectos sociales y culturales, tras el análisis de condiciones como las técnicas, el material de fabricación, la disposición de la imagen y la composición de la escena.



Ilustración 1 Ilustración del Perezoso americano (Filivora spp.) basada en ilustraciones y conocimientos previos sobre primates en la época.

La anatomía moderna, por ejemplo, se basa en las ilustraciones del renacimiento expuestas casi quinientos años después y emergen gracias a la divulgación masiva que se produce por el nacimiento de la imprenta, aspecto que refuerza que el avance científico y tecnológico van de la mano con la implementación de la imagen, tanto que Georges Cuvier (1769-1832) (como se citó en Simmons, 2009, p.13) afirmó que de no ser por estas ilustraciones iniciales “y sin el arte de la impresión, la historia natural y la anatomía, como existen hoy, no serían posibles”

La segunda característica hace referencia a la funcionalidad comunicativa que poseen las imágenes, esto en el marco de los sistemas de significado que se le atribuyen a las mismas dentro de una sociedad, “las imágenes visuales pueden ser poderosas y seductoras por sí mismas” (Rose, 2001, p.331) pues no son solo

ilustraciones superficiales, sino que están cargadas de información técnica, teórica y/o disciplinar, y que además permiten, alrededor de ellas, nuevas construcciones y transformaciones. Es importante reconocer que las imágenes siempre van acompañadas de otros tipos de *texto*, pues *“los conocimientos convergen en todo tipo de medios, incluyendo otros sentidos diferentes a la vista, y que las imágenes visuales a menudo operan en conjunción con otro tipo de representaciones”* (Mitchell, 2005, p.23).

Como ejemplo de lo anterior, se puede reconocer el primer esquema sobre la doble hélice de ADN elaborado por Watson y Crick, publicado en la revista Nature (vol. 25) hacia el año 1953 y titulada *Una estructura para el ácido desoxirribonucleico*¹⁵. En el artículo se podía observar una imagen elaborada a mano y acompañada de una breve descripción, la teoría desarrollada al respecto se venía trabajando por Pauling y Corey y más tarde fue retomada por ellos, sin embargo, no fue hasta que se presentó acompañada de un modelo que fue altamente difundida. En este sentido las imágenes están cargadas de conocimiento y aunque algunas de ellas necesitan para su comprensión abstraerse del objeto real y profundizar a un nivel microscópico e incluso modelizar sus características sometidas a condiciones específicas (graficas, esquemas, modelos), todas ellas se presentan como una fuente de conocimiento, tal y como lo explica Norton (2006) (citado en Martínez, 2009, p.) quien menciona como ejemplos:

los diagramas indicadores en las máquinas de vapor inventadas por James Watt y John Southern, y el miógrafo de Helmholtz que permitía trazar la “curva de energía” del músculo de un sapo. Los diferentes trabajos examinan diferentes maneras en las que las imágenes ya no se consideran meras ilustraciones o mera tecnología, y pasan a entenderse como maneras de hacer conocimiento (Martínez, 2009, p.)

¹⁵ Para 1962 Watson y Crick fueron galardonados con el premio Nobel de Fisiología y Medicina por este descubrimiento.

Foucault (1968) reconoce que la imagen se posiciona como un complemento irremplazable de la palabra, tanto así que es imposible dejar de construir conocimiento una sin la otra *“no porque la palabra sea imperfecta, y frente a lo visible tenga un déficit (...) lo que se está diciendo, [es que] el lugar en el que ellas resplandecen no es el que despliega la vista, sino el que definen las sucesiones de la sintaxis”*. La participación de la imagen, va más allá de formar parte coherente del texto escrito o del habla; se ubica en la significación que los humanos hacen cuando dan sentido al mundo.

La tercera característica hace referencia a la imagen como posibilitadora de transformación de las realidades de los sujetos, en pocas palabras, la transformación de la imagen de quien observa la imagen, *“lo importante sobre las imágenes no es solo la imagen misma, sino cómo es vista por unos determinados espectadores que miran de maneras determinadas”* (Rose, 2001, p. 18). En el capítulo *Las Meninas*¹⁶ de Foucault (1968) el autor hace un análisis detallado de las posibles percepciones e impresiones que puede tener un observador de la pintura de Diego Velázquez (1599-1660), mostrando una constante lucha entre las posibles realidades ligadas a lo que se representa en el cuadro. Es tan fascinante la incertidumbre de lo que es visible e invisible para el observador, que el mismo Foucault cuestiona su presencia dentro de la composición del artista ya que *“en el momento en que colocan al espectador en el campo de su visión, los ojos del pintor lo apresan, lo obligan a entrar en el cuadro, le asignan un lugar a la vez privilegiado y obligatorio”* (Foucault, 1968, p.15), muestra de cómo lo que se puede extraer de una imagen está determinado en gran medida por las propias construcciones del observador y lo que éste espera encontrar en la misma. En el cuadro, por ejemplo, hay más en el lienzo que lo que a simple vista se ve, pues los personajes allí representados, no son los únicos que hacen parte de la obra debido a que quien mira será el que establezca los que es visible e invisible.

¹⁶ Las Meninas o la Familia de Felipe IV, es el cuadro insignia del pintor español Diego Velázquez, terminado hacia el año 1656.

Considerando que la imagen es una representación del constructo de la realidad que habita el sujeto; debe recordarse que lo que se expresa y se hace evidente es la construcción que el sujeto hace de ella, Dicha realidad está mediada por las experiencias y fundamentos de los sujetos (individuales y colectivos). La imagen en ese caso no es la ilustración, ni lo que se expresa en el texto escrito, ni la lectura que hace un observador de lo que expresa otro individuo con el que se interactúa (aunque todo ello participe en la representación); sino la forma de concebir el mundo con las herramientas culturales que da la cultura.

Foucault (1968), habla de que el orden de las cosas, el orden de percepción de las cosas, altera profundamente el saber, pues como el hombre moderno piensa no tiene el mismo modo de ser que el de los hombres clásicos y de ahí que el conocimiento se vea ininterrumpidamente cambiante,

los códigos fundamentales de una cultura – los que rigen su lenguaje, sus esquemas perceptivos, sus cambios, sus técnicas, sus valores, la jerarquía de sus prácticas – fijan de antemano para cada hombre los órdenes empíricos con los cuales tendrá algo que ver y dentro de los que se reconocerá (Foucault, 1968, p.5).

La cultura y el discurso proveen a las personas los códigos, las formas, los significados desde los cuales se arraigan las prácticas y por lo tanto sus formas de actuar, de configurar el lenguaje, de entender la naturaleza, de organizar la sociedad y muchos otros aspectos. Pero, a la vez las acciones, en su realización transforman colectivamente las bases de esa cultura.

Aunque se exalta la imagen en su dimensión cognitiva y epistemológica, no sobra retomar otras miradas de ella. En algunos estudios sobre la enseñanza de las ciencias se potencia el uso de la imagen como una herramienta didáctica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje en términos de la construcción de conocimiento escolar, para que de esta manera se genere una transformación de

significados legítimos, tal y como lo pretende Amud (2014) en su estudio¹⁷ sobre microscopía y análisis digital de imágenes, allí se ve la imagen como una herramienta, un recurso que complementa la explicación y más específicamente aquella que se deriva del trabajo experimental o de campo, mientras Grilli *et al.* (2015) establecen que la imagen, (fotografías específicamente) favorece el trabajo con los estudiantes frente a la motivación y el uso de las nuevas tecnologías, así como el acercamiento con el mundo natural y los fenómenos que allí suceden integrándolos al aula de clase, además señalan que:

La comunicación gráfica ha estado presente de una forma u otra a lo largo de toda la historia humana y de la construcción de las ciencias naturales, por esto la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias no puede realizarse al margen o por fuera de este recurso comunicativo que complementa y amplía la verbalidad. (Grilli *et al.*, 2015, p. 100)

aspecto que puede ser ampliamente usado en la elaboración de metodologías de enseñanza las ciencias.

5.2 LA POLINIZACIÓN

El término de polinización, era acuñado hace más de dos siglos, varios de los naturalistas y botánicos de la época, refiriéndose al transporte de polen¹⁸, sin embargo, más adelante se configuró como uno de los elementos de mayor fuerza en el apoyo de la teoría de la selección natural (Goldar, 2014) gracias a que brinda ejemplos claros de estrategias adaptativas desarrolladas por plantas y animales con el fin de alcanzar su reproducción. La polinización se convierte así en uno de los ejemplos mejor fundamentados de la teoría evolutiva, y de estudios de Charles

¹⁷ El estudio titulado “Elaboración de una propuesta de enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de la microscopía óptica mediante el uso de la NTIC haciendo énfasis en el procesamiento y análisis digital de las imágenes” por Amud (2014) de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

¹⁸ POLEN entendido aquí: Ese conglomerado microscópico de células reproductivas masculinas por la cual se le atribuye el nombre a todo el proceso.

Darwin, como los del *Origen de las especies* (1859). Estudios que se llevaron a cabo tras la observación de una de la clase de plantas con flores llamativas las orquídeas¹⁹

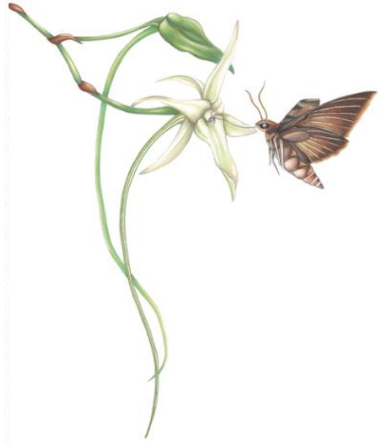


Ilustración 2 *Angraecum sesquipedale* polinizada por *Xanthopan morgani*

Existen evidencias de que los Asirios hacia el año 800 después de Cristo, ya consideraban importante la transferencia de esta *sustancia*, desde las inflorescencias masculinas a las femeninas que aseguraba el mantenimiento de sus cultivos de palma, tal y como se evidencia en algunos tallados en piedra. Sin embargo, el término *polen* como tal sólo fue usado en el ámbito científico hacia 1747, cuando Linneo (1707-1778) publica *Fundamenta Botanica*²⁰ en donde expone la clasificación sistemática vegetal en las características sexuales de las plantas, más adelante, uno de sus estudiantes, Johan Gustaf Wahlbom (1724-1808) acuñaría ampliamente el término al realizar una crítica al trabajo de su maestro en *Sponsalia Plantarum*.

La polinización desde entonces, se ha introducido principalmente, como parte del proceso reproductivo de las plantas fanerógamas, las cuales tienen su origen

¹⁹ *Xanthopan morgani*, lepidóptero de la familia Sphingidae oriunda de África Oriental y Madagascar, polinizando la orquídea *Angraecum sesquipedale* más conocida como la orquídea de Darwin. Tomado de Bichos: <http://todo-tipo-de-insectos.blogspot.com/2011/02/esfinge-de-morgan.html>

²⁰ FUNDAMENTA BOTÁNICA: Hace parte de una serie de tomos publicados por Linneo a partir de 1746 donde se recopilan muchas de las tesis doctorales que dirigió durante su cátedra y que lleva por nombre *Amoenitates Academicæ*. Dirigió cerca de 183 tesis doctorales hasta pocos años antes de su muerte.

mucho tiempo después de que el reino vegetal poblara la tierra, según Amaya-Márquez (2016) cerca de 130 millones de años después, y se consideran una estrategia exitosa evolutivamente hablando debido a que “*el grano de polen es el elemento reproductivo que mantiene la continuidad genética en las plantas superiores (angiospermas y gimnospermas²¹) de una generación a otra*” (Soejarto, 1972, p.2), pues permite la recombinación genética constante y por tanto la adaptación a los cambios del entorno.

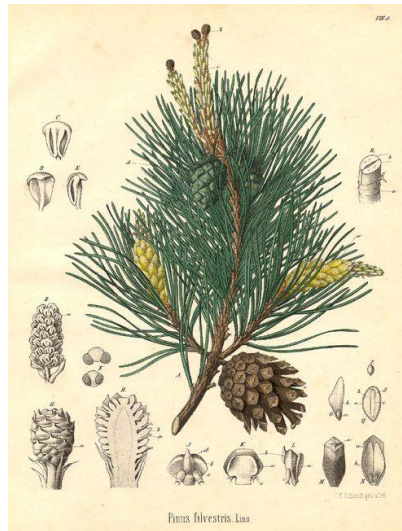


Ilustración 3 Pino silvestre, *Pinus sylvestris*. Ilustración científica.

Dentro de las plantas fanerógamas o espermatofitas, que proviene del griego Spermatophyta²², se incluyen todas aquellas plantas vasculares que se reproducen a partir de una semilla. En ellas encontramos las plantas gimnospermas y las angiospermas²³, que cuentan con aparatos florales reproductivos especializados y dependen exclusivamente del proceso de polinización para sobrevivir.

²¹ El pino silvestre (*Pinus sylvestris*), es una especie de árbol que pertenece a la familia Pinácea del género *Pinus*. Es una conífera que puede llegar a medir 30 metros de altura y habita el hemisferio norte. Ilustración tomada de <https://co.pinterest.com/pin/517632550912202069/?lp=true>

²² SPERMATOPHYTA: Significado; Plantas con semilla.

²³ *Peral*. *Pyrus communis*, es una especie de árbol caducifolio de la familia de las rosáceas. Representante de las plantas angiospermas con semilla, flor y fruto. Ilustración Botánica de 1903. Tomado de <http://ctgpublishing.com/pear-antique-botanical-print-circa-1903/>

El proceso de polinización muestra dos estrategias diferentes: la autopolinización, o polinización directa (autogamia), y la polinización cruzada o polinización indirecta (heterogamia). En la primera, se da la autofecundación de la flor monoclina (plantas con flores que presentan hermafroditismo) cuando el polen llega al estigma de la propia flor, con el fin de producir individuos con las mismas características genéticas de la planta de origen. En este caso esencialmente, se prioriza en la proliferación de individuos para la supervivencia de la especie en el ecosistema en el que habita, mientras se espera las condiciones adecuadas para que se dé la polinización cruzada. En el segundo caso, por el contrario, en algunas plantas monoclinas y el total de las plantas diclinas, el polen de una flor alcanza el pistilo de otra flor del mismo pie²⁴ o de otro individuo, es el objetivo principal de este mecanismo el intercambio genético, favoreciendo a corto plazo “*la buena salud de las comunidades y la evolución de las especies a largo plazo*”. (Rosado *et. al.*, 2009, p.9).



Ilustración 4 Peral. Pyrus communis, considerado peral común o peral europeo. Especie de árbol caducifolio de la familia de las rosáceas. Ilustración de 1903

La polinización es posible gracias a la presencia de factores en el hábitat de la planta como el agua, el viento o algún animal, “*es por esto que en la naturaleza se encuentra una gran diversidad en formas y tamaños del polen*” (Soejarto, 1972, p.2) La gravedad, por ejemplo, es la condición principal en la autogamia, mientras que el viento, el agua o los animales son los agentes principales en el desarrollo

²⁴ PIE: Significado; Cada uno de los troncos de un árbol o una planta, hace referencia a cada uno de los individuos de una especie vegetal.

de la polinización cruzada. El transporte de polen a través del viento, anemofilia, es considerada la forma de polinización cruzada más primitiva, debido a que es exclusiva de las plantas gimnospermas, sin embargo, la aparición de la zoofilia (polinización con ayuda de los animales) no se dio mucho después, pues su origen está ligado al de las plantas con flores, es así que Gola (1965) considera que el uso de anemofilia e hidrofilia en plantas angiospermas es más una forma de adaptación secundaria en esta clase de plantas pues principalmente las estrategias desarrolladas requieren de la participación de algún tipo de animal: entomofilia²⁵ (insectos), ornitofilia (aves), malacofilia (moluscos) o quiropterofilia (murciélagos).



Ilustración 5 Abeja Mielífera, Apis mellifera. También conocida como abeja doméstica, principal polinizadora. Ilustración con técnica de lápices de colores.

5.2.1 La modificación de la estructura floral como enemigo de la autofecundación.

Las adaptaciones de las especies vegetales para lograr una polinización cruzada siempre han estado presentes, existen incluso casos en donde las plantas han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos y químicos para impedir que se lleve a cabo una autofecundación, determinando la polinización cruzada como mecanismo reproductivo que garantiza la diversificación genética. Tal es el caso de ciertas flores hermafroditas, la maduración temprana de los estambres y con ellos de los sacos polínicos; antes de que el pistilo esté en condiciones para recibirlos, o en caso contrario, la maduración del pistilo antes que los estambres,

²⁵ Abeja Mielífera, *Apis mellifera*, es una especie de himenóptero de la familia Apidae. Es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo y el insecto con mayor labor polinizadora. Ilustración con lápices de colores (Moyano, M. 2018).

imposibilitando así que la planta pueda aprovechar el polen de la misma flor. Incluso en algunas especies la diferencia de tamaño y distancia entre el aparato reproductor femenino y masculino son factores que impiden que se lleve a cabo dicho proceso. Estos fenómenos reciben el nombre de dicogamia, estrategias evolutivas que aplacan la autofecundación²⁶ en muchas especies vegetales.



Ilustración 6 De izquierda a derecha: Hinojo (*Foeniculum vulgare*), clematítide (*Aristolochia clematidis*) y primúlas (*Primula spp*) ejemplos de plantas con dicogamia.

Para el caso de las plantas fanerógamas la presencia de flores como estructuras reproductivas especializadas fue determinante en el proceso de reproducción y el cruce genético, es por ello que toda su estructura garantiza que el proceso satisfactoriamente, es el caso de la modificación presentada en los filomas que dan origen a la flor.

Se pueden caracterizar las estructuras que constituyen a la flor a un nivel macroscópico y microscópico: iniciando por la más proximal y externa, es posible encontrar el pedúnculo, un conjunto de hojas modificadas de color verde que se

²⁶ Las flores que se ven afectadas por el fenómeno de la dicogamia son llamadas *proterandras* (*Próteros*, primero y *andrós*, macho o masculino), *proteróginas* (*Próteros*, primero y *gyné*, hembra) y heterostilias (de *héteros*, diverso, y *stilé*, columnita o estilo). Un ejemplo de las plantas proterandras es el hinojo (*Foeniculum vulgare*) planta de la familia de las apiáceas, anteriormente llamadas umbelíferas, donde las flores solo pueden ser polinizadas por los granos de polen de las flores de otro pie de la misma especie. Por otro lado, *Aristolochia clematidis*, llamada clematítide, es una planta de uso medicinal que es un ejemplo de plantas proteróginas, pues luego de ser fecundada su flor, los pétalos se marchitan posibilitando la exposición de las anteras y con ellas la liberación de los sacos polínicos. Las primúlas (*Primulas spp.*) son un ejemplo de heterostilia debido a que presentan hasta dos tipos de flor en cada pie.

forman en torno al ápice del cabillo²⁷ floral, son la base de la flor y al ensancharse van a formar el tálamo, este parece ser en teoría el inicio de la flor. Al tálamo se encontrará unido al perianto, que es el conjunto formado entre el cáliz (conjunto de sépalos) y la corola, este par de estructuras cumplen la función principal de protección de los órganos sexuales, sin embargo, la corola, llamándose así al conjunto de pétalos, posibilita a su vez la zoofilia debido a sus llamativas formas y colores o a la producción de olores y aceites esenciales, Gola (1965) usa el término *prónubos* para referirse a los animales que “*con su vista a la flor facilitan o provocan el proceso fecundante*” (Gola, 1965, p.261) debido a que se ven atraídos por alguna estratagema usada por la planta para tal acción.

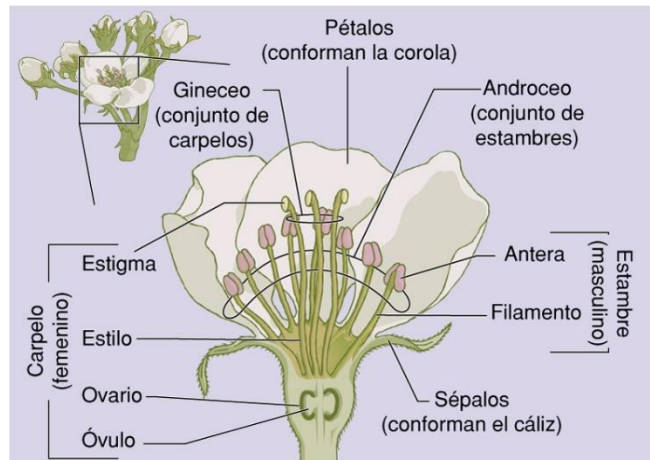


Ilustración 7 Morfología de la Flor. Flor de un peral (*Pyrus communis*) Tomado de Curtis H. (2008)

En relación a las estructuras sexuales, estas están formadas por filomas diversamente transformados y especializados para llevar a cabo la función reproductiva. Frente a los órganos reproductivos masculinos, los estambres, por ejemplo, están ubicados inmediatamente después del cáliz y la corola y en la mayoría de los casos corresponden a una serie de filamentos que rematan en una parte dilatada en donde se albergan los sacos polínicos. Casi todas las plantas angiospermas poseen uno o un conjunto de estambres al cual se le llama androceo. Los estambres por su parte están formados por dos segmentos bien

²⁷ CABILLO: Significado; extremo del tallo al que se encuentra unido el fruto o la flor.

diferenciados: el filamento (le permite adherirse a la base ya sea al cálamo o a la corola) y la antera (es donde se almacenan los sacos polínicos debido a que contiene un par de bolsas repletas de dichas micrósporas llamadas tecas).

5.2.2 El polen.

Se describe al polen como el gametofito masculino y posee una estructura tan compleja, su morfología es tan importante para el proceso polinizador como para la identificación y clasificación de las especies vegetales. En el primer caso *“la diversidad en cuanto a forma y estructura sugiere, que los diferentes tipos polínicos han surgido a partir de un extraordinario proceso de adaptación a diferentes factores que incluyen el medio, las interacciones polen-polen y polen-estigma”*²⁸ así como las relaciones polen-animal o polen-medio de dispersión (Anero, 2008, p.15) y en el segundo caso, características como la estructura de la pared celular, la simetría, la polaridad, la forma del grano, el tamaño y la cantidad de aperturas son en su conjunto diferentes para cada especie, incluso, esta última particularidad puede llegar a determinar si la planta habita en ecosistemas con condiciones óptimas para la reproducción, ya que la cantidad de aperturas está ligada a la disponibilidad de nutrientes del entorno.

El grano de polen está conformado por una o varias células espermáticas, estas son consideradas la parte viva, o protoplasma, que dará cabida a la posterior fecundación y están alojadas en el citoplasma de una célula vegetativa que posee una gruesa y fuerte pared celular; esta última, la *esporodermis*, es considerada la parte inerte del grano de polen. El químico alemán Carl Fritzsche²⁹ en 1837, tras estudiar la influencia del polen en algunas alergias respiratorias, identificó dos partes más que conformaban la esporodermis, la *intina*, la parte más interna de esta barrera protectora, y la *exina*, la parte más externa que gracias a sus

²⁸ Diferentes tipos de polen dibujados N. Grew (1965) perteneciente a la obra de Anatomy of Plants en la que aparecen dibujados granos de polen de malva, clavel y enredadera.

²⁹ Carl Julius Fritzsche (1808 -1871) Farmacéutico y químico alemán, pionero en los estudios sobre el polen, a través de su tesis doctoral *Dissertatio de plantarum polline* (1833), donde indaga sobre el papel del polen en las enfermedades y alergias respiratorias a través de la caracterización de su estructura y composición.

especiales características confiere al polen gran resistencia a las adversas condiciones del ambiente.

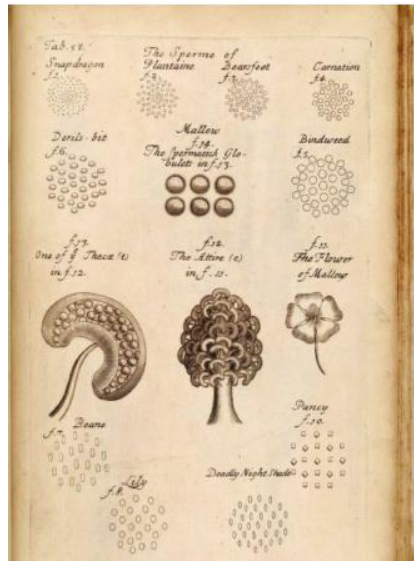


Ilustración 8 Diferentes tipos de polen de malva (*Malva spp*), clavel (*Dianthus caryophyllus*) y enredadera (*Curcubita spp*) (N. Grew, 1665).

La intina es la capa de la pared protectora que se encuentra en contacto con las células espermáticas, su morfología es más simple y delicada a diferencia de la exina, pues no es resistente al calor o los agentes químicos y por tanto no se fosiliza, es por esto que no es un factor determinante en la clasificación de especies. En contraste, la exina es resistente a temperaturas superiores a los 300°C, a los ácidos y los álcalis, y sólo puede ser destruida por algunos óxidos y microorganismos, “debido a ello se han encontrado exinas prácticamente intactas en predecesores de los granos de polen actuales, como de esporas de helechos y prepólenes, procedentes de depósitos del paleozoico” (Anero, 2008, p.16).

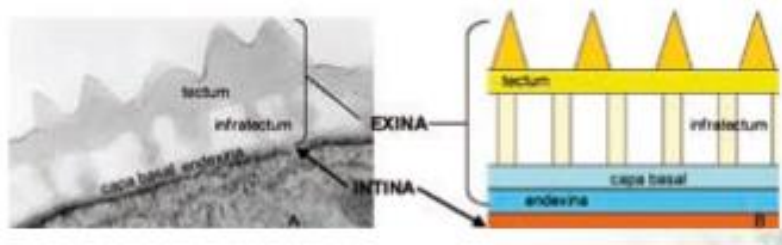
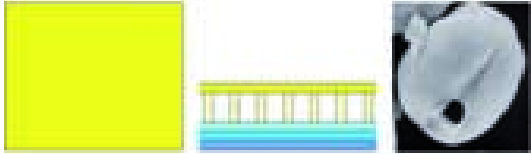


Ilustración 9 Morfología externa del grano de polen. A la izquierda una microfotografía de la pared del grano de polen de la pelosilla (*Parietaria judaica*) a microscopía electrónica de transmisión y a la derecha un esquema representativo.


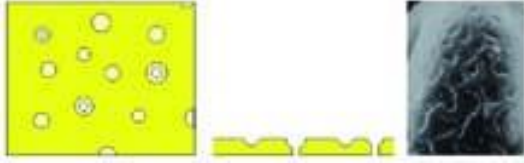
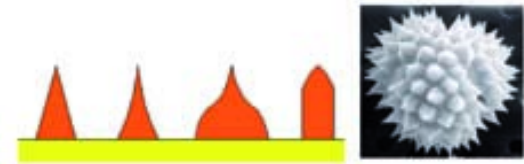
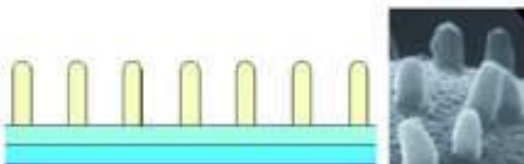
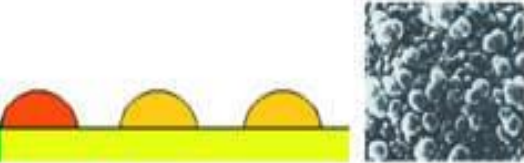

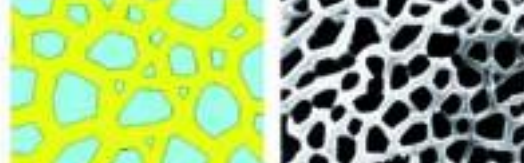

Según Bermejo (2011) inicialmente se creía que la capa exina era una capa uniforme al igual que la intina, sin embargo, los estudios realizados por el palinólogo Fægri³⁰ en 1956 sobre el grano de polen evidenció la existencia de dos capas que se coloreaban de manera distinta al ser estudiadas en el laboratorio y se diferencian por su desarrollo, composición química y forma: la endexina y la ectexina, mientras que la primera se muestra como una capa lisa y homogénea, los tejidos de la segunda están dispuestos radialmente, lo que origina la ornamentación (relieve en los granos de polen) característica de cada tipo de polen. Con relación a los distintos tipos de ornamentación³¹ Aneró (2008) presenta en su estudio sobre *Aerobiología y polinosis* una serie de diagramas que representan la forma de la ectexina al formar los relieves, estableciendo que son “respuestas adaptativas a los procesos de dispersión y polinización” (Aneró, 2008, p.18), por ejemplo, la ornamentación reticulada, en donde la superficie del polen se encuentra semitectada con muros y lúmenes ordenados con forma de las mallas de una red, pareciese estar ligada al transporte anemófilo, mientras que en la ornamentación equinada es posible encontrar una serie de espinas o aguijones, mayores a tres micrómetros, que proporcionan mayor adherencia, posiblemente a los exoesqueletos de los insectos u otros animales en el caso de la polinización por zoofilia.

Tabla 1 Tipos de ornamentación de la Ectexina establecidos por Aneró (2008) tras la observación de diferentes especies vegetales.

TIPO DE ORNAMENTACIÓN	REPRESENTACIÓN.
<p>Psilada: Superficie prácticamente lisa.</p>	

³⁰ Knut Fægri (1909 - 2001) fue un botánico, palinólogo y ecólogo noruego, reconocido por sus múltiples aportes a la clasificación taxonómica a partir del polen y su lucha a favor de la naturaleza y la diversidad biológica.

³¹ En la tabla se observan los diferentes tipos de ornamentación de polen establecidos por Aneró (2008) en su estudio *Aerobiología y polinosis* en Castilla y León, capítulo III el grano de polen: morfología, estructura y diversidad.

<p>Fosulada: Superficie lisa con hendiduras diminutas.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with small, irregular indentations. The SEM image shows a surface with a similar pattern of small, dark, irregular pits.</p>
<p>Foveolada: Superficie lisa con lagunas diminutas, redondeadas, diámetro aproximadamente de 1 μm y dispuestas irregularmente.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with small, rounded, circular indentations. The SEM image shows a surface with a similar pattern of small, dark, rounded pits.</p>
<p>Equinada: Superficie con espinas o agujones, mayores de 3 μm. Si son inferiores a 3 μm se denomina equinulada.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with several sharp, pointed spines. The SEM image shows a surface covered with many sharp, pointed spines.</p>
<p>Baculada: Superficie con elementos esculturales en forma de bastón.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with several vertical, rod-like structures. The SEM image shows a surface with several vertical, rod-like structures.</p>
<p>Verrugosa: Superficie con elementos esculturales no puntiagudos, de altura mayor a 1 μm.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with several rounded, dome-like structures. The SEM image shows a surface with several rounded, dome-like structures.</p>
<p>Gemada: Superficie con elementos esculturales de anchura igual o mayor que la altura y con la parte basal constreñida.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with several rounded, dome-like structures that are wider than they are tall. The SEM image shows a surface with several rounded, dome-like structures that are wider than they are tall.</p>
<p>Reticulada: Superficie semitectada con muros y lúmenes ordenados conforme a las mallas de una red.</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with a network of interconnected lines forming a grid-like pattern. The SEM image shows a surface with a network of interconnected lines forming a grid-like pattern.</p>
<p>Pilada: Superficie con elementos esculturales constituidos por una cabeza más o menos gruesa y un cuello que la sostiene</p>	 <p>The diagram shows a yellow surface with several structures that have a wider, rounded head and a narrower neck. The SEM image shows a surface with several structures that have a wider, rounded head and a narrower neck.</p>

También en la esporodermis se segrega una especie de sustancia protectora conocida como manto polínico o Pollenkitt (por su nombre en inglés) que se encarga de recubrir la capa externa en respuesta a las condiciones ambientales, gracias a ella se disminuye la desecación y se contrarresta la influencia negativa de hogos y parásitos. Se ha contemplado la posibilidad de que el pollenkitt interviene en el reconocimiento del polen y el estigma, debido a su composición variable en lípidos, carotenos, polisacáridos y proteínas, otro aspecto que limita en gran medida la posibilidad de la autofecundación y favorece la especificidad en la polinización pues *“la consistencia y la cantidad de lípidos del pollenkitt presente en los granos de polen de plantas de polinización entomófila y anemófila, es bastante diferente”* (Anero, 2008, p.18) ya que en el primer caso el manto tiene a ser más pegajoso y húmedo, mientras que en el segundo posibilita condiciones más mecánicas y de movimiento.

Otra característica presente en la exina es la disposición de las aperturas, espacios donde la capa externa llega a ser más delgada para permitir el intercambio de sustancias, *“favorecer la salida del tubo polínico y hacer posible que cambie el volumen del polen según la humedad del medio externo, facultad denominada harmomegatia”* (Bermejo, 2011, p.24). Sustancias como las hormonas que activan las células espermáticas ingresan por estas aperturas en el momento en que el grano de polen entra en contacto con el pistilo, para ser liberadas posteriormente e iniciar la fecundación con el ovulo resguardado en el ovario de la planta.

Los óvulos de los organismos vegetales, al igual que las células espermáticas, poseen una carga genética haploide, quiere decir que su carga genética es la mitad en comparación a las células vegetativas, y en el momento de la fecundación ambos gametofitos se unen para formar un cigoto de carga genética completa o diploide. Los óvulos están protegidos por una serie de estructuras que conforman el aparato reproductor femenino de la flor, el *gineceo*. Este se encuentra conectado al tálamo a través del o los carpelos, verticilos que se

ensanchan en su parte basal para formar el ovario, y se adelgazan en su parte distal para dar cabida al pistilo.

El gineceo, está compuesto por el carpelo, el anillo más interior de las hojas modificadas que dan origen a la flor³², y a su vez se encuentra dividido en el estigma, el estilo y el ovario. El estigma, receptor pegajoso o peludo, es el encargado de atrapar los granos de polen, mientras el estilo, tubo alargado y estilizado, conecta el estigma con el ovario. Este último, es una cavidad donde se albergan las células gaméticas femeninas que serán fecundadas para dar paso al cigoto vegetal. En las especies de plantas los ovarios también se presentan en cantidad y disposiciones específicas que impedirán en gran medida la autofecundación, como se comentó anteriormente, la maduración del gineceo antes o después del androceo, es una estrategia que algunos géneros, e incluso familias completas de plantas, han desarrollado con el fin de propiciar el intercambio genético a través de la polinización cruzada. Igualmente, la disposición de las flores en la planta también ha determinado otras estrategias en pro de la polinización cruzada, como es el caso de flores individuales o inflorescencias. Para el primer caso en el receptáculo surge un único botón que da lugar a una sola flor, mientras que si de este receptáculo surgen múltiples botones se trata de una inflorescencia, como es el caso de las margaritas (*Bellis perennis*) o del girasol (*Helianthus annuus*). En este tipo de flores la separación de los órganos sexuales, se presenta como fundamental para garantizar el intercambio de material genético entre individuos de la misma especie.

5.2.3 Adaptaciones para la polinización cruzada.

Darwin logró establecer innumerables relaciones evolutivas entre las orquídeas y varias especies de insectos, estableciéndolas como la base teórica de tres de las publicaciones que preceden al *Origen* (1859), *La fecundación de las orquídeas*

³² Se da origen a una flor cuando se forma una yema lateral en el tallo la cual posteriormente se transforma en una rama corta pero modificada, llamada receptáculo. El meristemo, tejido vegetal especializado en el crecimiento, dirige la formación de una flor.

(1862), *Efectos de la fecundación cruzada y de la autofecundación en el reino vegetal* (1876) y *Las diferentes formas en flores en plantas de la misma especie* (1877). Plantea que las orquídeas han desarrollado mecanismos de polinización específicos por medio de los cuales esquivan la autofecundación de una manera excepcional y da ejemplos claros de cómo las orquídeas “prefieren”³³ el proceso de polinización cruzada a la autofecundación, aunque las flores de estas plantas generalmente poseen ambos órganos reproductivos, masculinos y femeninos (hermafroditas), utilizan diferentes estrategias para atraer varias especies de insectos que transporten el polen. Flores colmadas de aceites aromáticos o con vistosos y colores son capaces de atraer incontables individuos de distintas especies diurnas o nocturnas que a su vez obtienen de las plantas beneficios como alimento, néctar o aromas esenciales para el inicio de sus apareamientos (Dominguez,2007).

En la mayoría de los casos el polen de este tipo de individuos es transportado por las corrientes de aire a través de largas distancias *dejando a la suerte* que los gametos masculinos logren fecundar en algún momento un individuo semejante. Las llamadas *lluvias de azufre* son ejemplo claro de la cantidad de polen producido por algunas coníferas durante la época reproductiva, es tan extensa la cantidad de polen producida que las grandes nubes amarillas asemejan la lluvia. Gola (1965) afirma que la anemofilia es el mecanismo de transporte de polen más primitivo y rudimentario, propio de la mayoría de gimnospermas, esto se demuestra en tanto la producción polínica de dichas plantas sobrepasa en gran medida al de las plantas con flores y por tanto el gasto energético para su producción es mayor.

Una planta que recurre a la anemofilia es según Gola (1965) fácil de reconocer, como ejemplo en *Arrhenatherum elatius* (Espiga medicinal) es posible identificar que posee una gran producción de polen y que los estigmas, destinados a atrapar el mismo, son altamente pronunciados y visibles, sobresaliendo del resto de estructuras florales, y presentando una superficie plumosa, lo que facilita que los

³³ Las comillas son del autor

gametos masculinos sean capturados enredándose en las vellosidades. El polen, es de dimensiones pequeñas, liviano y provisto, en la mayoría de los casos, de una superficie baculada que permitirá eventualmente su transporte aéreo. Delpino citado por Gola (1965) expone seis adaptaciones notables de plantas inclinadas por la anemofilia: 1° la ausencia de estigma, pero la presencia de secreciones pegajosas que ayudan al polen a ingresar en la cámara polínica (todas las plantas gimnospermas). 2° plantas con inflorescencias masculinas de alta producción polínica. 3° plantas con flores péndulas. 4° plantas con anteras y estambres alargados, sobresalientes de las otras estructuras florales. 5° plantas provistas de estructuras que sirven para arrojar el polen a largas distancias. 6° plantas con flores numerosas con gran posibilidad de atrapar el polen que viaja en el viento.



Ilustración 10 Gramíneas. Nótese como sus inflorescencias masculinas dejan expuesto el polen a las corrientes de aire.

Cuando el polen es transportado a través de corrientes hídricas, se habla de hidrofilia, aunque es un tipo de polinización cruzada que se presenta con poca frecuencia, en la mayoría de los casos las plantas que recurren a este tipo de estrategias son de carácter acuático, con flores masculinas y femeninas altamente diferenciadas. Ejemplo son la elodea y el buchón de agua. En el primer caso el polen es “impermeable” y la fecundación se da bajo el agua, por lo que no es necesario que la planta o sus estructuras reproductivas lleguen a la superficie. Y en el segundo caso, las flores masculinas del buchón flotan con los sacos polínicos descubiertos hasta alcanzar los estigmas de la flor femenina y

polinizarla. Para la hidrofilia, tanto las estructuras florales como el polen poseen capacidad de flotación e impermeabilidad en la mayoría de los casos.



Ilustración 11 Buchón de agua (*Eichhornia* spp) planta dioica, con flores masculinas y femeninas por separado.

La zoofilia hace evidente que las relaciones entre las plantas y los animales, se configuran complejas que las relaciones de heterogamia. Es posible reconocer estrategias como la cantidad de flores presentes en determinada inflorescencia, la presencia de colores llamativos, la difusión de perfumes característicos, formas, disposición y texturas en las corolas, presencia de nectarios, aceites esenciales, modificaciones particulares en estilos, estambres y corolas. Modificaciones articuladas a la morfología del animal polinizador.

Como ejemplo, Darwin (1862) encontró que, lo que se consideraba como tres especies diferentes del género *Catasetum*³⁴ eran en realidad morfos de una misma especie, que presentan algunas pequeñas modificaciones pero, que pertenecen a un mismo taxón. Se presentan plantas hermafroditas en uno de los morfos, la planta masculina atrae una especie de abejorro específico, usando un aroma que libera a las 24 horas de florecer: El animal se posiciona en el labelo de la orquídea y es justo en este momento en el que se impregna de su polen, luego

³⁴ *Catasetum*, es un género de orquídeas epífitas que poseen flores dioicas, masculinas y femeninas. Se ubican a lo largo de la zona ecuatorial y climas tropicales. Existen algunos ejemplares a lo largo de América del sur, pero la mayoría de sus representantes son endémicos de Brasil.

vuela hasta una flor femenina de la misma especie y allí, al entrar empuja su estilo hacia atrás, con el fin de poder alcanzar el nectario que se encuentra escondido. Cuando el abejorro busca salir de la flor, debe presionar su cuerpo contra las paredes de la misma, y como el estilo se encuentra flexionado hacia un costado los granos de polen caen fácilmente en el ovario, dando inicio a la fecundación.

Cuando el insecto toca ciertos puntos de la flor, los polinios son disparados hacia delante como una flecha, pero no afilada, sino con una punta roma y sobradamente adhesiva. El insecto, confuso por un golpe tan contundente, o después de haber comido hasta saciarse, vuelta pronto o tarde hasta una planta hembra y, mientras permanece en la misma posición de antes, introduce el extremo de la flecha que sostiene el polen en la cavidad estigmática y deposita una masa de polen sobre la superficie estigmática. Así, y solo así, pueden fecundarse las cinco especies de *Catasetum*³⁵ que he examinado. (Darwin, 1862, p.182)

Aquí, es evidente como la morfología de la planta se ha modificado completamente en pro de la visita del polinizador, el labelo flexionado funciona como palanca para provocar a caída de la única teca que se ha pegado en el animal en su visita a la flor anterior.

Otros aspectos son característicos en este tipo de polinización, para el caso del polen, este es menos abundante, en comparación con el que es producido por las plantas gimnospermas, su tamaño es mayor y su consistencia es generalmente más gruesa. En la orquídea de balde (*Coryanthes verrucolineata*), por ejemplo, se producen tan sólo dos tecas polínicas, por lo que las estrategias son indispensables a la hora de procurar un transporte polínico. La abeja de la tribu Euglossini tras el aroma de los aceites esenciales liberados por la planta y en busca del néctar, cae en la corola modificada en forma de balde que se encuentra llena de una pegajosa sustancia, cuando logra salir, lleva en su dorso adheridas

³⁵ Actualmente se ha descrito entre 80 y 120 especies pertenecientes a este género.

dos tecas, que solo se desprenderán cuando el animal visite otra flor de la misma especie.

Como el caso anterior, es posible encontrar en la naturaleza tal especificidad entre plantas y sus correspondientes polinizadores, que existen flores con tubos corolinos tan angostos y largos que solo pueden ser polinizados por lepidópteros con probóscides tan largas que puedan beneficiarse de su néctar. Como *Lonicera caprifolium* y *Macroglossa stellatarum*.



Ilustración 12 *Lonicera caprifolium* siendo polinizada por la polilla *Macroglossa stellatarum*.

5.2.4 La polinización en el mantenimiento de los ecosistemas.

Se ha logrado establecer el importante papel que juegan las relaciones entre plantas y animales en las actividades reproductivas, alimenticias e incluso de resguardo tanto para una especie como para la otra, encontrándose allí un punto clave en esa red de relaciones infinita que compone la biodiversidad, y que brinda una *estabilidad funcional* al mundo natural (Rosado et.al, 2009). La polinización es un proceso ecológico fundamental, ya que no solo provee a las plantas mecanismos para garantizar su reproducción y con ello la preservación de su

especie, sino que, además, brinda a los polinizadores beneficios irremplazables como el alimento, estabilidad para los ciclos de vida, protección, entre otros.

La polinización se constituye en un “servicio ecosistémico”³⁶, que para Daily (1997) es entendido como un servicio de una especie a otra, que resulta de relaciones simbióticas mutualistas entre plantas de distintas especies con animales de diversos grupos, para este caso específico insectos, aves e incluso mamíferos como los murciélagos, algunas ardillas y lémures. Es un proceso complejo e integrador, donde no sólo se contempla la reproducción vegetal, sino que además se posibilita el sostenimiento de complejos ecosistemas terrestres. Sin él, las tasas de reproducción disminuyen y con esto la producción de alimento, refugio u otro requerimiento, que benefician otros seres; lo que a la larga interrumpirá los ciclos biológicos.

Es decir, que la polinización juega un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad, pues se establece como una parte fundamental de la arquitectura de los ecosistemas, esas múltiples redes que se forman tras las interacciones entre los seres vivos de diferentes niveles se visualizan como un entretejido que permite dar cuenta de las especies claves para el ecosistema. Los polinizadores se configuran como especies claves dentro de los ecosistemas terrestres, ya que las redes que se sostienen de las interacciones de estos organismos no solo se dan de manera mutualista y bidireccional con la planta polinizada, sino a través de la asociación de otros procesos biológicos, como la depredación, el parasitismo, el comensalismo, entre otros.

³⁶ Primack (2010) propone el término “servicios ecosistémicos” para señalar los beneficios económicos que el ser humano obtiene de la biodiversidad y de las relaciones que se dan entre sus niveles y el entorno físico.

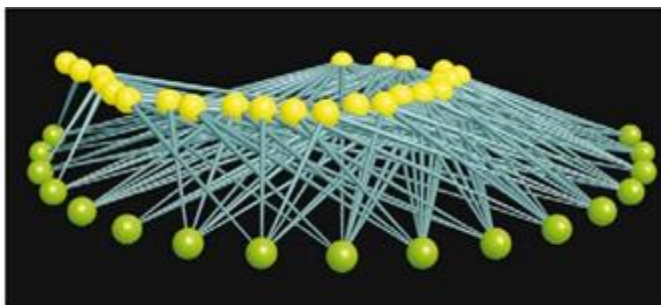


Ilustración 13 Red de relaciones entre plantas y polinizadores. Los puntos verdes son las especies vegetales y los amarillos las especies animales (Zoofilia) “Un insecto y una planta están conectados mediante un enlace si el primero poliniza a la segunda. Estas redes complejas representan la arquitectura de la biodiversidad, ya que sin la presencia de tales interacciones resultaría imposible la persistencia de las especies que componen la comunidad” (Bascompte et. al, 2008, p.53)

La mayor parte de los procesos polínicos se dan gracias a especies generalistas, que a diferencia de los ejemplos que se han nombrado hasta ahora, presentan muchas más conexiones con otras especies, tanto de plantas como de animales. Sin embargo, existen también, procesos de polinización en los que participan especies especialistas, que presentan relaciones limitadas, en la mayoría de los casos, con organismos generalistas

Las redes mutualistas son muy heterogeneas (la mayoría de las especies interaccionan con otras pocas especies, pero unas pocas especies están mucho más conectadas de lo que se esperaría del azar), encajadas (los especialistas interaccionan con subconjuntos bien definidos de las especies que interaccionan con los generalistas, en forma de muñecas rusas introducidas unas dentro de otras) y construidas mediante dependencias débiles y asimétricas (si una planta depende mucho de un animal, el animal apenas dependerá de esa planta). (Bascompte et. al, 2008, p.59)

Dicho de otro modo, la arquitectura ecosistémica presente en el proceso de polinización muestra que la desaparición de una especie polinizadora inicialmente no afecta el equilibrio de las comunidades, ya que “*la heterogeneidad de las redes mutualistas, les confirió una cierta robustez ante la extinción de especies al azar*” (Rosado et. al, 2009, p.15) pero implica que los organismos vegetales que se

veían beneficiados de su actividad requieran de la visita de otro polinizador, aumentando la presión en la relación al número de visitas. En consecuencia, la pérdida de un polinizador puede debilitar la red, ajustando la carga sobre otro organismo, otra especie, que deberá cumplir sus “funciones polínicas” lo que desencadenará a largo plazo en la extinción de organismos especialistas.

5.3 LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES

Desde que el ser humano se vio en la necesidad de relacionarse con su entorno la explicación se convirtió en un aspecto fundamental en la edificación de una imagen de mundo. Explicar se configura en el acto de esclarecer un fenómeno o situación determinada en un proceso de construcción de la realidad misma, por ello es determinante en la generación de conocimiento. Para el ámbito educativo es tan importante caracterizar el proceso que da origen a la explicación, como la explicación misma.

Se entiende la explicación como un acto inherente al humano donde se busca esclarecer algo o sus elementos, fenómenos o situaciones que lo rodean, Norris *et, al* (2005) citados por Gómez (2006) establecen que a través de las explicaciones el ser humano intenta hacer algo de su realidad más claro, entendible e inteligible. Sin embargo, existe una complejidad propia cuando se trata de entender la acción de explicar, inicialmente, hablar de ella involucra directamente usar algún sinónimo propio de su acto (dilucidar, entender o clarificar), además porque no solo se limita al complejo teórico llamado explicación, sino que deben considerarse los factores que permiten su construcción y los procesos mentales complejos que se involucran. Entonces la discusión para muchos autores se transfiere a planos filosóficos y epistemológicos, pues es un proceso mental, que da cuenta de factores como el contexto, el lenguaje y el aprendizaje de quien se explica. Así que la explicación se configura como un acto cotidiano pero complejo.

Las explicaciones surgen tras la aparición del hombre y su interacción con lo natural, en un intento por comprender un sinfín de fenómenos y la existencia de las cosas, los sujetos *“elaboran construcciones mentales en las que imaginan como puede funcionar un aspecto de la realidad o como se puede intervenir en él”* (Gómez, 2005, p.9), a estas construcciones mentales Valencia *et, al* (2001) las

llaman imágenes, refiriéndose a la organización mental que se hacen de la naturaleza, la verdad, el mundo, las culturas, y todo aquello que rodea al sujeto.

La necesidad de explicar es evidente desde las primeras etapas de la vida, pues los niños se cuestionan las cosas, y es precisamente ese afán de saciar su curiosidad lo que les permite acercarse a explicaciones más complejas y elaboradas que dan forma a su mundo y realidad, el trabajo en el aula, más específicamente en la clase de ciencias, se realiza de manera similar al contexto científico, sin embargo, *“no es igual, pues las finalidades, los contextos de generación y de aplicación difieren”* (Gómez, 2005, p.9), aun así, la escuela se convierte en un primer escenario formal que permite un entorno propiciador de conocimiento en busca de respuestas o de cómo lograr construirlas a través de un proceso de aprendizaje.

En este punto, vale la pena preguntarse, cómo es el proceso en que el estudiante construye la explicación y edifica esa representación de lo que lo rodea, pero además cómo se da esa mediación entre el conocimiento científico y el conocimiento común visto desde el entorno escolar. Gómez (2003) establece tres elementos que guían el proceso de construcción de una explicación en el aula de clase: El contexto, el aprendizaje y la explicación.

En primer lugar, el contexto se podría entender como todo aquello que rodea al sujeto, desde el entorno físico, como el socio-cultural, que proveerá al sujeto de la información necesaria a través de experiencias para que construya una imagen de realidad propia. Según Gómez (2003) también son importantes, las dinámicas que se presentan entre los sujetos (sociales) con su medio social y natural, las que logran ser determinantes en la construcción del discurso.

Las explicaciones están mediadas, entonces, no solo por los contenidos temáticos, sino por las problemáticas que giran alrededor de ellas, los procesos

cognitivos se generan en situaciones específicas, y los acontecimientos que se transforman en un espacio de interacción.

Una de las formas a través de las cuales el contexto se transforma en un espacio dinámico de interacción es el lenguaje. Precisamente, Mercer (1996) afirma que, al estudiar la construcción de explicaciones escolares, el lenguaje no solo se presenta en un contexto, sino el lenguaje mismo crea contexto. Está tan ligado el lenguaje al pensamiento que es imposible modificar uno antes que el otro, sobre todo cuando el lenguaje es la forma de expresar lo que se construye del contexto a través de la experiencia. Según Guidoni et. al (1990) es más fácil transformar las construcciones que se hacen del contexto y el contexto en alguna medida, que las formas de hablar de él, pues *“el lenguaje es un medio vital para poder representarnos a nosotros mismos y nuestros propios pensamientos, es nuestro principal instrumento cultural, aquello que utilizamos para compartir la experiencia y comprenderla de manera colectiva y conjunta”* (Mercer, 1996, p.11)

El lenguaje en la escuela es la principal herramienta por la cual estudiantes y profesores comparten, discuten, resuelve y median entre los tipos de conocimiento y su propia experiencia. Por lo tanto, el lenguaje no solo se presenta como una representación del pensamiento, sino que incluso es la forma colectiva de construirlo.

Guidoni et. al (1990) hablan de la estrecha relación que existe entre el lenguaje y la experiencia de las personas, el primero está conformado por las múltiples maneras de hacer explícitos los aprendizajes y las construcciones mentales, mientras el segundo es el conjunto de conocimientos obtenidos por la constante interacción con la realidad, entonces el aprendizaje se configura como la capacidad de reestructurar sus configuraciones mentales con base en estos dos elementos, y por tanto la construcción de la explicación se da en el momento en que el sujeto modifica su red semántica y con ella el lenguaje y su contexto, pues la construcción de explicaciones implica una transformación de los modos de

hablar de un objeto de conocimiento. cuando el sujeto construye explicaciones *“elabora y desarrolla estructuras conceptuales que le permiten comprender y actuar sobre la realidad, a partir de las estructuras que ya posee”* (Ayala, 2006, p.28) lo que le permitirá cambiar sus formas de actuar y en este sentido transformar su realidad, la de su grupo social y la sociedad a la que pertenece, es decir, cuando se elaboran explicaciones a la vez que se aprehenden otras palabras y se organizan de forma lógica; se apropian o se refuerzan contenidos, entre ellos los científicos; se transforman, también, los procedimientos de los individuos en su forma de conocer y de actuar sobre su mundo particular y global.

Es por ello que las explicaciones³⁷, no son el mero producto sino más bien *“el proceso de una actividad de construcción mental de lo real”* (Giordan,1995, p.106), en donde las informaciones son organizadas en un sistema cognitivo y coherente. Cada vez que se extrae una nueva información, el sistema se reorganiza transformando las explicaciones preexistentes o construyendo unas nuevas. *“la realidad es la fuente de lo que el sujeto concibe, pero esta realidad es aproximada, troceada, decodificada y explotada”* (Giordan,1995, p.102), lo que le permite construir su propia representación del mundo que lo rodea.

En el ámbito escolar, los jóvenes y los niños ya poseen sus propias explicaciones, elaboradas a través de sus propias redes, Guidoni et. al (1990) afirma que no es cierto que están a la espera de un adulto que ayude en el proceso de construcción, pues ellos ya las poseen, es labor del maestro diseñar estrategias que le permitan enriquecer dichas redes, sin sesgarlas, destruirlas o negar su existencia, de esta manera la mediación entre el conocimiento científico y el conocimiento común posibilitara la existencia del conocimiento escolar. Teniendo en cuenta que *“la estructura base según la cual está organizado el conocimiento común contiene implícita y esbozada, la estructura según la cual está organizado también cualquier conocimiento especializado y científico”* (Guidoni et. al, 1990,

³⁷ Giordan (1995), no habla de explicaciones propiamente, pero sí de concepciones, definiendo estas también como el proceso de construcción de representaciones de la realidad ligados a la experiencia, el contexto y el lenguaje, y que se encuentran en constante reestructuración.

p.29) y el maestro debe posibilitar que el contexto escolar se configure en un contexto significativo³⁸.

Ahora bien, es importante especificar la forma como se lleva a cabo la dinámica de transformación en el acto de conocer. El modelo propuesto de por Giordan³⁹ (1995) sobre las concepciones ofrece elementos para entender esa transformación, donde la concepción (representación) surge de un interés ligado a un conjunto de preguntas específicas que provocan el inicio de la construcción y transformación de la red mental. Para que se transforme una concepción, el sujeto tomará elementos de su *marco de referencia* (este marco es el conjunto de explicaciones preexistentes del mismo sujeto y de los ámbitos académicos) con el fin de modificarlos a través de *operaciones metales* específicas, estos dos elementos se reúnen y son organizados por la red semántica, que le da un sentido a la concepción.

Finalmente, la nueva explicación se mostrará por el sujeto a través del lenguaje que modificará nuevamente su contexto. De este proceso de transformación c de las concepciones, solo es evidente el conocimiento y el lenguaje que se utiliza para comunicarlo “*lo que el alumno hace o dice*” (Giordan, 1995, p.118), pero dentro de la construcción existen elementos que no pueden ser observados directamente, como las transformaciones en las redes semánticas, la implementación del marco de referencia, las constantes operacionales y las modificaciones en las explicaciones preexistentes.

³⁸ Un contexto de significación es un espacio especial para poder pensar, hablar y actuar sobre el mundo que rodea a los sujetos. Para que este se dé, es necesario que el maestro tenga en cuenta que en torno a los fenómenos analizados hay una diversidad de concepciones y de formas de abordar el mundo. Ayala et, al (2006).

³⁹ El modelo del Iceberg que propone este autor, se refiere las concepciones o representaciones que hacen los sujetos que conocen y aunque ésta no habla de explicación en este trabajo se reconoce que el proceso que se defiende ase puede aplicar al acto de explicar.

6 METODOLOGÍA

La necesidad de construir discurso que explique lo que le interesa y hace el docente, surge como una acción permanente para aquellos profesores que se interesan por transformar lo que hacen a través de la autoevaluación, la autocrítica y la modificación de sus estrategias pedagógicas, pues es *“Cuando el maestro habla de lo que hace, piensa o sueña vuelve su práctica objeto de estudio y de reflexión”* (Jiménez, et, al.2015) que le permite dar nuevos sentidos a lo que hace. Es decir, el maestro se detiene, mira “desde afuera”, elige lugares teóricos y desde allí habla de su propia realidad para re direccionar y fortalecer su camino.

Para el caso específico de este trabajo de profundización, el discurso del maestro, inicialmente, se construyó partiendo de una explicación sobre la temática que se pretendía abordar en el aula de clases: la polinización, generando varias relaciones que principios fundamentales de dicho concepto. Durante el proceso de conceptualización y desarrollo teórico se hizo necesario reconocer la importancia de la construcción de la explicación, cómo se desarrolla y cuáles herramientas posibilitan visualizar los diferentes niveles de construcción. Esta explicación se complejiza aún más cuando se asocian elementos pedagógicos y didácticos, no basta sólo con el conocimiento disciplinar que el docente tenga sobre la temática a enseñar; sino con aquellos conocimientos que le permiten promover la organización de explicaciones en sus estudiantes, además de reconocer la importancia que tiene para su comunidad, la experiencia de vida que traen los estudiantes. Para que el docente logre explicaciones sobre un proceso biológico como la polinización debe consolidar primero una explicación propia del mismo, y a la vez ésta debe estar mediada por las circunstancias que rodean su enseñanza. Esto implica que el discurso del maestro transite entre lo disciplinar y lo pedagógico.

Dentro de la consolidación de estrategias para elaborar discurso sobre el aula, son importantes las problemáticas que giran alrededor de las dinámicas de la escuela,

las cuales son continuamente evaluadas y retroalimentadas. En este trabajo, se revisan algunos aspectos sobre la imagen y la relación con la construcción de conocimiento en ciencias, como medio que permita a sus estudiantes lograr algunos de los conceptos que fundamentan la temática de aprendizaje, proponer ejercicios que permitan establecer relaciones entre un concepto y otro, a través de principios claves, establecer puentes entre los conceptos biológicos y otras formas de representación, como lo textual y lo gráfico, e incentivar el vínculo entre lo que se aprende en ciencias y la realidad escolar.

Toma gran importancia el diseño de aula y en algunos casos más cotidianos la elaboración de un plan de aula que muestre un esquema organizado de las actividades, propósitos, preguntas e incluso dinámicas que orienten el diseño e implementación de investigaciones de aula. Un proceso como este, cuando se realiza de manera metódica y consciente de sus implicaciones y posibilidades, además acompañado de un proceso de sistematización de las acciones de aula; logra en algunos casos, constituirse en una investigación educativa.

Para mostrar de manera importante las acciones del maestro y del aula, en este trabajo de profundización se tomó como referencia la investigación cualitativa, porque permite mostrar una actividad particular en un aula de ciencias naturales

A diferencia de los diseños o investigaciones cuantitativas, las cualitativas hacen parte del grupo de investigaciones -no tradicionales-. Aquí la -cualidad- se revela por medio de las propiedades de un objeto o un fenómeno. La propiedad individualiza al objeto o al fenómeno por medio de una característica que le es exclusiva, mientras que la cualidad expresa un concepto global del objetivo. (Cerdeña, 1993, p.47).

Se buscó obtener un análisis del objeto de estudio en cuanto a los procesos y estrategias en la construcción de explicaciones, pero no se buscó probar o medir, en qué grado se encuentra cierta cualidad o un cierto acontecimiento dado que “no

existe un marco conceptual estrictamente determinado ni procesos específicos de investigación estrictamente formateados” (Imbernón, 2002, p.18), que permitan crear perfiles de comparación y estándares únicos, pues existen múltiples realidades educativas que se construyen alrededor de las experiencias subjetivas de las personas al relacionarse con los demás o interactuar con su entorno. De allí que las diferentes realidades estén directamente relacionadas con los diversos imaginarios que existen sobre los fenómenos que se estén trabajando en la escuela.⁴⁰

Dentro de esta perspectiva de investigación, el enfoque interpretativo ofrece grandes oportunidades, dado que su objetivo es comprender e interpretar las acciones humanas, prácticas sociales y construcciones de los sujetos. Las teorías interpretativas tratan del estudio de la sociedad, en donde el investigador se debe convertir en uno solo con esta para poder entenderla mejor (Erdas, 1987). El profesor, como investigador o quienes hacen investigación sobre él, pueden estudiar la realidad de la educación y la enseñanza, por esto el trabajo investigativo en educación, no solo es la interpretación de un experto frente a su objeto de estudio, sino de un docente que realiza reflexiones y retroalimentaciones de sus experiencias y de su propia práctica con el fin de transformarla y con ella su realidad y la de sus estudiantes.

En este trabajo la finalidad era lograr un acercamiento a la comprensión e interpretación de las acciones de las personas de una comunidad, en este caso del grado quinto y su docente. Ello, implica que la relación entre sujeto-objeto sea dependiente, por lo cual constantemente se afectan entre sí, implicando una interrelación del investigador con su objeto de estudio,

Si la labor investigadora se introduce en las instituciones educativas mediante sus protagonistas, aparecerán entonces los contextos sociales, las relaciones educativas, la institución, la comunidad, el profesorado y el

⁴⁰ Se habla de múltiples realidades en tanto, cada sujeto construye su propia realidad con base en sus propias experiencias.

alumnado. Por tanto, el trabajo investigador en las propias instituciones, con los implicados en los procesos, será fundamental para ir avanzando en los conocimientos científicos de la educación (Imbernón, 2002, P.20).

Según Stenhouse (1987) citado por Imbernon (2002) para el caso de la educación, dicha interpretación debe ser contextualizada para mejorar las practicas mediante procesos naturales que den cabida a la solución de problemas de orden práctico, y para el caso específico de este trabajo, la reflexión que surge sobre la enseñanza y la construcción de explicaciones desde la polinización, y todos los procesos que se desarrollan a su alrededor, como ejes problematizadores.

6.1 Fases metodológicas

En el desarrollo de este trabajo de profundización se desarrollaron tres fases metodológicas.

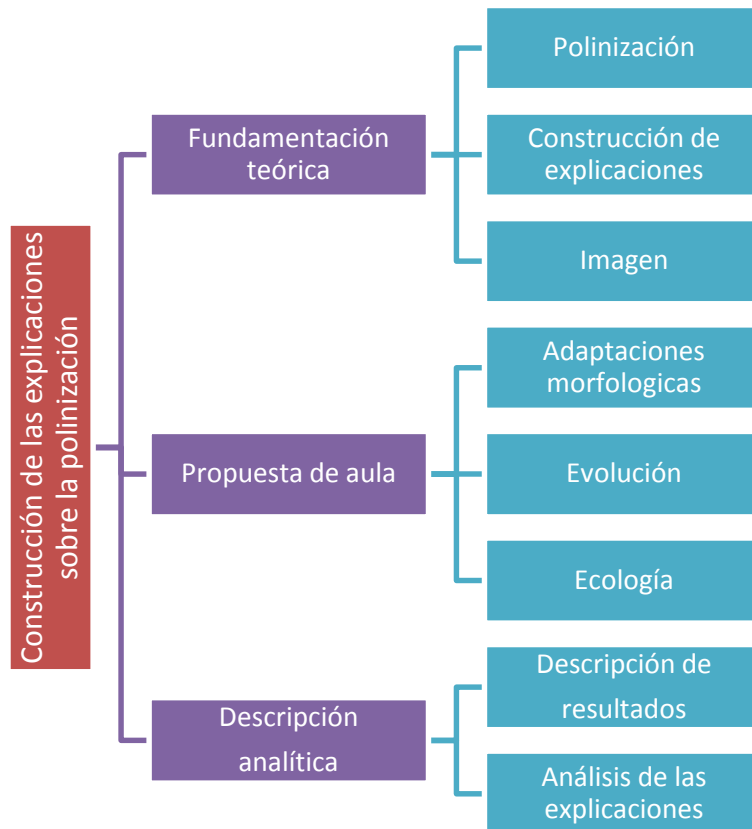


Ilustración 14 Organigrama correspondiente a la metodología de trabajo de grado.

6.1.1 Construcción del discurso. Polinización y miradas de la imagen

Inicialmente para cualquier proceso de investigación educativa es importante tener una base conceptual y metodológica consistente que permita problematizar en torno a la enseñanza del concepto seleccionado. *“La recopilación documental y bibliográfica se utiliza preliminarmente en el proceso de elaboración del marco teórico y conceptual de la investigación, ya que por medio de ella se logran reunir los más importantes estudios, investigaciones, datos e información sobre el problema formulado”* (Cerdea, 1993, p.330). Gracias a la revisión documental, el discurso elaborado sobre la polinización, permitió diseñar la propuesta de aula teniendo en cuenta los conceptos pilares desde los que se puede abordar la temática en el aula de clase, tales como la relación morfológica y fisiológica entre plantas y animales, indispensable para que se lleve a cabo el proceso, también la importancia de la polinización en las redes tróficas y ecosistémicas, y finalmente, la polinización configurada como un gran ejemplo de los mecanismos de la evolución.

La elaboración de un discurso permitió, en segunda medida, la construcción de la propuesta de aula, porque además de brindar fundamentos teóricos disciplinares permitió identificar estrategias de enseñanza apropiadas y revisar los métodos de aprendizaje y transformación de las redes conceptuales, teniendo en cuenta que las dinámicas que se presentan dentro del aula de clases obligan al docente a tener diversas maneras de enseñanza que se acoplen a dichas dinámicas, la construcción de este discurso fue importante en tanto *“damos cuenta de algo, explicamos, argumentamos, o definimos, no sólo estamos haciendo explícita la representación que tenemos de ello, sino generando condiciones para identificar el tipo de imágenes que estamos utilizando como estrategia para hacer representaciones”*(Valencia, 2001, p.4).

La construcción del discurso ayudó en el análisis y la interpretación de las construcciones realizadas por los estudiantes frente a la polinización, no solo en

términos de lo conceptual, sino que proporcionó ideas claras sobre los elementos a tener en cuenta en la construcción de explicaciones, en cómo estas se configuran, las diferentes miradas de imagen y su papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, aspectos que permiten al docente construir estrategias de enseñanza apropiadas, contextualizadas y acordes a las necesidades de sus estudiantes. En este sentido, el maestro transformará su práctica y a su vez su propia representación de la realidad, situación que modificará elementos como el lenguaje y la relación con el entorno, influyendo directa e indirectamente en las construcciones de sus estudiantes.

6.1.2 Propuesta de aula

La propuesta de aula se configura como un espacio fundamental para el desarrollo de este trabajo de profundización, pues permite que el docente ponga en juego los saberes disciplinares, pedagógicos y didácticos en una situación de enseñanza concreta. Cuando se lleva a cabo permite evidenciar la importancia del proceso de construcción de explicaciones de los estudiantes, trabajando no solo en la explicación final, sino cómo es posible su construcción y que cambios en la imagen de realidad del estudiante se dan luego de explicarse sobre la polinización. Inicialmente se brindó a los estudiantes algunas herramientas relacionadas con el dibujo y la fotografía con el fin de abordar una de las perspectivas de imagen, la imagen visual, y su papel en la construcción de explicaciones, el objetivo principal de estas 5 sesiones en la primera fase, fue familiarizar a los estudiantes con la representación y que ellos fuesen capaces de ilustrar sus ideas. Para las siguientes sesiones se abordó la polinización, basándose en las conclusiones de Singer (2009), sobre el libro de Charles Darwin "Polinización de orquídeas", para lo que se establecieron 4 fases con 8 sesiones en total.

El diseño e implementación de las actividades implica que el maestro deba saber cómo el estudiante elabora sus construcciones para que a partir de ellas pueda estructurar y adaptar su práctica, con el fin de que pueda orientar el proceso de

enseñanza aprendizaje y que posibilite crear redes significantes. Es decir que el maestro, para la elaboración de una propuesta de aula, no solo debe conocer los conceptos estructurantes a nivel disciplinar, sino que debe tener una idea de las necesidades de los estudiantes para mediar estos conocimientos con los aspectos pedagógicos y las dinámicas del contexto, generando un discurso coherente y argumentativo frente a la temática a enseñar.

6.1.3 Descripción analítica.

En la sistematización es el punto donde se hace la revisión y categorización de toda la información recolectada durante el trabajo de campo y la aplicación de la propuesta de aula.

La sistematización de experiencias surgió como una práctica social orientada a cualificar las prácticas y las experiencias de los educadores populares y comunitarios al encontrar problemas de ineficacia, falta de proyección de las acciones sociales, el exceso de empirismo y el exceso de dispersión y la falta de herramientas metodológicas que posibilitarán aprendizajes sobre las prácticas y experiencias sociales. (Escobar, 2003, p.27)

Para la enseñanza de la biología y el quehacer del maestro es indispensable reconocer que de su práctica está generando un impacto transformador en las practicas del mismo maestro y en las imágenes que tienen sus propios estudiantes.

Solo a través del proceso de sistematización es posible evidenciar si los propósitos que el docente se planteó fueron posibles. Se sistematizan los resultados obtenidos durante la propuesta de aula, en tanto se hace un análisis y una comparación entre el discurso construido sobre polinización, construcción de explicaciones y perspectivas de imagen, y los diversos constructos de los

estudiantes representados en imágenes y textos, teniendo en cuenta que la sistematización es una *“mirada que se hace desde un sitio, desde un lugar que se va poblando de ideas, nociones, conceptos y saberes, que provienen de experiencias ya reflexionadas; desde este lugar se generan preguntas y búsquedas, se indaga la experiencia para comprenderla y poderla comunicar otros”* (Ramírez, 1993, p.9). La sistematización no solo permite valorar lo conseguido; sino encontrar nuevas dificultades, reconocer las fortalezas, generar nuevas preguntas y motivar otras acciones a través del esfuerzo por comprender lo que se llevó a cabo y por describir lo sucedido para comunicarlo a otros.

Parte de la sistematización incluye la recolección de información para interpretar las situaciones e interacciones en el aula de clase, que den cuenta de los elementos apropiados para la construcción de una práctica pedagógica con las características oportunas que permita influir en la construcción de explicaciones de los estudiantes frente a la mediación entre el conocimiento científico y el conocimiento común. Así que es necesario reconocer e identificar las condiciones en que los estudiantes elaboran construcciones de procesos biológicos específicos como la polinización y cómo estas se configuran en una idea de realidad específica, ligada al contexto y a las relaciones entre los sujetos, entonces, se tuvieron en cuenta métodos de recolección de datos que son preferentemente usados en este tipo de enfoque, como la observación participante propuesta por Cerda (1993). Se usaron notas de campo de observaciones directas a través del diario del maestro, videos, audios y fotografías y se realizaron algunos debates simples mediados por el docente. Walker (1989), citado por Imbernón (2002) establece que para que la investigación sea eficaz; se deben aplicar los métodos de campo, teniendo claros los fines, propósitos u objetivos de la investigación.

En el proceso recolección de información, la observación y la interpretación juegan un papel relevante ya que constantemente el docente intenta comprender las situaciones que se desarrollan en el contexto del aula a través del análisis de las

interacciones de lo que logra ver, pues dicho acto de “observar” está relacionado con la acción de mirar con atención un escenario determinado, por lo tanto, la observación exige una postura por parte de quien observa, para alcanzar el fin u objetivo de la investigación,

“El observador fija su atención en una finalidad de la que se tiene clara conciencia, la cual le proporcione la justa postura frente al objeto de la observación. El proceso de observación exige tener un plan o por lo menos algunas directrices determinadas en relación con lo que se quiere o espera observar. Quiérase o no, la observación tiene un carácter selectivo” (Cerde, 1993).

Tanto Imbernón (2002) como Cerda (1993) explican que hay diferentes formas de realizar la observación de una situación, las cuales se diferencian básicamente por el rol que toma el investigador en su relación con el objeto de estudio. Cuando el observador no interactúa, sino que permanece ajeno a la situación, se denomina observación no participante; mientras que, si se afecta e interactúa con el objeto de estudio se denomina observación participante. Para este trabajo de profundización se utilizó esta última, pues es el interés de los investigadores, reconocer las construcciones de los estudiantes en torno a la polinización, que permitan y posibiliten una transformación en el quehacer docente, transformando no solo las realidades de los estudiantes sino la propia.

La observación participante es una estrategia en la cual, el o los investigadores tienen una relación directa con el objeto de estudio porque *“Permite acercarse al investigador a estratos diferentes del proceso educativo particularmente al profesorado y en ciertos casos al propio alumnado. Sirve para obtener de los individuos sus significados sobre la realidad y los constructos que organizan su mundo”* Imbernón (2002), a partir de ella los docentes elaboraron unos diarios de registro de cada sesión y actividad desarrollada donde se registraron las observaciones realizadas, pero en constante contraste con el discurso disciplinar

desarrollado para la implementación de la propuesta de aula. Las experiencias obtenidas durante cada sesión permitieron modificar las siguientes en pro de establecer estrategias más adecuadas para influir en la construcción de los estudiantes, teniendo en cuenta los propósitos de la propuesta de aula, pero además propiciar un espacio autoreflexión y autocrítica de la práctica del maestro.

7 DESCRIPCIÓN ANALÍTICA.

Esta propuesta de aula está diseñada en el marco del trabajo de profundización de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y basada en el interés de los autores por aportar una experiencia en el quehacer docente en la reconfiguración de las prácticas cotidianas que se ejercen bajo un currículo estandarizado y mostrar la importancia que tiene desarrollar dicha temática en el aula de clase.

La importancia del estudio de la polinización en este espacio se relaciona con problemas como la pérdida de la biodiversidad de la fauna y la flora local e incluso la seguridad alimentaria⁴¹. El desarrollo de este tipo de conceptos globalizantes les permite a los estudiantes conocer algunas dinámicas naturales, la realidad ambiental que los rodea, procurar el cuidado de los organismos con los que todavía se relacionan y además entender que la especie humana es otra de las muchas que confluyen en un espacio físico y que sus actos repercuten en problemáticas mayores.

Para construir una situación de estudio se hace vital el planteamiento de esta propuesta demostrando la viabilidad del desarrollo de temáticas que pueden presentarse como núcleos problematizadores o ejes de interés que puedan abarcar varios conceptos relacionados entre sí⁴². Como hemos logrado establecer en el marco teórico la polinización permite desarrollar otros conceptos biológicos y problemáticas ambientales locales como la deforestación, el manejo de residuos sólidos y la pérdida de biodiversidad. De esta manera como lo plantea Gómez (2003), los estudiantes pueden ser partícipes de soluciones reales.

⁴¹ Gran parte del uso que se le da al suelo de la localidad de Usme es de carácter rural, en donde se realiza la siembra de cultivo de fresa, cebolla, papa, entre otros. Si bien, Bogotá no dependen únicamente de la producción agrícola de este sector de la ciudad, si toma relevancia al ser una de las pocas localidades, donde aún se mantienen dichas prácticas agrícolas.

⁴² La segmentación del saber e incluso la segmentación de temáticas en las clases de ciencias naturales, no permite que los estudiantes puedan generar redes semánticas complejas. La polinización como eje de interés permite que el estudiante pueda reconocer las múltiples interacciones que se producen en natura, donde a través del estudio de un proceso biológico se pueden visibilizar muchos otros fenómenos.

Dentro de los objetivos de esta propuesta de aula está propiciar espacios de acercamiento a la construcción de explicaciones sobre la polinización, donde los estudiantes del grado quinto del Colegio Miravalle puedan relacionarse con diferentes situaciones problema que les permitan producir explicaciones. Las actividades de aula propuestas por el docente están diseñadas teniendo en cuenta las conclusiones planteadas por Singer (2009), quien desarrolla un análisis del segundo libro de Charles Darwin, "*Fecundación de orquídeas*" y los elementos creativos, visuales y conceptuales el video documental "*Alas de vida*" (*Wings of life*) de Louis Schwartzberg

El fundamento general de la propuesta se relaciona estrechamente con las cinco consideraciones expuestas por Singer (2009), quien resalta que la polinización tiene una correlación directa con la morfología floral y que las adaptaciones que ha desarrollado le permiten tener un proceso más eficiente. Se enumerarán dichos postulados.

1. En las orquídeas hay una fuerte correlación entre la morfología floral y la polinización
2. La compleja morfología floral de las orquídeas tiende a tornar el proceso de polinización más eficiente.
3. La mayoría de las orquídeas es polinizada por algún agente animal. La morfología floral de ciertas orquídeas se correlaciona con atributos morfológicos de sus polinizadores.
4. Hay adaptaciones de morfología floral de muchos grupos de orquídeas que promueven la polinización cruzada.
5. La polinización cruzada supone beneficios para las orquídeas y esto se demuestra por logran cantidad de adaptaciones morfológicas que la promueven.

Hasta aquí es importante reconocer que, si bien las consideraciones recopiladas de Singer son frente a un grupo específico de flores, tienen validez general para el

proceso de polinización en todos grupos de plantas fanerógamas; en este caso las orquídeas se presentan como un grupo “ideal” de estudio, ya que han generado procesos de evolución muy especializados que permiten ser estudiados con aparente facilidad.

Estas consideraciones fueron recopiladas en cuatro fases de desarrollo que se fundamentan en aspectos disciplinares propias de la polinización y complementados con fragmentos del documental “*Alas de vida*”⁴³ que ejemplifican algunos de los conceptos que fueron abordados en las sesiones. Todas las fases se encuentran además estructuradas bajo el propósito transversal a toda la propuesta de aula, el componente pedagógico-didáctico a través del cual promover en los estudiantes, explicaciones frente a la polinización como situación de estudio y cómo ellos las organizan para exteriorizarlas, esta organización es lo que Valencia *et, al.* (2001) consideran como imágenes⁴⁴.

También es interés de esta propuesta capturar la forma cómo las imágenes forman parte de la explicación, determinar las relaciones que posibilitaron su desarrollo. Siendo el carácter gráfico uno de los elementos por medio de los cuales el profesor puede reconocer lo que sucede en el aula. Por lo anterior, se hizo necesario la elaboración de una fase que permitiera brindar a los estudiantes herramientas técnicas sobre el dibujo y la fotografía, el desarrollo de esta fase tenía como intención que los estudiantes mejoraran sus expresiones gráficas y que de esta forma fueran más entendibles para el docente.

⁴³ Alas de vida: Documental coproducido por Disney Nature y dirigido por Louie Schwartzberg, donde se aborda la importancia de la polinización para la vida en el planeta. El documental busca mostrar la complejidad de este proceso, así como el daño que ha ocasionado el hombre con el uso de insecticidas y herbicidas que rompen los ciclos naturales de las cadenas tróficas relacionadas.

⁴⁴ Se entiende imagen no sólo como el dibujo: “*Los dibujos son sólo una parte de la rica y multimodal construcción de un estudiante y por lo tanto deben ser analizados en el contexto de la información verbal y no verbal asociada*”, es decir que la imagen es la reunión de lo icónico, lo verbal y lo textual (Ainsworth *et, al.*,2010).

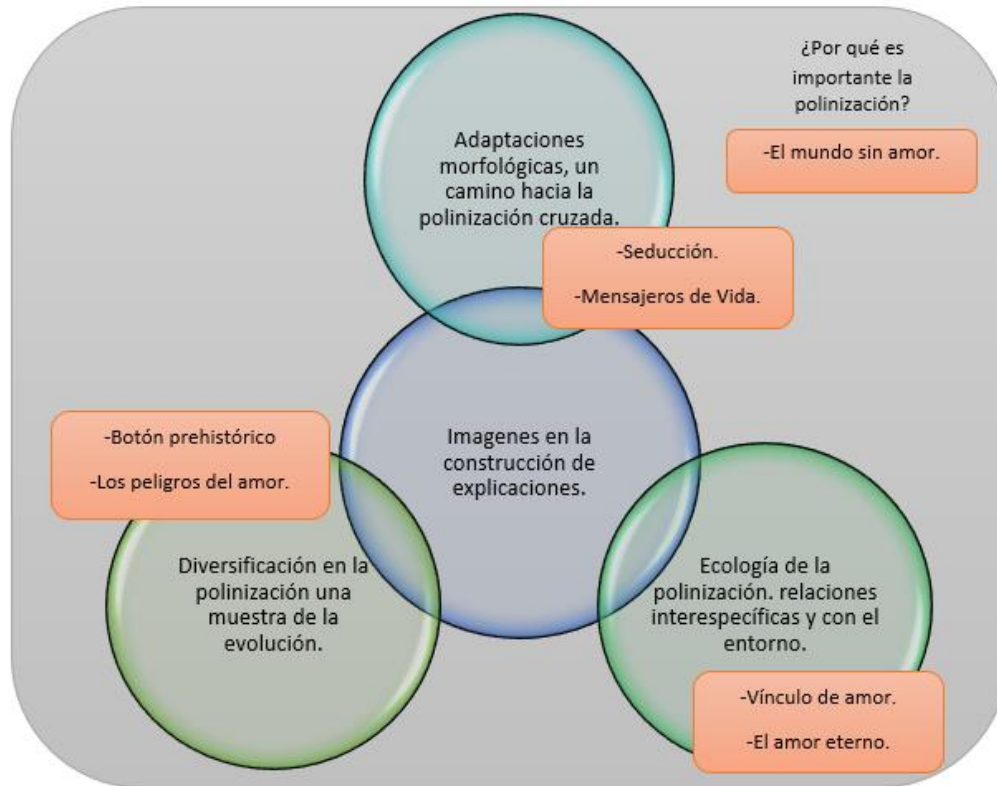


Ilustración 15. Estructura metodológica de la propuesta de aula.

La propuesta, incluye una descripción analítica de los resultados obtenidos, orientado por lo propuesto en el marco teórico frente a los tres ejes que guían este trabajo de profundización: la imagen, la polinización y la construcción de explicaciones. Dicho análisis se elabora teniendo en cuenta los resultados recopilados en las sesiones de las cuatro fases desarrolladas.

La ejecución de cada sesión se llevó a cabo en el aula laboratorio de ciencias biológicas con un grupo de 12 estudiantes de los grados 5A y 5B de la Institución Educativa Distrital Miravalle. El desarrollo de la propuesta de aula se llevó a cabo desde el mes de mayo a noviembre de 2017, en sesiones de reunión los días miércoles y viernes, con una duración promedio de 2 horas.

7.1 FASE 1: Técnicas básicas de dibujo y fotografía.

A través de una serie de actividades se busca posibilitar el aprendizaje de herramientas básicas para el dibujo y la fotografía por medio de las cuales se trabaje en el primer caso: el plan estructural, la proporcionalidad, los puntos de vista, el movimiento, el revestimiento corporal, así como la importancia del color. Mientras que en la fotografía se pretende abordar la perspectiva, dimensión, el movimiento y la temporalidad.

De esta manera se busca que los estudiantes afinen la mirada y puedan plasmar lo observado en un dibujo, de una manera más completa y concreta. La construcción de imágenes pictóricas puede llegar a mostrar de manera sintética, en una sola imagen, un contenido más amplio que de información del proceso de construcción de explicaciones frente a la polinización. Uno de los fines de esta fase consiste en incentivar el proceso de aprendizaje a través de la ilustración y la fotografía científica. Pero, asimismo posibilitar que los estudiantes en las próximas fases tengan las herramientas para elaborar imágenes más elaboradas y que muestren tácitamente las relaciones que estos elaboran frente a la situación de estudio.

Tabla 2. Fase 1: Técnicas básicas de dibujo y fotografía

FASE	PROPOSITO: Posibilitar el aprendizaje de herramientas básicas para el dibujo y la fotografía.		
Técnicas básicas de dibujo y fotografía.	SESIÓN	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
	SESIÓN 1: EL ESPECTACULO DE OBSERVAR LA VIDA	Conocimientos básicos sobre anatomía y uso de instrumentos tecnológicos. Segmentos corporales, número y disposición de apéndices, simetría bilateral y	Dibujo: Se representarán la estructura corporal de un animal, utilizando líneas y círculos para dibujar un "croquis". Actividad N° 1, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y

	radial.	fotografía, pagina 6. (Véase anexo IV) Fotografía: Se abordará la configuración y uso de la cámara fotográfica, como herramienta de fácil acceso. Actividad N° 6, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 13. (Véase anexo IV)
SESIÓN 2: REONOCIENDO LA DIVERSIDAD DE LA VIDA	Reconocimiento de las proporciones y plano en la fotografía.	Dibujo: Se dibuja un animal teniendo en cuenta las proporciones entre los apéndices, la cabeza y el tronco. Actividad N° 2, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 7. (Véase anexo IV) Fotografía: Se realiza una fotografía en por lo menos dos planos diferentes. Actividad N° 7, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 15. (Véase anexo IV)
SESIÓN 3: EL ASOMBROSO PODER DEL COLOR.	Texturas y revestimientos.	Dibujo: Se dibuja un reptil, resaltando las características de la piel y sus colores. Actividad N° 5,

			<p>Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 12. (Véase anexo IV)</p>
<p>SESIÓN 4: CAPTURANDO MOVIMIENTO.</p>	<p>EL</p>	<p>Lugar de observación, ángulo y posición.</p>	<p>Dibujo: Se debe plasmar mediante un dibujo un insecto que encuentre en su entorno, recordando las vistas ortogonales. Actividad N° 4, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 10. (Véase anexo IV)</p> <p>Fotografía: Se debe plasmar mediante diferentes fotografías distintos ángulos de visión. Actividad N° 8, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 15. (Véase anexo IV)</p>
<p>SESIÓN 5: CAPTURANDO TIEMPO.</p>	<p>EL</p>	<p>Movimiento: folioscopio, <i>slow Motion</i> y <i>Time laps</i>.</p>	<p>Dibujo: A través de un recorte de revista, periódico o imagen impresa de un animal en movimiento, se debe intentar plasmarlo transformando su movimiento. Actividad N° 3, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 9. (Véase anexo IV)</p>

			<p>Fotografía:</p> <p>Recortar el folioscopio Actividad N° 10, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 19. (Véase anexo IV) y realizar un pequeño librito con los recortes.</p> <p>Realizar un video, utilizando las técnicas de time laps y slow motion. Actividad N° 9, Cartilla Técnicas básicas de dibujo y fotografía, pagina 17. (Véase anexo IV)</p>
--	--	--	---

Una de las primeras actividades que se llevó a cabo fue la convocatoria a los estudiantes para pertenecer al grupo, debido a que las actividades planteadas se desarrollaron en el horario del refuerzo escolar, por lo mismo se tendría en cuenta como una actividad extraescolar. Para la primera sesión denominada **El espectáculo de observar la vida**, se tuvo una acogida de 12 estudiantes a los cuales se les presentó el programa de la fase uno, sin explicarles todavía las temáticas restantes. Para esta sesión se realizaron dos actividades encaminadas a introducir el tema, ejemplificando la elaboración de un boceto como una forma simplificada de la imagen.

Para ello, la instrucción consistió en la elaboración del croquis de un organismo cualquiera. Algunos estudiantes mostraron dificultad al empezar la ilustración, optando por referenciarse con alguna de las imágenes de la cartilla⁴⁵. Uno de los

⁴⁵ Cartilla de técnicas básicas de dibujo y fotografía diseñada para la Fase N° 1 de este trabajo de profundización.

casos que muestra esta situación es la imagen de Santiago (9 años), quien tomó como referencia las imágenes del caballo que se encuentra en la página 5 y de la lagartija de la página 12. Para plasmar la estructura corporal de un animal se sugieren bocetos con líneas y círculos que asemejan el sistema óseo del organismo. Los estudiantes lograron abstraer información de la imagen original, la cual reconstruyeron en una nueva, es decir que pudieron obtener información oculta hasta ese momento para otro observador.



Ilustración 16 Dibujo de croquis de caballo desarrollado en la sesión 1

Otro caso, consiste en el desarrollo de un croquis a partir de un animal común, donde el estudiante se referencia en la estructura morfológica de un animal conocido para él. Paula (8 años) desarrolla la estructura corporal de un perro, de la misma forma a través de las líneas y círculos, logra establecer partes fundamentales de la morfología del animal como el número de patas, la estructura ósea del cráneo y las articulaciones que se encuentran en cada una de las extremidades. En este caso, el sujeto nuevamente toma una imagen preestablecida, aquí ya no pictórica sino mental, la cual puede transformar y rehacer. Incluso para la estudiante esta estructura representaría muy probablemente el sistema óseo del animal “No ve visto el esqueleto de un perro, pero debe ser muy parecido a este”. En este caso se evidencia como la imagen no solo es una representación gráfica, sino que esta se muestra como una

representación de los saberes y conocimientos, por ello puede ser deconstruida y reconstruida según la realidad.

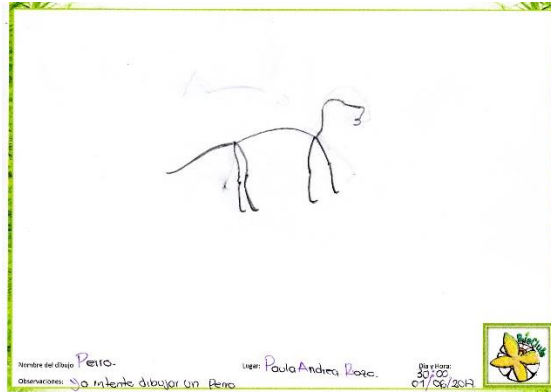


Ilustración 17 Croquis de Perro desarrollado en la sesión 1

En la segunda parte de la sesión N°1 se desarrolla la configuración y uso de la cámara de los dispositivos móviles con los que cuentan los estudiantes. Para el desarrollo de esta parte se realiza la explicación de los ajustes que se deben realizar para sacarle provecho al equipo, se ayuda con la configuración de algunos equipos y finalmente se les pide que realicen la toma de varias fotografías a jardineras o macetas del colegio. La mayoría de estudiantes se enfocan en la toma de fotografías de plantas ornamentales, en algunos casos se desarrolla la fotografía de pequeños animales como babosas, arañas, cochinillas, pero se les dificulta realizar el enfoque con objetos en movimiento, por ello la mayor parte de las fotografías no presentan buen enfoque, *“es más fácil tomar la foto de una planta, no ve que casi no se mueve y las abejas no duran nada encima de la flor, ellas van y chupan el polen y se van”* dice Juan (9 años). Esto ya deja ver ideas sobre el comportamiento animal que permitirán entender otras actividades.



Ilustración 18 Fotografía de flor amarilla tomada en la sesión 1

Para la sesión N°2, **Reconociendo la diversidad de la vida**, se desarrolla un ejercicio consistente en el reconocimiento de las proporciones de un organismo, es decir las relaciones existentes entre el tamaño de los miembros, la cabeza y el tronco. Aquí nuevamente los estudiantes retoman el sistema de referencia de la sesión pasada, pero para esta sesión deciden traer material propio como revistas, libros y un álbum de historia natural. Un ejemplo que muestra esta situación es la imagen de Ana (8 años), la cual toma como guía la fotografía de un alce del álbum de historia natural. Ella toma en cuenta las proporciones existentes entre los apéndices del animal con relación a la cabeza y el tronco. Inicialmente usa una regla e intenta realizar el dibujo del mismo tamaño que el modelo, pero al observar que este no ocupa toda la hoja decide aumentar la escala del mismo, al culminar la elaboración del animal pone algunos objetos que rodean al organismo como árboles, rocas y el suelo.

Aunque a diferencia del proceso riguroso en el que dibujó al alce, a estas características no le dedica mucho tiempo y el detalle en estas es inferior. Al cuestionarle sobre el porqué de esta conducta Ana responde que *“Lo más importante para mí es el alce, no lo que lo rodea”*, con respecto a esta respuesta se le indaga nuevamente *¿No crees que los objetos que rodean al alce pueden brindar información sobre su hábitat y como se relaciona con él?* A lo que responde observando la imagen que *“creo que sí, yo diría (señalando la imagen del álbum) que este animal vive en el campo, porque necesita mucho espacio para correr, ¡aquí solo se ve un árbol!”*. En este caso, se puede evidenciar nuevamente cómo la imagen está cargada de información que en algunos casos no es evidente. Solo cuando se introducen nuevas interpretaciones, el observador la incorpora y la dota de significado.

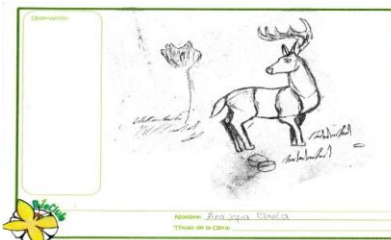


Ilustración 19 Dibujo de alce desarrollado en la sesión 2.

Por otro lado, el camaleón desarrollado por Juan (9 años) muestra una característica nueva sobre la imagen. En este ejemplo, la imagen original en la que se basa le brinda herramientas para representar una relación que el estudiante ya ha estructurado sobre el animal, para él la coloración y el lugar donde se encuentra el animal muestran características de su comportamiento, “*El camaleón está camuflándose en el pasto, pasando lentamente en una rama para no ser detectado*”. Aunque la intención de esta sesión no era observar este tipo de relaciones sino la proporción, se ve que los niños empiezan a mostrar características del entorno. Entonces la imagen se configura más allá de lo visual y se establece como parte de la construcción de conocimiento, donde a través de ella se pueden abstraer los conceptos construidos por el sujeto y las asociaciones establecidas entre ellos.

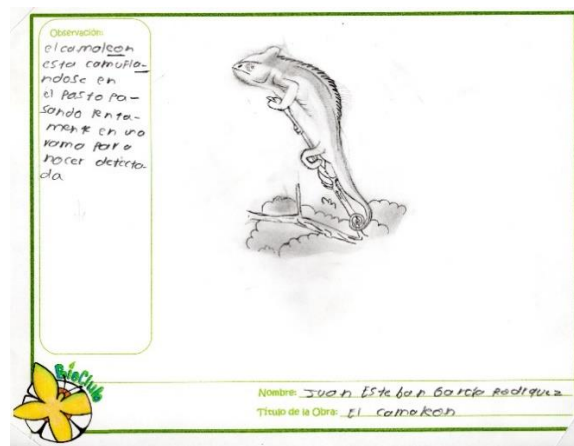


Ilustración 20 Dibujo de Camaleón desarrollado en la sesión 2

En la segunda parte de la sesión se realiza una práctica sobre la fotografía, en este caso lo que se busca es que los estudiantes usando los planos explicados en la cartilla muestren la ejecución de estos en por lo menos dos fotos. Al igual que en la sesión anterior el mayor interés de los estudiantes se da hacia la fotografía de flores, especialmente por tomar las estructuras internas de la flor, con incluso acercamientos a las estructuras sexuales. Algunos estudiantes empiezan a desarrollar preguntas sobre la forma, disposición e incluso la coloración de las mismas.

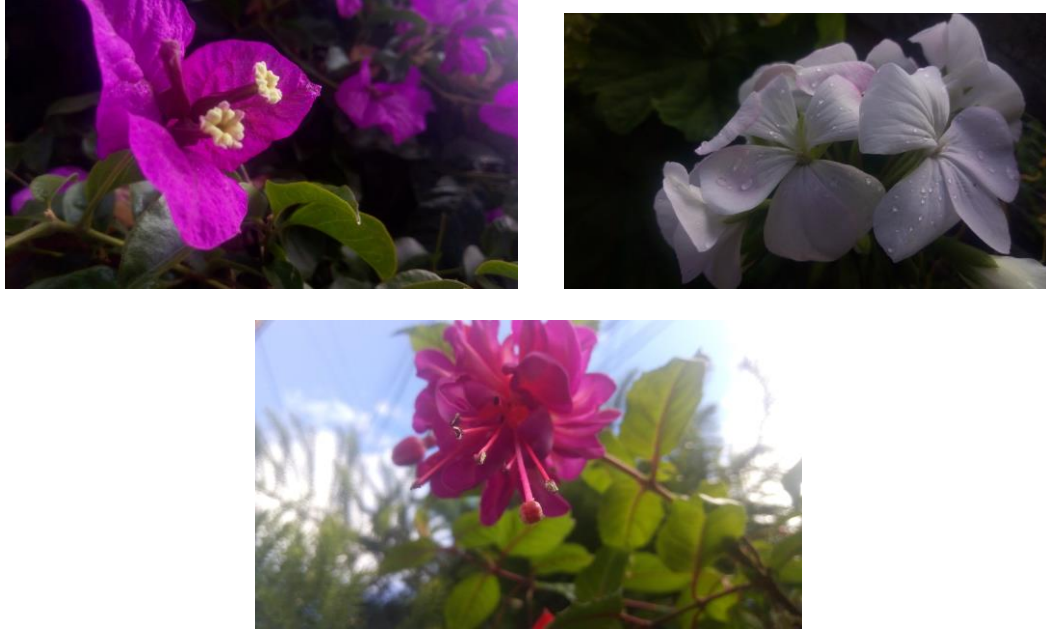


Ilustración 21 Fotografías de flores tomadas en la sesión 2.

Esta actividad muestra la necesidad y el interés del desarrollo de un laboratorio donde los estudiantes tengan la posibilidad, a través de microscopios o estereoscopios de observar las estructuras florales de algunas de las plantas que se encuentran en las jardineras de la institución. Indirectamente esta actividad empieza a diagnosticar algunos conceptos previos sobre la temática, por ejemplo, la existencia de estructuras que inicialmente se presentan en diferentes formas pero que al parecer tienen una función similar. Karen (9 años) en una conversación que se desarrolla durante la actividad dice que *“estas dos flores tienen en la punta el mismo polvito blanco”*, Los estudiantes muestran ciertos conceptos previos sobre la morfología floral. Aunque no se refieren a las estructuras con sus nombres científicos, se evidencia que existen estructuras que no pueden ser identificadas al ojo humano y es necesario el uso de equipos tecnológicos y de técnicas visuales para su observación.

Durante la tercera sesión denominada **El asombroso poder del color**. La mayoría de estudiantes realiza ilustraciones poniendo un mayor detalle en los pequeños rasgos de la cobertura exterior. Uno de los ejemplos que muestra lo anterior, es la imagen elaborada por Diego (8 años), nuevamente basándose en

una imagen de un libro. En ella, intenta a exaltar la forma y disposición de las plumas de un águila, se acompaña con una charla con el profesor sobre los tipos de plumas y la relación entre la posición y tamaño de la pluma con la función.

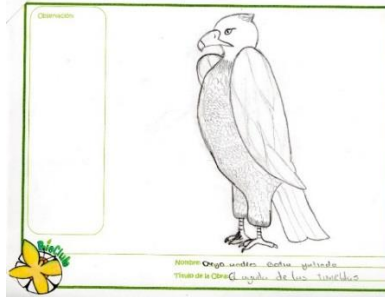


Ilustración 22 Dibujo de águila desarrollado en la sesión 3

En este caso, nuevamente a través de la imagen, se podrían establecer relaciones en donde mediante el detalle se mostraran estructuras co-relacionadas, para este ejemplo, entre el tamaño de la pluma, su dureza y la función, es decir que para el estudiante, las plumas de las patas, pecho o cabeza no intervienen directamente en el vuelo, mientras las ubicadas en las alas y cola sí lo están, de la misma forma los detalles del pico o de las patas le pueden brindar al estudiante herramientas para entender las características de ave rapaz.

En la ilustración de un conejo lograda por Juan E. (10 años), una de las características esenciales tiene que ver con las percepciones que ha podido experimentar. “Sé que son muy suavitos, por eso quiero que parezca suave”. En este caso el estudiante muestra uno de los elementos fundamentales en la construcción de explicaciones donde la experiencia hace parte de la consolidación de un discurso.



Ilustración 23 Dibujo de conejo desarrollado en la sesión 3

En la sesión N°4 denominada **Capturando el movimiento**, se trabaja en la primera parte de la clase frente al lugar del observador con relación al ángulo y posición del objeto que se va a dibujar. Para ello, se les pide que busquen un insecto e intenten plasmarlo a partir de una de las vistas ortogonales explicadas en la sesión. Durante la actividad se observa que los estudiantes empiezan a combinar elementos vistos en clases anteriores, es el caso del proceso de elaboración de la ilustración de Juan P. (7 años), el cual dibuja una mariposa teniendo en cuenta características de la forma de las alas, las líneas generadas sobre estas, las antenas y su proporción con respecto al cuerpo, la terminación del abdomen y algunas líneas que presentan las vellosidades de este.

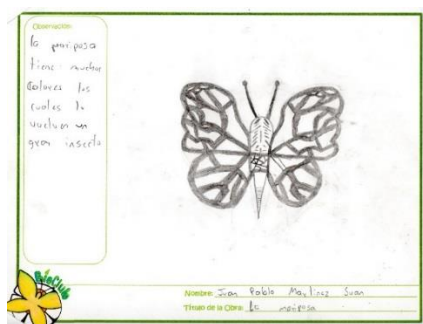


Ilustración 24 Dibujo de mariposa desarrollado en la sesión 4

En la segunda parte de la sesión, los estudiantes debían tomar diferentes fotografías a partir de los distintos ángulos de visión. Para este caso, la mayoría de ellos siguiendo la línea de la actividad anterior, decidieron tomar fotos de insectos.

Algunas de las fotografías obtenidas por los estudiantes muestran la coexistencia de flores e insectos. La foto tomada por Juan (9 años) es de una mosca y una flor. El estudiante comenta que *“La mosca estaba sobre la flor y movía las patas, pero nunca la vi comer polen”* este tipo de afirmaciones muestran que los estudiantes intuyen la existencia de una relación entre los individuos. Para la segunda fotografía tomada por Ana (8 años), re reconoce que la presencia de un insecto

tiene que ver con condiciones ambientales de ese momento y lugar. La estudiante expresa que “*cuando estaba oscuro (nublado) no había encontrado nada y apenas empezó a hacer sol, salieron*”.

En la sesión N°5 llamada **Capturando el tiempo**, se propuso hacer una ilustración teniendo en cuenta una imagen de referencia, pero transformando su movimiento. En este caso, se usa la imagen obtenida por Kevin (8 años) que muestra la representación del movimiento de un león. Aunque inicialmente la transformación del movimiento no se manifiesta a gran escala, para el estudiante es visible que el león puede estar cazando ya que el estudiante explica que el león cambia la posición de una de las patas delanteras: “*ahora está quieto preparándose para atacar*”. Esta actividad refuerza el supuesto del docente acerca de que el trabajo sobre la imagen ofrece elementos que conforman la explicación.

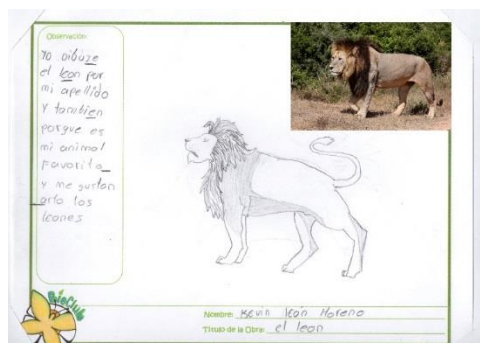


Ilustración 25 Dibujo de león desarrollado en la sesión 5

En la segunda parte de la sesión se desarrollan las actividades del folioscopio y la captura de videos a través de la aplicación de las técnicas *time laps* y *slow motion*. Hasta esta sesión se había mostrado la imagen como un elemento estático y a través de la aplicación de técnicas como las desarrolladas en esta sesión se pueden observar secuencias en el movimiento: Es como una cámara lenta, se puede ver que la abeja llega a la flor, se va hacia dentro, luego sale y sigue con otra” Ana (8 años)

La imagen como parte del discurso puede ser analizada y de ella se pueden extraer elementos que den información frente a las relaciones construidas, por ello se valida el uso de esta en el aula de clase, entendiendo que el maestro puede usarla en el método de enseñanza y como parte del proceso evaluativo del estudiante.



Ilustración 26 Fotografía de estudiante trabajando en la sesión 5

7.2 FASE 2: Adaptaciones morfológicas, un camino hacia la polinización cruzada.

Esta fase se divide en tres sesiones cada una de ellas con el objetivo de estudiar a algunos de los actores que participan en el proceso de polinización. Es decir que estará enfocada a observar las estructuras microscópicas que posibilitan el transporte del polen a través de las estructuras corporales del insecto, pero antes de ello se debe reconocer el tipo de estructuras vegetales que contienen al polen y las que lo reciben posteriormente. A partir de allí, se pretende que el estudiante cuestione la correlación entre las estructuras florales y animales, y cómo esto posibilita una polinización cruzada.

Tabla 3. Fase 1: Adaptaciones morfológicas, un camino hacia la polinización cruzada.

FASE	PROPOSITOS		
Adaptaciones morfológicas, un camino hacia la polinización cruzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los saberes que los estudiantes tienen frente al proceso de polinización y las características de los organismos que participan en dicho proceso. • Introducir la polinización contextualizando el conocimiento de los estudiantes a través de situaciones cotidianas. 		
	SESIÓN	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
	<p>SESIÓN 6: INTRODUCCIÓN AL MARAVILLOSO MUNDO DE LA POLINIZACIÓN. Y SEDUCCIÓN.</p>	<p>SEDUCCIÓN.</p> <p>¿Cómo podemos hablar de la polinización?</p> <p>Las estratagemas⁴⁶ de la seducción.</p>	<p>Actividad N°1</p> <p>Se observa el capítulo “<i>El vuelo de los polinizadores</i>” de la serie Aventuras de los Kratt⁴⁷ y la adaptación “Seducción⁴⁸” del documental ALAS DE VIDA</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otras estrategias usan las plantas para atraer polinizadores? Utiliza ejemplos de tu entorno. • ¿Las plantas y los animales obtienen algún beneficio de

⁴⁶ Estratagema: término acuñado por Charles Darwin en la mayoría de sus trabajos para referirse a las estrategias usadas por las plantas para atraer a polinizadores.

⁴⁷ Aventuras de los Kratt: Es una serie de dibujos animados protagonizadas por dos hermanos que se ven envueltos en varias aventuras conociendo lugares desconocido y conociendo criaturas extrañas. En este capítulo los protagonistas se ven envueltos en varias situaciones donde conocen acerca de la polinización y algunas de las características más particulares sobre este proceso.

⁴⁸ Seducción: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde se muestra cómo la orquídea de balde (*Coryanthes verrucolineata*) atrae con sus olores a una avispa de la tribu *Euglossini* de la Familia Apidae, esta al intentar beber el néctar de la planta cae en un líquido pegajoso que posteriormente sirve para que se adhieran a su dorso los dos sacos polínicos de la flor.

		<p>estos encuentros?</p> <p>Actividad N°2</p> <p>Observar alguna flor y construir una hipótesis sobre la estrategia usa esta para atraer a algún polinizador.</p>
<p>SESIÓN 7:</p> <p>LA FLOR:</p> <p>PUERTA A LA DIVERSIDAD.</p>	<p>LA FLOR</p> <p>Reconocimiento general de la morfología floral y polínica.</p>	<p>Actividad N°1</p> <p>Se observa el cortometraje <i>“Time-Lapse: Watch Flowers Bloom Before Your Eyes”</i>⁴⁹ de National Geographic.</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué similitudes y diferencias puedes encontrar entre todas las flores? • ¿Cómo es el funcionamiento de una flor? <p>Trabajo experimental:</p> <p>Observación microscópica de flores de diversos taxones y de polen de diferentes tipos usando la guía: La flor: puerta a la diversidad (Ver anexo I)</p>
SESIÓN 8:	LOS INSECTOS	Actividad N°1

⁴⁹ Time-Lapse: Watch Flowers Bloom Before Your Eyes: Cortometraje de National Geographic, donde se muestra a través de la técnica del time lapse el florecimiento de varios tipos de flores, lo que permite evidenciar la multiplicidad de formas de las estructuras florales presentes en algunas flores. El video puede encontrarse en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=LjCzPp-MK48>.

	<p>MENSAJEROS DE VIDA.</p>	<p>¿En qué estructuras del insecto se adhiere el polen?</p>	<p>Se observa el documental “Mensajeros de vida⁵⁰” y a través de él se reconocen algunas estrategias adaptativas de los seres vivos.</p> <p>Posteriormente se desarrolla la guía de trabajo que lleva el mismo nombre. (ver anexo II)</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el caso del video se muestra como el abejorro vibra sobre la flor para que el polen caiga sobre su abdomen ¿Qué otros tipos de estrategias usan los polinizadores para tomar el polen y el néctar de las flores? • ¿Qué ventajas tiene que el polen se adhiera al cuerpo del insecto? <p>Trabajo experimental:</p> <p>Se realiza la observación en campo de algún polinizador, como por ejemplo una mariposa, un díptero o un himenóptero.</p>
--	-----------------------------------	---	--

La sesión N° 6 denominada **la introducción al maravilloso mundo de la polinización y seducción**. Inicia con la proyección de la adaptación “Seducción” del documental Alas de vida, en este caso la proyección de dichas escenas se

⁵⁰ Mensajeros de vida: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde se evidencia el proceso de polinización del abejorro (*Bombus* sp.) y la flor de tomate *Solanum lycopersicum*.

presenta bajo dos intenciones. Primero, acercar a los estudiantes a relaciones polínicas específicas, es decir mostrar casos únicos entre polinizadores y plantas que demuestran elementos esenciales de este proceso, para esta primera fase son que algunas adaptaciones morfológicas que presentan flores, insectos o los dos aseguran que no se presente la autofecundación. Y segundo, que el carácter gráfico de un video permite entender la polinización como un proceso, ya que en este documental se usa la técnica del *slow-motion* o cámara lenta de alta velocidad que no solo permite observar más lento los eventos que ocurren, sino que las imágenes obtenidas con esta técnica se presentan en alta definición. Algunas de las respuestas obtenidas durante la sesión se encuentran tabuladas en la siguiente tabla.

Tabla 4 Resultados Sesión 6. Actividad sobre preguntas orientadoras

	PREGUNTAS ORIENTADORAS	RESPUESTAS DEL GRUPO
SESIÓN 6: LA POLINIZACIÓN Y SEDUCCIÓN.	¿Qué otras estrategias usan las plantas para atraer polinizadores? Utiliza ejemplos de tu entorno.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“A las abejas las atrae el color amarillo, por eso debe haber flores amarillas”</i> Karen (9 años) • <i>“Los colores principalmente, pero también el néctar”</i> Ana (8 años) • <i>“Las abejas y las moscas pueden polinizar cualquier flor”</i> Juan E. (10 años) • <i>“Los sabores dulces, por eso buscan el néctar en algunas flores”</i> Juan (9 Años) • <i>“El color y el olor, porque hay plantas que huelen rico y otras feas”</i> Diego (8 años) • <i>“En un documental que vi había una planta que florecía cada año y olía a podrido y así atraía a las moscas”</i> Paula (8 años)
	¿Las plantas y los	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“sí, por que en el documental se ve que la</i>

	<p>animales obtienen algún beneficio de los encuentros que se muestran en el documental?</p>	<p><i>abeja iba a tomar néctar y quedaba atrapada, entonces cuando se salía le quedaba pegado el polen</i>” Diego (8 años)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>“Pues la abeja toma néctar y polen y la planta le pega el polen para que lo lleve a otra flor”</i> Santiago (9 años) • <i>“Las dos se benefician porque una come y mientras tanto ayuda a la planta a llevar el polen”</i> Juan P (7 años) • <i>“Los insectos se mueren atrapados en la flor, porque son carnívoras”</i> Paula (8 años)
--	--	---

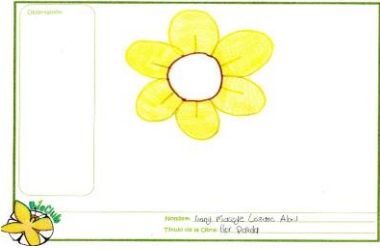

En esta primera actividad se logran identificar algunos aspectos relevantes sobre la polinización, inicialmente organizados bajo tres aspectos: **La coloración, la recompensa y las fragancias**. En el primer caso se establece vínculo inicial entre el color de la flor y la atracción, sin embargo, no se puede establecer cómo los organismos son atraídos por unos colores y no por otros. El segundo vínculo establecido es que el insecto se alimenta de la planta ya sea de polen o de néctar. Se hace evidente que la flor brinda algún tipo de beneficio para asegurar que el insecto la visite y que el insecto ejecuta una serie de acción para extraer el alimento. Se acude a descripción de este mecanismo y a detallar aspectos que usualmente no son observados.

Un procedimiento similar se presenta cuando los estudiantes hablan del olor como mecanismo para atraer a los insectos. Esto podría entenderse con el ejemplo brindado por Paula, donde la *Amorphophallus titanum*⁵¹, es una planta que produce olores fétidos facilitando la atracción de insectos a partir del engaño despidiendo un olor idéntico al de un cuerpo animal en descomposición. En este caso sus polinizadores son insectos carroñeros.

⁵¹ *Amorphophallus titanum*, aro gigante o flor muerto, también considerada como una de las flores más grandes del mundo, produce un olor fétido que atrae a insectos carroñeros que la polinizan.

En la segunda parte de la sesión se desarrolla una actividad que consiste en hacer una ilustración de una flor, de la cual se tiene que dar cuenta de las estrategias usadas para atraer a su polinizador. Los resultados de esta actividad se recopilan en la siguiente tabla.

Tabla 5 Resultados de la sesión 6: Actividad estrategias de atracción

Aspecto	Observación	Ilustración
FRAGANCIA	<p>“Esta margarita atrae a las abejas por medio de su olor” Juan P (7 años). Solamente se identifica el olor, aunque no se establece una relación con los órganos sensoriales del insecto.</p>	
COLORACIÓN	<p>“La planta puede llamar al insecto por los colores que tienen” Ana (8 años). Se identifican las estrategias que usa la flor. Todavía no se logra la descripción de los mecanismos.</p>	
FORMA	<p>La morfología de las flores es representada por unos estudiantes teniendo en cuenta que “Algunas flores tiene formas de insecto” Santiago (9 años), aunque su ilustración no muestra esta característica, si logra ser reconocida como una de las estrategias usadas por las flores</p>	

	para asegurar la polinización es simulando la apariencia del insecto, en la mayoría de casos de la hembra.	
--	--	--

Como se logra ver en la mayoría de las imágenes solo puede dar cuenta perceptiblemente de dos aspectos **color y forma**. En la segunda actividad se incluye **la forma**. Para lograr inferir esto, se hace necesario que el docente exponga algunos ejemplos de modificaciones florales que den elementos a los estudiantes para orientar la observación.

La sesión N°7 denominada **La flor: Puerta de la diversidad**. Comienza con la proyección del cortometraje *“Time-Lapse: Watch Flowers Bloom Before Your Eyes”* de National Geographic, donde se observa el florecimiento de una gran variedad de flores, esto con el fin de generar las preguntas orientadoras que lleven a similitudes y diferentes entre ellas. Las respuestas encontradas durante la sesión se encuentran referenciadas en la siguiente tabla.

Tabla 6 Resultados sesión 7 actividad preguntas orientadoras

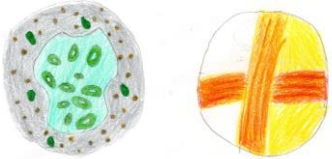
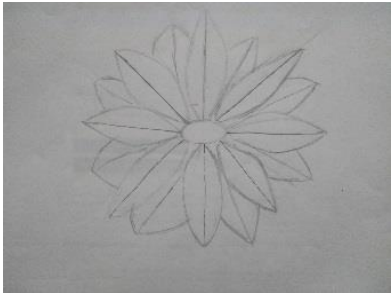
SESIÓN 7: LA FLOR: PUERTA A LA DIVERSIDAD	PREGUNTAS ORIENTADORAS	RESPUESTAS DEL GRUPO
	¿Qué similitudes puedes encontrar entre todas las flores?	<p>“Todas tienen pétalos” Juan P (7 años)</p> <p>“En el centro hay unos filamentos y en la punta todas tienen polen” Paula (8 años)</p> <p>“El tallo de todas es de color verde” Ana (8 años)</p>
¿Qué diferencias puedes encontrar entre todas las flores?	<p>“El color de los pétalos es de diferente, incluso unos tienen manchas” Diego (8 años)</p> <p>“Hay una que tienen por dentro como florecitas más pequeñas” Kevin (8 años)</p> <p>“Los pétalos de algunas parecen alas de mariposa” Ana (8 años)</p> <p>“En el centro no todos los filamentos tienen la</p>	

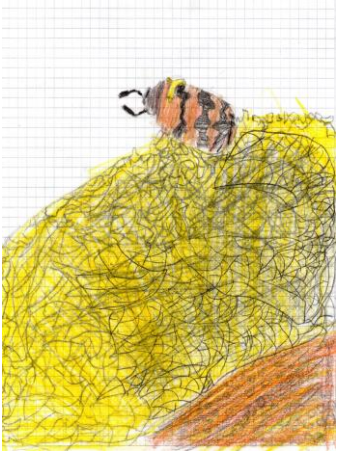
	<i>misma forma</i> ” Kevin (8 años)
--	-------------------------------------

Inicialmente los estudiantes identifican dos estructuras externas presentes en todas las flores, la primera de ella está conformada por un conjunto de pétalos que rodea la totalidad de la flor, pero que a su vez pueden presentar diferentes formas y coloraciones, esta estructura es **la corola** y la segunda que es un poco menos visible y de la cual no se tiene una referencia concreta, incluso asociándola al “tallo” es **el tálamo**. Para esta actividad aún no se brindan elementos que sitúen **el cáliz**, como una parte constitutiva de la flor. Se logra identificar otras estructuras de la morfología interna. Para los estudiantes se hace evidente la presencia de un conjunto de filamentos que se ubican en el centro de la flor y que poseen una estructura redondeada en su punta, es decir **los estambres**, mientras que en el centro de ellos se logra diferenciar uno de esos filamentos que presenta características mucho más robustas y que a su vez posee una estructura diferenciada en la punta, en este caso referenciando **el pistilo**.

Describir estas partes de la flor es una actividad sencilla que con estudiantes de quinto de primaria es importante porque se valida cómo una temática estructurante, en el estudio de varios procesos biológicos. La complejidad creciente en las diferentes temáticas en las ciencias naturales reta al estudiante y al docente a significarlas y que puedan ser la base para el desarrollo de otras. La anterior actividad se refuerza con la práctica experimental, en la que se busca profundizar en la morfología floral y su función. Todas estas observaciones se deben registrar con la ayuda de ilustraciones. Los resultados obtenidos de esa actividad se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 7 Resultados sesión 7: Actividad laboratorio morfología floral

Aspecto	Observación	Ilustración
<p>Microscópico</p>	<p>En la imagen se muestran dos estructuras a la izquierda el ovario donde el estudiante logra observar los óvulos de la planta y a la derecha un grano de polen.</p> <p>Para describir lo que ven se acude al uso de comparaciones con lo conocido “se parecen mucho a las semillas del pasto que se le pegan a uno” Ana (8 años). Esta asociación entre dos eventos biológicos, le permite al estudiante comprender el proceso y para el maestro se presenta como una estrategia que permite la enseñanza.</p>	
<p>Macroscópico</p>	<p>Si bien, las observaciones microscópicas presentan dificultades en el trabajo con niños. Se logran observaciones más detalladas. Se realiza una separación entre las estructuras que llevan el polen (Androceo) y las que tienen los óvulos (Gineceo).</p> <p>Durante la observación se hace</p>	

	<p>referencia en las estructuras que se encuentran ubicadas en la punta del estambre y el pistilo. Para el caso del estambre se referencia a <i>“parece una almohadilla y está toda llena de polen”</i> Diego (8 años)</p>	
<p>Interacción</p>	<p>Un aspecto que emergió de esta actividad, fue lograr la observación de un escarabajo pequeño que se encontraba alojado en una inflorescencia.</p> <p>Que permite preguntar: <i>¿Es decir que ese cucarrón puede polinizar cada una de esas flores?</i> Este tipo de pregunta demuestra que el estudiante a través de una observación también puede problematizar lo que ve y de lo que allí surge le puede brindar elementos que el maestro puede usar para el desarrollo de la temática.</p>	

Para el primer aspecto se reconocen según las observaciones realizadas y en las imágenes construidas, que existe una variedad de formas de polen y con ello se puede plantear las ventajas frente al proceso de fecundación. *¿Los granos de polen difieren de tamaño, qué implicaciones tiene esto en la polinización?, “Hay granos de polen que se ven más gruesos y otros más delgados” responde Karen*

(9 años) Sobre las implicaciones se resalta que *“Tal vez el más ligero puede ser transportado más fácilmente, mientras que el más grueso será más difícil de cargar, incluso se lo podría llevar el viento”* Juan (9 Años), Se reconoce que para algunos tipos de flores se presenta como una posibilidad de polinización, el uso de medios físicos del medio, como el viento, en el caso de la **anemofilia**.

Con la observación al microscopio se profundiza en la estructura, se puede visibilizar en algunas flores la presencia del androceo y el gineceo en la misma estructura floral (flores hermafroditas), ¿Entonces por qué se requiere la presencia de un agente polinizador? *“Se puede ver que las anteras nunca tocan el carpelo, por eso se requiere un animal que las junte”* Juan E. (10 años). Se puede ver que los estudiantes reconocen características en la estructura de la flor y relacionarlas con las estrategias que las plantas han generado con el fin de evitar la autofecundación.



Ilustración 27 Fotografía de los estudiantes en el laboratorio

En la sesión N° 8 denominada **Mensajeros de vida**, se desarrolla la proyección de la edición denominada con el mismo nombre “Mensajeros de vida” del documental Alas de vida, en este caso el capítulo muestra la relación de un abejorro (*Bombus*

sp.) y la flor de tomate *Solanum lycopersicum*. Para esta sesión se trabaja con preguntas orientadoras que lleven a identificar estructuras morfológicas del insecto que intervienen en el proceso de polinización.

De la actividad anterior se puede observar que los estudiantes diferenciaron dos estrategias usadas por polinizadores. La primera estrategia consiste en el uso de piezas bucales especializadas para extraer del fondo de las flores el néctar, por ejemplo *“Las mariposas tienen lenguas muy largas”* Juan P (7 años) y *“El pico de los colibrí les permite sacar el néctar de la flor”* Ana (8 años). En este caso la polinización se presenta como un evento accidental donde la planta aprovecha el encuentro con el polinizador para que este le sirva como vector, es decir que el polinizador indirectamente transporta polen en alguna parte de su cuerpo *“Las abejas se meten en el fondo de la flor y salen untadas de polen”*, de allí se desprende una segunda estrategia, en el cual el organismo se introduce en la flor en busca del nectario y en el proceso queda impregnado de polen, incluso algunas flores se encuentran modificadas para que cuando el organismo se incline sobre ella los estambres bajen sobre la espalda del insecto adhiriendo a ella varios sacos polínicos.

En la siguiente parte de la sesión se solicitó a los estudiantes que desarrollaran una ilustración teniendo en cuenta las estructuras morfológicas que presentaba ese organismo y como dichas estructuras podrían encontrarse especializadas para tomar el néctar o el polen de la flor. Para ello, se les brindó el espacio para que desarrollaran su imagen cerca de alguna de las zonas verdes de la institución o cerca de las materas. Los resultados obtenidos de esta actividad se encuentran tabulados en la siguiente tabla.

Tabla 8 Resultados sesión 8: Actividad ilustración morfología del polinizador

Aspecto	Observación	Ilustración
Ornitofilia	Se desarrolla la ilustración de un colibrí (organismo observado en natura).El estudiante afirma que <i>“este tipo de pájaros puede tomar con su largo pico el néctar de algunas flores que también tienen corolas muy largas”</i> Diego (8 años)	
entomofilia	Las abejas muestra uno de los polinizadores más importantes, no solo por la cantidad de organismos que ayudan en la polinización sino porque ellos pueden estar polinizando varias flores al tiempo <i>“Las abejas son muy peluditas por eso el polen se les pega muy fácil”</i> Paula (8 años)	
Otros tipos de Zoofilia	Existen organismos de mayor tamaño como los mamíferos que también intervienen directamente en el proceso de polinización <i>“¿si las ardillas entierran una bellota eso es polinización?”</i> Juan (9 Años)	

En primer lugar, tanto las imágenes como parte del discurso oral que se presenta las relaciones que los estudiantes establecen, sobre la morfología del organismo y su relación con la planta. Para el caso de la ornitofilia, se encuentra una relación entre la forma del pico y el lugar donde se encuentra disponible su alimento. Para la entomofilia, se evidencian múltiples piezas bucales y estrategias por las cuales pueden obtener su alimento, pero en general la mayoría de ellos tienen vellosidades, lo que asegura que obtengan gran cantidad de polen y finalmente otros tipos de zoofilias, donde además se pueden encontrar a los mamíferos.

En esta sesión es mucho más fácil encontrar relaciones, tal vez para los estudiantes es más fácil observar la intención del polinizador de acercarse a la planta para adquirir algún beneficio, que la estrategia que toma la planta de esperar la llegada de un vector que le permita transportar su gameto sexual. De la misma forma es más fácil para los estudiantes reconocer que las estructuras bucales o corporales del insecto le ayudan en su interacción con la flor, pero no que las estrategias usadas por las plantas le ayudan a atraer al organismo, aunque con ello no se quiere hacer interpretar una causalidad, si se evidencia que existe una correlación entre ellos.

7.3 FASE 3: Ecología de la polinización. Relaciones entre especies y con el entorno.

La tercera fase se enmarca en el desarrollo de la polinización cruzada, como un proceso en el que participa algún animal en la fecundación de una planta con flores, lo que da lugar a una estrecha relación entre la morfología de estas y su polinizador (Gola, 1965). A partir de la descripción de los encuentros entre plantas y animales, se establecen bases conceptuales para la construcción de las diferentes relaciones existentes entre estos organismos, tales como ciclos de vida, alimentación, refugio y otros “servicios ecosistémicos” que se ofrecen mutuamente. Con base en lo anterior, las actividades que conforman esta fase, pretenden dar elementos para que los estudiantes construyan algunas

explicaciones frente a las relaciones existentes entre los organismos que participan de la polinización.

Tabla 9. Fase 3: Ecología de la polinización: Relaciones intraespecíficas y con el entorno.

PROPOSITOS			
FASE	<ul style="list-style-type: none"> • Observación y construcción de las relaciones planta-animal que proliferan alrededor de la polinización. • Construcción de relaciones a partir de la observación del ciclo de vida de los insectos en correspondencia con el ciclo de vida de las plantas hospederas. 		
	SESIÓN	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Ecología de la polinización: Relaciones inter-específicas y con el entorno.	SESIÓN 9: VÍNCULO DE AMOR.	MARIPOSARIO Montaje y elaboración del mariposario escolar.	Actividad N°1 Observación de edición del documental “ <i>Vínculo de amor</i> ⁵² ” Alas de vida.
			Preguntas orientadoras: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué explicación podrías plantear al hecho de que las flores de los cactus sean visitadas por los murciélagos en la noche específica en la que abren? • ¿Consideras que el cultivo de cactus hecho por los humanos es un tipo de polinización? Actividad N°2

⁵² Vínculo de amor: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde se muestra la relación entre el cactus de la flor de Pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) y el Murciélago (*Choeronycteris mexicana*) en el desierto de Sonora.

			<p>Se hace el estudio del ciclo de vida de la mariposa de la col (<i>Leptophobia aripa</i>) y la planta capuchina (<i>Tropaelum majus</i>).</p> <p>Trabajo experimental: Elaboración de un <i>Time laps</i> o <i>Slow motion</i> donde se vincule el ciclo de vida de la mariposa de la col. Desarrollo de actividad del taller Mensajeros de Vida.</p>
<p>SESIÓN 10: AMOR ETERNO.</p>	<p>RELACIÓN INSECTO-FLOR</p> <p>Identificación y representación de las múltiples relaciones entre los ciclos de vida planta-animal.</p>	<p>Actividad N°1</p> <p>Observación de la edición “<i>amor eterno</i>⁵³” del documental Alas de vida.</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otro ejemplo conoces en el que una planta y un polinizador generen relaciones tan específicas como el de la mariposa monarca y la asclepia? • La asclepia es considerada una mala hierba en los E.U., debido a que es la causante de enfermedades en bovinos, si estas plantas fuera erradicada 	

⁵³ Amor eterno: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde se muestra la relación entre la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) y su planta hospedera la Asclepia.

¿Qué crees que pasaría con la mariposa Monarca?

Actividad N°2

Elaboración de un cuento del cómo sería el proceso de polinización de una mosca y una flor. Desarrollo de la actividad del taller Mensajeros de Vida.

Para la ejecución de estas sesiones se hace necesario la construcción de un mariposario tipo invernadero, en el cual se lleva a cabo el desarrollo del ciclo de vida de la mariposa de la col y la planta capuchina. La estructura de este invernadero fue elaborada por los docentes, con tubos Conduit y plástico de invernadero con filtro UV. Las dimensiones de la estructura son de 4 metros de largo por 2 metros de ancho y con una altura aproximada de 1.70 metros, dentro de la cual se encuentran acondicionadas las plantas de capuchina con diferentes ejemplares de la mariposa de la col. Los especímenes de mariposa se encontraban en diferentes estadios de desarrollo.



Ilustración 28 Fotografía estructura del mariposario.

Para apoyar las explicaciones sobre el ciclo de vida de la mariposa también se desarrolló un montaje móvil tipo pecera, el cual estaba elaborado con acrílico de 0,5 cm de espesor. En la base del mismo se dispuso tierra negra y se realizó la

siembra de tres plantas de capuchina. En el montaje en cada una de las plantas se encontraban ejemplares de la mariposa de la col, respectivamente en los estadios de huevo, larva y pupa.



Ilustración 29 Fotografía de los estudiantes trabajando con el mariposario móvil

Cabe destacar que esta actividad fue fundamental para la transformación de las prácticas del docente, debido a que es importante que el maestro establezca espacios apropiados desde el diseño y para la aplicación de su clase, pues esto le permitirá salir de las prácticas tradicionales y le proporcionará elementos que le permitan incidir en las construcciones de sus estudiantes. Por ejemplo, el mariposario, sirvió para reconocer que los niños a través de este tipo de actividades presentan actitudes de motivación frente a los procesos biológicos. Además, se traslada el conocimiento teórico al entorno de los estudiantes donde a través de la experiencia concreta se media entre lo que percibe, lo que consulta y lo que piensa. Observar la eclosión del huevo para dar paso a la oruga, la formación de la pupa o la transformación de larva, puede constituirse en una experiencia contundente para transformar el objeto de conocimiento.

La sesión N° 9 denominada **Vinculo de amor** inicia con la proyección de la adaptación “Vinculo de amor” del documental Alas de vida, donde se abordan relaciones de co-dependencia entre los ciclos de vida del murciélago (*Choeronycteris mexicana*) y la flor de Pitaya (*Stenocereus queretaroensis*), aquí se cuestiona con ayuda de las preguntas problema, cómo se puede interpretar los

eventos casi sincrónicos que se presenta entre la floración del cactus y el nacimiento de las crías del murciélago, suceso que obligan a las hembras a ir en búsqueda de alimento. Para este caso, el desierto de Sonora cuenta con pocas fuentes de alimento, siendo uno de los más nutritivos el néctar que ofrece la flor de pitaya, que es aprovechada en una única visita que hace el quiróptero. Las respuestas obtenidas por parte de este grupo durante las discusiones de la sesión se encuentran sistematizadas en la siguiente tabla.

Para la primera pregunta se puede ver que los vínculos entre pitaya - murciélago son una mera coincidencia, no se logra plantear las relaciones complejas, tal vez porque hay carencia de conocimientos básicos en torno a la temática, es decir que el marco de referencia que guía la construcción de la explicación, no permite desarrollar las operaciones mentales que posibiliten la transformación de la realidad que el sujeto está observando.

En otra situación, se pueden evidenciar algunas estrategias que usan las plantas para atraer a los insectos, como el olor que expide la planta y se establece en un mecanismo importante para el de proceso de polinización. Tal es el caso de *Juan E. (10 años)* quien afirma que *“De pronto las flores generan un olor que permite que el murciélago sepa”* hablando del porque los murciélagos se acercan al cactus en un momento específico. En cuanto al proceso de polinización específicamente, el estudiante formula una hipótesis frente a las estrategias que usan las plantas para favorecer el transporte polínico por medio de la participación de animales, y es válida en cuanto se relaciona con la temática trabajada en sesiones anteriores donde se abordan diferentes métodos por medio de los cuales las plantas “engañan” a los animales para lograr que estos transporten su polen a cambio de beneficios como el alimento (néctar u otros) o el engaño (color de sus pétalos u olores llamativos).

Adicionalmente, reconocen que hay una relación importante entre el cactus y el murciélago que beneficia al mamífero, sin embargo, ninguno establece explícitamente un beneficio para la planta, por ejemplo *“que los murciélagos*

adsorben el néctar de las flores para que al otro día se mueran las flores” (Karen, 9 años & Paula 8 años), aquí se muestra que se entiende por polinización únicamente el beneficio obtenido por el animal, lo cual no se relaciona con el transporte de polen, es indispensable para el maestro generar estrategias en donde profundice en los beneficios obtenidos por la planta y lo importante que es para su supervivencia la visita del murciélago durante la época de floración y posterior época de frutos.

Las respuestas brindadas para la segunda pregunta muestran algunos imaginarios erróneos. Se entiende que como el humano no toma algo de la flor, néctar o polen, no desarrolla necesariamente polinización, es decir, sólo aquel organismo que va a la flor en busca de algún beneficio y recoge el polen de manera accidental, es el que interviene en el proceso, *“No, porque los humanos no se pueden untar de polen para transportarlo” Karen (9 años)*. Se considera que la polinización implica necesariamente la dispersión del polen por todo el cuerpo del organismo para ser transportado y que la polinización se encuentra relacionada como parte del proceso de cultivo y germinación de una semilla, *“No, porque no llevan el polen a otra flor solo la cultivan.” Santiago (9 años)*. En este punto, el maestro debe reconocer el error como una posibilidad de profundizar para ampliar el marco de referencia, lo que puede estar razonado no sólo con la polinización, sino también con la dispersión de semillas y como estos procesos son indispensables para el sostenimiento de los ecosistemas.

En la segunda parte de la sesión se llevó acabo la elaboración de varios videos bajo la técnica del *time lapse*. Según las tendencias de los estudiantes frente a algunas situaciones que se dan durante el ciclo de vida de la mariposa de la col en interacción con la capuchina se conformaron unos grupos de preferencias.



Ilustración 30 Fotografías de los videos del ciclo de vida de *Leptophobia aripa*

El primer grupo que logramos ubicar está en el trabajo realizado por Juan (9 años) y Santiago (9 años) quienes a través de su video querían registrar la larva saliendo del huevo. Dicha inclinación surge después de la observación realizada al inicio de la sesión, estos estudiantes se percatan de los diferentes tamaños que se presentan entre las orugas, incluso estableciendo una relación entre su tamaño y la edad *“estas larvas son más jóvenes y estas son las adultas”* Santiago (9 años), aunque para Juan (9 años), la relación se da por la alimentación *“No, es por lo que comen muchas hojas, mire como están las matas”*. En este punto los estudiantes lograr percibir un cambio morfológico en el organismo, aun sin mirar la metamorfosis, pero sí reconocen el crecimiento de la larva, relacionándolo con la alimentación y el número de días en el estadio. Partiendo de esta motivación inicial, los estudiantes deciden realizar tomas de las larvas en diferentes tamaños, para construir su filmación.

El siguiente grupo parte de la observación del capullo o pupa, antes de su formación y durante la duración del organismo en esta etapa. Inicialmente, las niñas se inclinan en por qué se genera un cambio de coloración en la pupa. Por ejemplo,

- Ana (8 años), *“mire hoy se ve más oscura y se está moviendo”*
- Paula (8 años) *“Se está pudriendo, por eso se pone de ese color (expresiones de desagrado)”*
- Karen (9 años) *“No, está muerta o si no, no se movería”*

Las estudiantes se preguntan sobre las transformaciones por las que debe pasar la larva para convertirse en capullo y luego en mariposa. Aquí se observan aspectos relacionados con la metamorfosis, pero no se describe el proceso como tal, por ello las estudiantes deciden elaborar un video que permita visibilizar algunos de los cambios por los que cambia el capullo.

El tercer grupo se presenta, durante las observaciones en el mariposario, donde dos estudiantes encuentran una exuvia posada en el plástico del invernadero. En este caso Juan P (7 años) le dice a Kevin (8 años) *“Mire, aquí dejo la piel”* a lo que este último responde *“Profe mire esta pupa se explotó”*. En este caso, el docente intervino para explicar que los insectos no poseen un esqueleto interno como los humanos, sino externo, por lo tanto, para que se dé crecimiento en el organismo este debe mudar de esqueleto. Para la liberación de la mariposa, la exuvia se rompe y es abandonada como en el caso de las otras capas protectoras. A partir de esta conversación entre los estudiantes y el docente, estos deciden realizar la captura del rompimiento de la exuvia y posterior liberación de la mariposa.

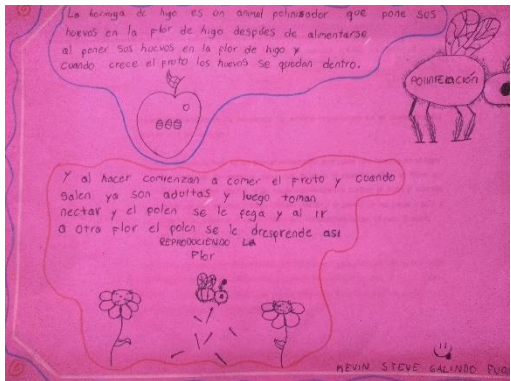
El último grupo se refiere a como las condiciones ambientales afectan las dinámicas de las mariposas. Partiendo de las condiciones en que las alas de las mariposas se presentan justo después de que esta sale de la pupa. Esta situación fue vivida por dos estudiantes, quienes se encontraban al pendiente de los individuos del mariposario móvil, dicen que: Juan E (10 años) *“la mariposa sale con las alas mojadas y con el sol se le van secando”*, Diego (8 años) *“¿y entonces si llueve? ¿no pueden volar?”* Ahora pareciera que intentan relacionar los efectos ya conocidos por ellos, de la lluvia o del sol para explicar lo que ven, Se establece una relación de causalidad lineal que corresponde con formas concretas del conocimiento. Los estudiantes, a través del video muestran cómo se presentan el despliegue de las alas de la mariposa luego de que esta se libera de la exuvia.

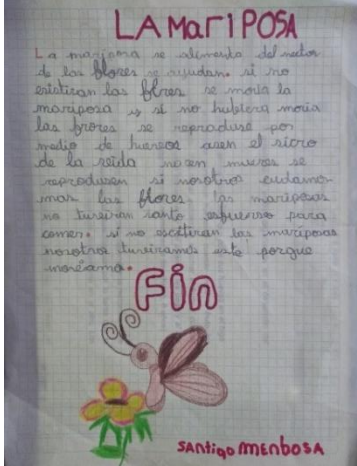
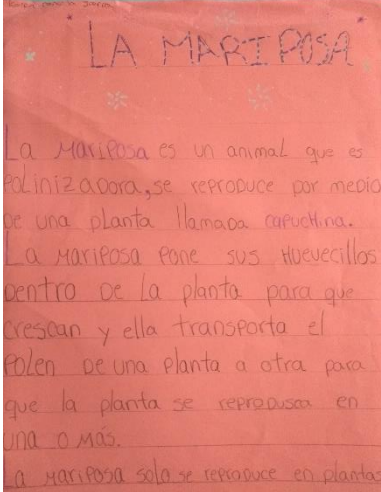
De los grupos de preferencias encontrados durante el desarrollo de esta actividad se hace evidente que una de las dificultades para que los estudiantes logren percibir adecuadamente el cambio presente en el ciclo de vida de la mariposa de

la col y su relación con la polinización de la capuchina son los espacios determinados para la observación, pues estos estaban establecidos únicamente durante las sesiones de trabajo, razón por la cual aspectos que podían ser importantes para construir una explicación frente al proceso, seguramente eran pasados por alto o desapercibidos, en este sentido, el video y el *time lapse*, entre otras alternativas de captura de video, se configuran como estrategias importantes para que los estudiantes logren vivenciar que los procesos biológicos no son secuenciales sino progresivos, es decir, que el diseño de la propuesta de aula contribuyó en que los estudiantes lograran ver, en algún punto, el desarrollo y no lo resultados, pues en este caso, la imagen visual, no solo permite representar el concepto sino entender la totalidad de él.

La sesión N° 10 denominada **Amor eterno** inicia con la proyección del corto “Amor eterno” del documental Alas de vida, en este caso a través de preguntas orientadoras se busca que los estudiantes puedan reconocer los aspectos fundamentales que existen en la relación de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) y la planta hospedera (*Asclepia sp.*). Analizando cómo se encuentran sincronizados los procesos reproductivos de las dos especies y teniendo en cuenta factores ecológicos como la migración y la intervención del hombre en la deforestación de la planta.

Tabla 10 Resultados sesión 10 Actividad ciclo de vida planta-animal.

<p>SESION 10:AMOR ETERNO.</p>	<p><i>La Avispa de higo es un animal polinizador que pone sus huevos en el higo. Después de alimentarse pone sus huevos y cuando crece el fruto los huevos quedan dentro. Y al nacer comienzan a comer el fruto y cuando salen ya son adultas y luego toman néctar y el polen se les pega y al ir a otra flor el polen se le desprende y así reproducen la flor.</i></p> <p>(Kevin, 8 años)</p>	
--------------------------------------	---	--

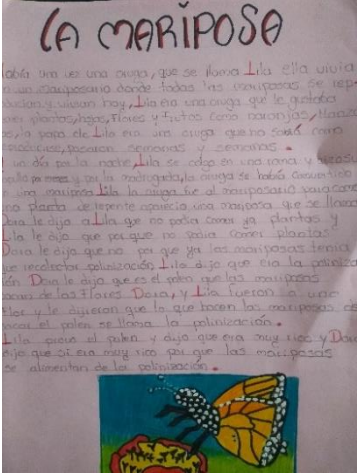
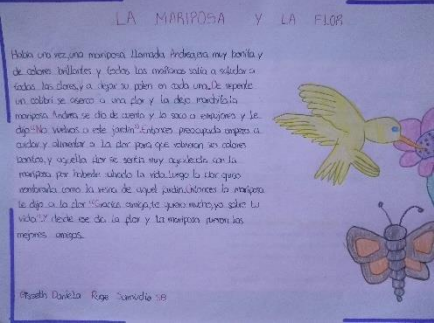
<p><i>La mariposa se alimenta del néctar de las flores se ayudan. Si no existieran las flores se moriría la mariposa y si no hubiera [la mariposa] moriría las flores. Se reproducen por medio de huevos [la mariposa] hacen el ciclo de vida. (Santiago, 9 años)</i></p>	
<p><i>La mariposa es un animal que es polinizado, se reproduce por medio de una planta llamada capuchina. La mariposa pone sus huevecillos dentro de la planta para que crezcan y ella transporta el polen de una planta a otra para que la planta se reproduzca en una o más. La mariposa solo se reproduce en plantas de ciertas especies. (Karen, 9 años)</i></p>	

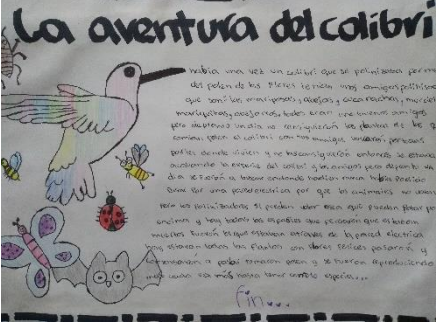
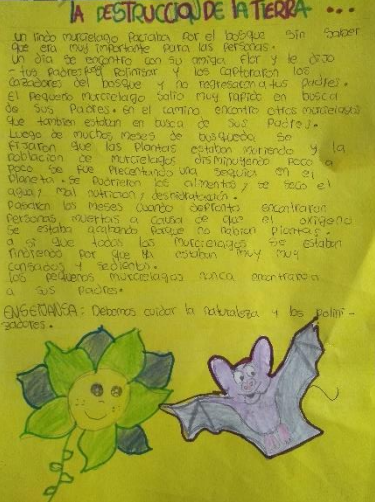
Para esta sesión se hace evidente que los estudiantes han incorporado los estudios y las observaciones de los diferentes casos presentados en esta propuesta de aula para abordar las relaciones existentes entre organismos y los procesos polínicos. Por ejemplo, en la primera pregunta se evidencia que los estudiantes asemejan las relaciones presentes entre la mariposa de la col y la capuchina con las relaciones entre la mariposa monarca y la asclepia, resaltando que en el proceso no solo se lleva a cabo el transporte de polen, sino que hay una estrecha necesidad de la presencia de ambos organismos en el desarrollo del ciclo de vida de cada uno. Así construyen una generalización de un proceso que se lleva a cabo por un grupo de organismos. En la construcción de explicaciones generalizar es importante porque da elementos para explicar situaciones comunes y no particulares, de esta manera el sujeto entenderá las condiciones generales que posibilitan el evento. A partir de allí se logra comprender que existe una

dependencia recíproca entre organismos que han llegado a este nivel de especificidad, por lo tanto, la pérdida o afectación de alguno de ellos repercute directamente en el otro.

En la segunda parte de la sesión se les pide a los estudiantes que hagan un cuento sobre cómo se desarrolla el proceso de polinización, con el propósito de sintetizar en un escrito los elementos que han logrado decantar de todo el proceso. Los resultados obtenidos de esta actividad se encuentran sistematizados en la siguiente tabla:

Tabla 11 Resultados sesión 10 Actividad cuento sobre polinización

	Observación
	<p>Ciclo de vida:</p> <p><i>Lila era una oruga que no sabía cómo reproducirse, pasaron semanas y semanas y un día Lila se colgó de una rama e hizo su capullo y por la madrugada la oruga se había convertido en una mariposa. (Diana, 9 años)</i></p> <p>En este caso, la estudiante muestra que conoce parte del ciclo de vida del animal y que este implica unos cambios en su morfología, resalta la transformación de la oruga a capullo y luego mariposa. También está implícito en el texto que existe un cambio de alimentación de la oruga a la mariposa.</p>
	<p>Competencia por el recurso:</p> <p><i>Había una vez una mariposa llamada Andrea, era muy bonita y de colores brillantes, y todas las mañanas salía a saludar a todas las flores y a dejar su polen en cada una. De repente un colibrí se acercó y la sacó a empujones y le dijo no vuelvas a este jardín. (Giseth, 8 años)</i></p> <p>A través de este texto se identifica que el estudiante reconoce la existencia de varios polinizadores y la competencia presente entre ellos por los beneficios</p>

	<p>que ofrece la planta.</p> <p>Transporte de polen de una flor a otra:</p> <p><i>Había una vez un colibrí que polinizaba por medio del polen de las flores, tenía unos amigos polinizadores que son: las mariposas, abejas, cucarachas, murciélagos, mariquitas abejorros, todos eran buenos amigos. (Luisa, 9 años)</i></p> <p>La estudiante al nombrar varios de los polinizadores implícitamente resalta características que comparten para poder realizar el proceso, aunque pertenezcan a grupos de animales distintos, todos están relacionados de alguna manera con una planta y morfológicamente tienen similitudes. De la misma forma, posiblemente, reconocen la labor de transferencia de polen como una característica común.</p>
	<p>Problemas ambientales:</p> <p><i>(...) luego de muchos meses de búsqueda se fijaron que las plantas se estaban muriendo y la población de murciélagos disminuyendo poco a poco, se fue presentado una sequía en el planeta, se pudrieron los alimentos, se secó el agua, malnutrición y deshidratación. Pasaron los meses cuando de pronto encontraron personas muertas a causa de que el oxígeno se estaba acabando porque no había muchas plantas. (Lizeth, 10 años)</i></p> <p>La estudiante muestra como en algunas historias el hombre tiene relación directa con el deterioro del ecosistema de estos organismos al punto de extinguirlos y afectarse a sí mismo.</p>

Al finalizar se puede establecer que los estudiantes identifican algunos de los elementos presentes en las dinámicas de polinización, aunque hizo falta reconocer muchas de las relaciones que los estudiantes presentan en sus cuentos, que mostrarían la totalidad de la red semántica que han construido frente a la temática, esto se presentan como una posible carencia de el enfoque que tiene la propuesta

de aula, debido a que al plantear visualizar la polinización (megaconcepto) como un eje abarcador de relaciones, lo que no permite centrarse en una de esas relaciones específicas y puntualizar sobre los elementos que se estructuran alrededor de ellas, a través de las redes de significado producidas por los estudiantes.

7.4 FASE 4: Diversificación en la polinización una muestra de la evolución.

Se presenta una cuarta fase teniendo en cuenta la última conclusión de Singer (2009), la cual expresa que la polinización cruzada plantea beneficios como la diversificación y las adaptaciones morfológicas variadas (Darwin, 1862), se pretende visibilizar a las flores como referentes para el estudio de la biodiversidad y la evolución, haciendo un recorrido histórico por las diversas estrategias desarrolladas por estas en pro de su reproducción, pasando por las plantas gimnospermas hasta estrategias más eficaces como el desarrollo de semillas y plantas con flores.

Tabla 12. Fase 4: Diversificación en la polinización una muestra de la evolución

PROPOSITOS			
FASE	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer explicaciones frente a la adaptación de estructuras en las plantas e insectos y como esto contribuye con la radiación adaptativa. • Identificación de las diferentes estrategias de depredación presentes alrededor de la polinización. • Representación de algunas estrategias de depredación haciendo referencia a los camuflajes, engaños y otros mecanismos utilizados por los depredadores 		
	Diversificación en la polinización	SESIÓN SESIÓN 11: Del Botón	ACTIVIDADES CO-EVOLUCIÓN

una muestra de la evolución.	prehistórico a la floración de la diversidad.	Hacer un recorrido por las estrategias reproductivas de las plantas, y cómo éstas involucran polinizadores de diversas clases.	<p>llamada “<i>Botón Prehistórico a la floración de la biodiversidad</i>”⁵⁴ del documental Alas de vida.</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué aspectos afectarían la relación entre animal-planta en el proceso de polinización • ¿Por qué la flor ha sido una estrategia eficaz en la reproducción de las plantas? <p>Salida de Campo “Relleno Sanitario Doña Juana: Observación de diversas características ambientales de la zona, insectos polinizadores bio-indicadores de ecosistemas perturbados y de plantas invasoras. (Ver anexo III)</p>
	SESIÓN 12: Los peligros de amar.	<p>MULTIPLES RELACIONES</p> <p>Depredadores de polinizadores. Peligros detrás de la polinización.</p>	<p>Actividad N°1</p> <p>Proyección de la edición llamada “<i>Los peligros de amar</i>”⁵⁵ del documental Alas de vida.</p> <p>Preguntas orientadoras:</p>

⁵⁴ Del botón prehistórico a la floración de la biodiversidad: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde se muestra la evolución de las plantas con flores tomando como ejemplo la *Magnolia grandiflora*.

⁵⁵ Los peligros de amar: Adaptación del video documental de Disney Nature, donde el autor nos muestra diferentes estrategias usadas por algunos depredadores de polinizadores para alimentarse u obtener diferentes servicios ecosistémicos e interviniendo en el proceso de la polinización.

- Reconociendo las características físicas de la mantis orquídea (*Hymenopus coronatus*) ¿qué ventajas tendría para este animal camuflarse asemejando la apariencia de una flor?
- ¿Qué pasaría si el color, de la flor de esta especie de orquídea a la que imita la mantis cambiara?

La sesión N° 11 denominada **Del botón prehistórico a la floración de la diversidad**, busca identificar algunos de los aspectos evolutivos que potencian las relaciones polínicas que se ha logrado establecer. La sesión inicia con la proyección de la adaptación “*Del botón prehistórico a la floración de la diversidad*” del documental “*Alas de vida*”, para este caso se muestra como dos estrategias evolutivas de reproducción vegetal han logrado consolidar al grupo más grande de plantas.

Aunque las actividades fueron adaptadas para su aplicación, el diseño en su totalidad no tuvo en cuenta el marco de referencia posible de los estudiantes en que fue aplicado, por lo tanto no se reconocieron conceptos relacionados con la evolución y estrategias de adaptación, lo que generó que los resultados obtenidos no contribuyeran con el trabajo de profundización, sin embargo, se debe señalar que es importante reestructurar en todos los casos las actividades de enseñanza con base en las necesidades de los estudiantes, pues es responsabilidad del docente autoevaluar sus prácticas y la forma de enseñar.

La segunda parte de esta sesión fue estructurada en la salida de campo al relleno sanitario doña Juana. Desde este espacio se realizó con los estudiantes del

colegio Miravalle una contextualización de las problemáticas ambientales de la localidad. Con este fin fueron identificadas las ladrilleras, la posición del relleno e incluso la ronda del río Tunjuelo. Estas relaciones de carácter antrópico también afectan el proceso de la polinización, pues, para entender estas dinámicas es importante situar al sujeto frente a una realidad y hacerlo participe de la misma.

Durante la salida al barrio el Mochuelo Alto, se hizo una observación e identificación de focos de contaminación, insectos polinizadores. y especies introducidas (Anexo III). La población es una de las más cercanas al relleno sanitario Doña Juana, y de igual manera, una de las que se ve más afectada por los malos olores y las plagas producto de los malos manejos de la basura en el relleno sanitario.

De las guías de campo se pudo observar que los estudiantes reconocen un cambio drástico en la vegetación con la presencia de zonas de erosión donde *“se ve el pasto amarillo, luego la entrada del relleno y en una pequeña parte perros y vacas, también basura”* Carol (10 años). En el recorrido del colegio Miravalle al colegio Mochuelo Alto se encontraron cerca de 15 ladrilleras o depósitos de ladrillo, sectores de tierra muy áridos, un número importante de monocultivos y el olor procedente del relleno sanitario fue bastante fuerte *“Primero cuando llegamos cambio el olor ¡Oía horrible!, se veía el suelo amarillo”* Santiago (9 años).



Ilustración 31 Fotografía salida de campo al relleno sanitario Doña Juana

Al llegar a la institución se encontraron animales bio-indicadores de focos de contaminación. (Ver anexo III) En el caso de la vegetación, se observaron varios ejemplares de retamo espinoso, planta invasora traída por el acueducto de Bogotá para contrarrestar la erosión del suelo pero que al ser introducida se ha convertido en una planta invasora, los estudiantes también desarrollaron una lista anotada preliminar donde encontraron individuos parecidos a *Ancognatha ustulata*, *Colias dimera* y *Leptophobia eleone*. Sin embargo, la presencia de poca diversidad es un indicativo de un ambiente altamente alterado que muestra efectos negativos por la contaminación del relleno sanitario, “solo se encontraba en las casas, pero no había mucho, no se veían animales, yo creo que por el relleno sanitario que estaba cerca no se encontraban plantas y animales entonces la relación es mala”. Sara (10 años).

La sesión N° 12 denominada **Peligros de amar** inicia con la proyección de la adaptación “*Peligros de amar*” del documental Alas de vida, a través de las preguntas descritas se busca que el estudiante de cuenta de situaciones depredador- presa que también se encuentran ligadas al proceso de polinización.

La actividad de socialización del video, se acompañó de la proyección de una imagen de la mantis *Hymenopus coronatus* a través de la cual los estudiantes relacionaron lo visto en el video y la estrategia adaptativa de este organismo de camuflarse simulando la estructura morfológica de una orquídea.



Ilustración 32 Imagen de *Hymenopus coronatus* proyectada durante la sesión 12. Tomada de <https://alalasinhvavtla.blogspot.com/2017/06/bo-ngua-hoa-lan.html>

Durante la actividad algunos estudiantes reconocen que el camuflaje puede ser una estrategia importante para la obtención de alimento y refugio para algunos organismos, en este caso, organismos que estén vinculados con la polinización, donde los depredadores aprovechan los beneficios ofrecidos por las plantas mimetizándose o camuflándose para alcanzar su presa.

Debido a la deficiencia en el diseño de la propuesta de aula con relación al concepto de evolución, se encontró al igual que en la fase anterior que, no se puede desarrollar una profundización de la temática. Por lo mismo se considera y valida nuevamente que es altamente aconsejable que la propuesta siempre mantenga un grupo focal desde su diseño hasta la implementación del mismo, por lo menos hasta donde las dinámicas de la escuela lo permitan. Es pertinente también que el maestro diseñe actividades adicionales donde propicie experiencias relacionadas a las estrategias adaptativas y de la evolución.

7.5 FASE 5: Un mundo sin polinización

Esta fase se encuentra conformada por la sesión N° 13 denominada **El mundo sin amor**, que busca identificar y reconocer los diferentes servicios ecosistémicos relacionados con la polinización. La sesión inicia con la proyección de la adaptación “*El mundo sin amor*” del documental *Alas de vida*, el cual muestra las dinámicas que afectaría la pérdida de los polinizadores, especialmente de las abejas que son responsables de un gran porcentaje de esta. A través de las preguntas orientadoras se busca que el individuo de cuenta de sus saberes entorno a los beneficios que presentan para los ecosistemas este proceso.

Tras la elaboración de las historietas, se recogen algunas que muestran tendencias de los imaginarios de los estudiantes frente a la situación hipotética de que faltaran los polinizadores en el mundo. Una de las tendencias tiene que ver con la posible pérdida o deterioro de las plantas. Por ejemplo, Paula (8 años) pone en boca de uno de sus personajes “*¿Qué podré hacer? Ya no crecerán árboles*” aunque Paula narra inicialmente en su historia que a partir de la pérdida de las

abejas ocasionaría que se acabe la miel, 20 años más tarde, ya no se dan los procesos de reproducción vegetal que terminan con la pérdida de las plantas.

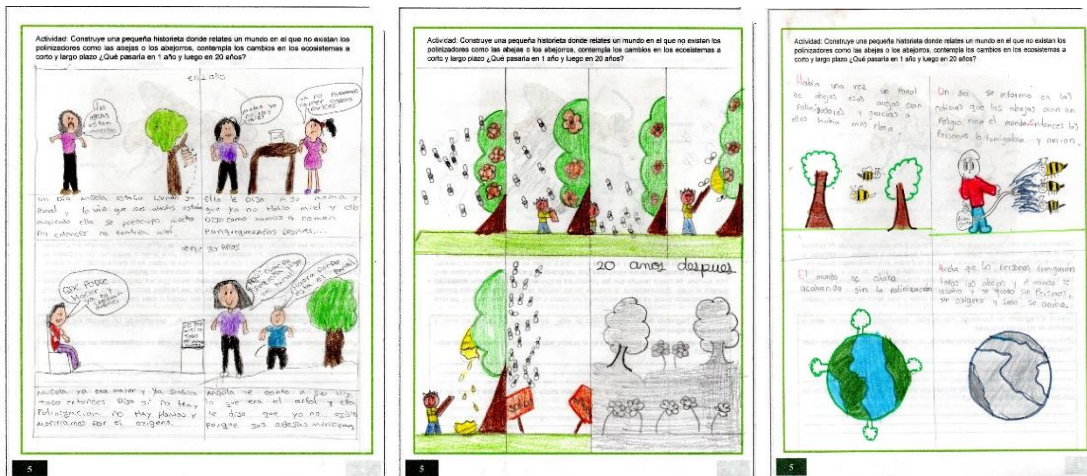


Ilustración 33 Historietas desarrolladas durante la sesión 13

Otra tendencia a resaltar, es la posible pérdida de la diversidad destacada en algunas historietas, por ejemplo, María Fernanda (9 años) dibuja en una secuencia los efectos de la desaparición de las abejas. En un primer momento se afecta a las comunidades del polinizador, luego se evidencia como desaparecen las flores (por falta de polinización) y con ellas las especies vegetales, luego todo el ecosistema se ve reducido, incluyendo la pérdida de otros animales y seres vivos.

Por último, la tendencia que hace referencia al deterioro de los ecosistemas en la mayoría de los casos es presentada como una consecuencia de la actividad humana, en este caso Julián y Laura (8 años) narran que “*Un día se informó en las noticias que las abejas eran peligrosas, entonces las personas las fumigaban y morían (...) hasta que las personas fumigaron todas las abejas y el mundo se acabó, quedó sin personas, sin oxígeno y todo se acabó*”. En el discurso se ve que se reconoce el papel importante de las abejas en el equilibrio de las especies de un lugar y el papel del hombre en la afectación de ese equilibrio. A nivel de las explicaciones se describe un proceso en donde dos causas lineales y sucesivas provocan un efecto, que en este caso es negativo.

Para esta última fase se pueden reconocer las dinámicas que se establecen dentro de la polinización donde esta no solo afecta a su polinizador o la planta polinizada, sino que a su alrededor se conforma una red de relaciones compleja que da forma a la arquitectura ecosistémica, lo que ocasionaría un efecto secuencial, con la pérdida inicial de algunas pocas especies que dependen directamente de este proceso y posteriormente la pérdida de poblaciones y comunidades completas.

Trabajar el ciclo de vida en una práctica de laboratorio, observar la migración de las mariposas monarcas en un video, analizar las imágenes de un libro de texto e ilustrar la visita de la abeja a la flor a través de un dibujo, un cuento o una historieta; son formas de propiciar la construcción de conocimiento que, aunque, en diferentes formas, adquieren el mismo valor en el aula de clase en la transformación de la imagen de mundo.

8 CONSIDERACIONES FINALES

La enseñanza de la biología, y de las ciencias en general, es un escenario que permite a los sujetos el dialogo permanente entre el saber científico y el cotidiano, pues posibilita que la construcción de explicaciones sobre la realidad se haga tangible. En el aula de ciencias naturales, los estudiantes y el maestro, construyen y de-construyen constantemente su imagen de mundo demostrándolo mediante producciones de lenguaje y en la modificación de su actuar con el entorno social, cultural y natural, es así que esta construcción de conocimiento se logra si se establecen estrategias adecuadas de enseñanza.

El diseño de estas estrategias debe basarse en la construcción de un discurso que permita abarcar la mayor cantidad de necesidades de aprendizaje que requieren los estudiantes, para lo cual la revisión teórica es fundamental y por lo que el discurso docente debe estar estructurado en un currículo que permita la transición entre el conocimiento cotidiano y el aprendizaje escolar, pasando por el contexto cultural y social y permitiendo la auto reflexión y autocrítica constante de la práctica del maestro. Solo de esta manera la clase de ciencias se configura como un espacio transformador del quehacer docente y de construcción de conocimiento.

A continuación, se presentan los desarrollos obtenidos en cada uno de los conceptos estructurantes de este trabajo de profundización, basados en algunos de los supuestos e intenciones bajo los cuales se diseñó la propuesta de aula.

Construcción de explicaciones en torno a la polinización.

Para el docente de ciencias naturales, implementar la enseñanza de la polinización se establece como una estrategia útil a través de la cual es posible abordar los contenidos disciplinares que la estructuran, tales como, reproducción, morfología floral y animal, relaciones ecosistémicas, procesos adaptativos, entre

otros, pero a su vez, ahondar en problemáticas ambientales, como extinción de especies a partir de prácticas antrópicas, uso de insecticidas, agricultura y monocultivos, contaminación de fuentes hídricas, manejo deficiente de los residuos sólidos y deforestación, donde se muestra que estos procesos no son aislados, sino que afectan todas las comunidades biológicas, incluyendo a la humana. Al abordar la polinización, no como el mero transporte de polen de una flor a otra, sino mostrando que todos estos aspectos biológicos observados en el aula de clase hacen parte de la realidad, las explicaciones construidas por los estudiantes dieron cuenta de que es necesario transformar también su relación con el entorno.

Es así que la propuesta de aula viabilizó que los estudiantes reconocieran e interpretaran algunos de los elementos que se presentan alrededor de la polinización y que visibilizaran los procesos que se configuran entre los seres vivos y su entorno físico, partiendo de una serie de descripciones, preguntas y motivaciones, que posibilitaron establecer tres aspectos que muestran algunas construcciones logradas por los estudiantes. Estas se muestran desde una postura general del evento a una particular, es decir, que estos supuestos se pueden organizar de forma escalar, donde unos muestran unas construcciones más globalizantes y otras más específicas. En primer lugar, se evidencia que los estudiantes conciben que la polinización se encuentra vinculada al transporte de polen de un lugar a otro, pero que este transporte está mediado por factores como el viento, el agua o seres vivos que posibilitan la transferencia del gametofito masculino. Este aspecto da cuenta de un primer nivel de la explicación, que se constituye en el más general y a partir del cual se configuran niveles más complejos.

En segundo lugar, los estudiantes interpretan la participación de los animales como un factor importante en el desarrollo del proceso, estableciendo que esto favorece la polinización cruzada. Cuando el animal aparece en el panorama de la polinización los estudiantes visualizan aspectos relevantes para su desarrollo y

que están ligados a otros procesos biológicos importantes, tales como la morfología de las flores y los animales como posibilitadores del proceso, las relaciones entre los ciclos de vida de varias especies como un ejemplo de especificidad, y algunos elementos que les permiten construir explicaciones iniciales sobre relaciones de mutuo beneficio. Este conjunto de vínculos, muestran un nivel de explicación más completo con relaciones más complejas.

Un tercer aspecto que los estudiantes resaltaron y que se presenta como una construcción importante es el papel de la polinización en las dinámicas ecosistémicas. Se hizo evidente que esta se configura como un proceso determinante en el funcionamiento de los ambientes terrestres pues favorece la proliferación de la diversidad vegetal y animal, porque garantiza la reproducción de las plantas y además ofrece beneficios a los animales como alimento o refugio, estos últimos son fundamentales en el desarrollo del ciclo de vida de algunos organismos especialistas que necesitan de las plantas para la supervivencia de la especie. Como factor adicional, los estudiantes reconocieron que el proceso de polinización está determinado esencialmente por las plantas, contrario a lo que inicialmente consideraban, pues al identificar que estos organismos implementaban estrategias de atracción hacia los animales polinizadores las explicaciones de cómo sucedía la polinización cambiaron de ser un propósito de los animales a una casualidad en el proceso de conseguir sus beneficios.

La polinización fue vista por los estudiantes como primordial en el bienestar de su entorno y de la naturaleza en general, pues la implementación de pesticidas y plaguicidas se consideró al avanzar en las sesiones como una causa de la muerte de polinizadores importantes como las abejas melíferas, lo que a la larga acarrearía en la muerte de otros organismos tanto vegetales como animales. Este aspecto es talvez uno de los más significativos en la construcción de explicaciones de los estudiantes y en la modificación de sus redes semánticas, ya que hace referencia a la relación de los sujetos con su entorno y el cambio en su actuar, lo que se evidenció en muchas de las caricaturas, cuentos e imágenes construidas

por los estudiantes y que dan cuenta de las representaciones de mundo de los niños.

Por ejemplo, en la tercera fase, que respondía a las características evolutivas ligadas de este proceso, se logró evidenciar que los niños no profundizaron en relaciones elaboradas que permitieran vislumbrar este elemento dentro de sus explicaciones, esto tal vez relacionado a que no poseen unas bases conceptuales primarias que permitan entender los aspectos evolutivos y la mirada de especie a través del tiempo, estas referencias denotan la importancia de diseñar una propuesta de aula teniendo en cuenta las estructuras cognitivas previas de los estudiantes, ya que estos dan cuenta de un marco de referencia conceptual y cuando existen deficiencias o ausencia de dichos conocimientos se pueden provocar vacíos o errores conceptuales, entonces, se convierte en labor del docente tener en cuenta como insumo inicial el nivel de construcciones que poseen sus estudiantes y con base en ellos modificar sus prácticas e ir las adaptando conforme los desarrollos conseguidos.

Finalmente, la polinización se consolida como una experiencia tanto para el docente como para sus estudiantes, ya que desde las dos perspectivas esta se presenta como un acontecimiento cotidiano que debe ser posicionado como una situación de estudio en el aula de ciencias naturales. La enseñanza de este concepto y en general de las ciencias no pueden ser relegados a la tradicionalidad de la escuela, pues los conceptos deben dejar de ser vistos como abstracciones presentadas en un tablero para el estudiante, lo cual impide comprenderlos, interiorizarlos y hacerlos parte de su marco de referencia, es decir que debe brindársele la posibilidad de discutir entre lo que se presenta en clase y lo que observa de su realidad, por ejemplo para explicar que es polen, se puede dar una explicación teórica de lo que la ciencia ha construido alrededor de este concepto, pero debe acompañarse de una serie de actividades que le den la posibilidad de

reinterpretar esa información y construir explicaciones propias, como prácticas de campo, carreras de observación y prácticas de laboratorio.

Desde esta mirada, la polinización es una experiencia de enseñanza debido a que sus explicaciones están ligadas a las transformaciones que se generan en los sujetos que interpretan su contexto a partir de los conocimientos construidos en el aula de clase. Estas transformaciones se hacen evidentes si se muestra un transitar entre el pensar y actuar del maestro y los estudiantes. En el primer caso, la enseñanza de la polinización permitió un cambio en la práctica de los docentes en términos de dar herramientas para la construcción de un discurso contextualizado donde la enseñanza de este concepto debe trasladarse de la mera explicación morfológica y reproductiva de las plantas a relacionarse con los eventos biológicos que emergen de ella, además, que del proceso de construcción de explicaciones de los estudiantes se pudieron obtener elementos que afectaron el accionar y la reflexión hacia un currículo escolar flexible. En el segundo caso, posibilitó en los estudiantes la generación de explicaciones sobre la polinización entendiéndola como un proceso vital para el equilibrio ecosistémico, impulsando el problematizar del actuar en el ambiente que los rodea.

Enseñanza de las ciencias a partir de la imagen.

La imagen, en la enseñanza de las ciencias naturales, se configura como la construcción propia de la realidad. En primer lugar, en la construcción del conocimiento científico y en segundo lugar como una forma de lenguaje que permite observar las representaciones de los sujetos, por esta razón, la imagen y la construcción de explicaciones están estrechamente ligadas. A partir de la imagen fue posible no solamente reconocer las construcciones que los estudiantes desarrollaron sobre la polinización, sino también utilizarla como una herramienta para posibilitar tales construcciones.

En varias de las discusiones brindadas anteriormente, se ha manifestado que la imagen es mucho más que lo gráfico, aunque en la mayoría de reflexiones realizadas en la descripción analítica de los resultados es usada la imagen gráfica como una herramienta fundamental, lo anterior se presenta porque se concibe que la imagen gráfica da cuenta de otros elementos tras su construcción y que explícitamente no se encuentran en los trazos que el estudiante ha plasmado en la hoja, pero que salen a la superficie cuando se pide alguna justificación de su elaboración. En este punto, otros elementos que componen la imagen, son exaltados dando cuenta de otro tipo de relaciones y conceptos, es allí donde se habla de la imagen como totalidad, con una parte que es visible (gráfico) y otra parte invisible (mental) que da cuenta del significado de realidad del estudiante.

En la enseñanza de las ciencias naturales, es fundamental reconocer la imagen como fuente de conocimiento, vista desde dos perspectivas: la primera de ellas la imagen como una explicación de quien la elabora, y la imagen como una estrategia para la construcción de explicaciones de quien la observa. En el primer caso, la imagen da cuenta de la producción de una persona sobre un tema determinado, ya que muestra parte del proceso de transformación que sufrió el sujeto en su elaboración, las actitudes, el contexto y finalmente la construcción misma. Esto se hizo evidente en cómo elementos trabajados en las primeras sesiones de la propuesta de aula son apropiados por los estudiantes e implementados nuevamente en las construcciones de sesiones siguientes, por lo cual el docente puede tomar las imágenes como referencias de las explicaciones construidas y tenerlas en cuenta para comprender que está entendiendo el estudiante.

En el segundo caso las imágenes pueden ser usadas dentro de las estrategias de aula como herramientas de enseñanza, debido a que estas dan cuenta del proceso de construcción de la explicación, pues la imagen se constituye en un conjunto de símbolos, signos y marcas que lo convierten en un tipo de lenguaje. Por lo tanto, dentro de las redes mentales del estudiante cualquier transformación

mostrará una nueva organización en el discurso y de las redes semánticas de los sujetos y así los estudiantes exteriorizan estos cambios mediante nuevos símbolos o a través de los mismos, pero con nuevos significados.

Al igual que cualquier otro tipo de lenguaje, la imagen también tiene la capacidad de transmitir además de información, sentimientos, pensamientos, saberes de los sujetos, como otros tipos de lenguajes que pueden acercarse más a la verbalidad o la formalidad de lo escrito, y como ellos pueden ser analizados, es decir que la imagen también tiene la capacidad de comunicar y por ello puede analizarse en un contexto escolar. La imagen puede ser discutida y validada por sus pares que evaluarán en ellas los supuestos e intenciones explícitas e implícitas. Es allí donde el docente debe fijarse en este proceso y entender que la imagen es un ente de transformación y no una finalización o culminación de lo construido.

Para consolidar la imagen como una estrategia en la enseñanza de las ciencias, hace falta que el docente construya conocimiento frente a cómo las imágenes inciden en la construcción de explicaciones, pues fue evidente que estas, así como las otras formas de lenguaje, transforman en alguna medida la representación de realidad del observador, pues poseen una carga significativa de información ligada a los conocimientos de quien la elabora, sin embargo, hace falta identificar en qué manera las imágenes generan esa transformación en la representaciones de mundo del observador, es decir, como inciden en las operaciones mentales de los sujetos y hasta qué punto son determinantes en la reorganización de las nuevas redes semánticas.

Discurso docente y transformación de la práctica.

Si bien para este trabajo de profundización no fue posible realizar las transformaciones al currículo formal del aula de ciencias, se buscó crear un espacio alternativo que permitiera denotar algunos de los elementos que harían posible el tránsito de las dinámicas de espacios extraescolares a la formalidad del currículo

en la educación básica, de allí que la estrategia del club de ciencias permite que el maestro pueda reconocer las necesidades e intereses de sus estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias, desde un espacio que no es obligatorio y que brinda la posibilidad de reconocer el contexto y las experiencias, y que además le permite entender que muchas de las ataduras que siente impuestas por el currículo se encuentran vinculadas a sus propias prácticas y es deber de él poder visibilizar la escuela como un espacio de transformación de su quehacer.

Como docentes de ciencias naturales fue necesario realizar una reflexión constante de las relaciones e interacciones que se presentan entre las imágenes de mundo, la experiencia, el contexto y el lenguaje de los estudiantes, pues esta actividad brindo los elementos necesarios que permitieron transformar las prácticas de enseñanza para conceptos y temáticas específicas. Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de la propuesta de aula se presentó como un mecanismo, que basado en esas reflexiones, posibilitó reconocer las subjetividades de los individuos, sus saberes y dejó reconstruir conocimientos en torno a ellos, mostrando así que las actividades desarrolladas en esta se presentaron como una experiencia del proceso de aprendizaje y para el maestro en una experiencia de enseñanza.

Adicionalmente, se evidenció que no es suficiente tener y reforzar los saberes disciplinares, si no se contextualiza su enseñanza, es decir, que los conceptos y teorías a abordar deben estar ligados profundamente con el contexto y las experiencias de los actores del aula, propiciando construcciones pertinentes que sean aplicables y con finalidades sociales, es por esto, que el discurso construido debe permear en todas las formas y niveles la práctica del maestro, estructurando la misma y permitiendo un grado de autoevaluación y autoreflexión con el fin de transformar el quehacer del maestro, su propia imagen de mundo y la de sus estudiantes. Parte de estas transformaciones se evidenciaron en las actitudes que presentaron los estudiantes incluso después de culminar las actividades del club de ciencias, en las cuales se muestra disposición en el seguimiento y cuidado a

los ejemplares presentes en el mariposario e incluso destreza en la captura de fotografías y elaboración de ilustraciones con el fin de plasmarlas en espacios físicos de la institución, pero además el creciente interés por hacerse partícipe de las actividades desarrolladas en el marco del PRAE de la institución.

Al observar que el papel de la imagen en la enseñanza de las ciencias es tan importante, se hace fundamental que en los currículos de la formación básica y media, así como la formación profesional, se potencien habilidades que estén relacionadas con la expresión gráfica, debido a que es necesario que los estudiantes tengan igual de desarrolladas las posibilidades de comunicar sus construcciones, a través de la palabra escrita y oral, así como de las imágenes visuales, teniendo en cuenta que estas últimas también logran comunicar aspectos sociales, culturales, espacio-temporales y disciplinares a lo largo de toda su composición.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., & Inouye, D. (1998). The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 8-17.
- Amaya, G. (2008) La enseñanza de la ciencia. *Revista integración*, Departamento de matemáticas UIS, Vol 7 N°2, Bucaramanga (Colombia)
- Amud Ordoñez, M. I. (2014) Elaboración de una propuesta de enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de la microscopía óptica mediante el uso de la NTIC haciendo énfasis en el procesamiento y análisis digital de las imágenes (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- Anero, M., Carabias, F., Carretero, P., Cordón, C., Cuesta, C., De Castro, S., ... & Fuertes, C. (2008). *Aerobiología y polinosis en Castilla y León*. Castilla y León. Nueva comunicación. España.
- Ashman, T. L., Knight, T. M., Steets, J. A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D. R., ... & Morgan, M. T. (2004). Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, 85(9), 2408-2421
- Atkins, E. L. (1992). Injury to honey bees by poisoning. *The Hive and the Honey Bee*, Rev. Dadant and Sons, Hamilton, IL.
- Ayala, M. M. (2006). Los análisis histórico críticos y la recontextualización de saberes científicos. *Construyendo un nuevo espacio de posibilidades*. *Proposiciones*, 19 -37
- Basualdo, M., & Bedascarrasbure, E. (2003). Rol de las abejas en la polinización de cultivos (No. H1084). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina)..
- Bermejo D. (2011) Evolución y situación actual de los estudios del polen atmosférico. Referencia a la polinización de Zaragoza, Zaragoza (España)
- Bonilla, M. A. (2012). La polinización como servicio ecosistémico. *Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA)*, Capítulo I: abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia, 1-103.
- Bronstein, J. L. (1987). Maintenance of species-specificity in a neotropical fig: Pollinator wasp mutualism. *Oikos*, 39-46.

- Brown, WR, y McGuire, JM (1976). Prácticas actuales de evaluación psicológica. *Psicología Profesional*, 7 (4), 475.
- Cerda, H (1993) Los elementos de la investigación como reconocerlos, diseñarlos y construirlos, ABYA YALA, Quito
- Cruz, A. (2010). "La Misteriosa desaparición de las abejas." *Emeequis* 1.
- Darwin, C. (1862). *La Fecundación de las orquídeas* (No. 584.4 D228f). Navarra, ES: Edit. Laetoli,
- Erdas, (1987). *Erda Users Guide*. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia.
- Foucault, M. (1968). *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*. Siglo XXI Editores. Paris (Francia).
- Giordan, A. & De Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada
- Giordan, A. (1987). Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 5(2), 105-110.
- Gola, G., Negri, G., & Cappelletti, C. (1965). *Tratado de botánica*, P. imprenta: Labor. Barcelona. (España)
- Goldar, X. L., & Núñez, F. A. L. (2014) *La evolución en la polinización: orígenes e hipótesis actuales*. Dep. Legal: C 26-, 8.
- Gómez, A. A. G. (2009). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 73-83.
- Grilli, J., Laxague, M., & Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con & a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1).
- Guidoni, P., Arcà, M., Mazzoli, P., & Vitale, J. C. G. (1990). *Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós.
- Hernández, F. (2010). *Educación y cultura visual*. Barcelona: Octaedro.
- Imbernón, M.J. Alonso, M. Arandía y otros. (2002). "La investigación Educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexiones y experiencias de investigación educativa". Editorial Graó. España. Páginas 17 - 21.
- Jiménez, G. y Flórez, I. (2015) *La ciencia como actividad cultural*. Módulo de pedagogía I. Maestría en docencia de las ciencias naturales. Departamento de física. Universidad Pedagógica Nacional.

- Knorr-Cetina, K. (1983) *The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science, Science Observed*, London, Sage.
- Luna, F. J. (2013). La importancia del conocimiento anatómico en la evaluación antropométrica. In 10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias 9 al 13 de septiembre de 2013 La Plata. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Educación Física.
- Mantilla C. (1997). *Principios de Apicultura africanizada*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Primera edición. Medellín, Colombia.
- Martínez, S. (2009) *Epistemología de la Imagen*, Publicado en *EL GIRO PICTÓRICO: compilado por Mario Casanueva y Bernardo Bolaños*, Anthropos-UAM, Mexico.
- MEN, M. D. (1998). *Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Ministerio de Educación Nacional.
- MEN, M. D. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Santa Fe de Bogotá
- Méndez, F., Gómez, O., Girón, S., Mateus, J., Mosquera, J., Filigrana, P., ... & Guloso, L. (2006). Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia. Internet: <http://www.cerrarelbotadero.org/inicio/archivos/EstudioEpidemiologicoRSDJ.pdf>.
- Mercer, N. (1996). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional*, 11-21.
- Mitchell, W. J. (2005). No existen medios visuales. In *Estudios visuales: La epistemología de la visualidad en la era de la globalización* (pp. 17-25). Akal.
- Noguera, K. M., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356
- Norris, S. P., Guilbert, S. M., Smith, M. L., Hakimelahi, S., & Phillips, L. M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, 89(4), 535-563.
- R.B. Primack. (2010). *Essentials of Conservation Biology. (Fifth Edition)*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. Por: Rodrigo Torres Núñez, Biólogo M.Sc. Profesor Asociado, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, D.C.

- Ramírez, J. (1993). La sistematización espejo del maestro innovador. Bogotá: McGraw-Hill.
- Rosado, G. M. (2009). Polinizadores y biodiversidad. Asociación española de entomología, Jardín botánico atlántico y centro iberoamericano de la Biodiversidad. Madrid (España)
- Rose, G. (2001). Visual methodologies: an introduction to the interpretation of visual methodologies. Sage, London
- Schiestl, F. P., Ayasse, M., Paulus, H. F., Löfstedt, C., Hansson, B. S., Ibarra, F., & Francke, W. (1999). Orchid pollination by sexual swindle. *Nature*, 399(6735), 421-421.
- Secretaria Distrital de planeación (2009). Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá D.C.: María Camila Uribe Sánchez, pp.10 - 21
- Simmonds, J. & Snider J. (2009) Ciencia y arte en la ilustración científica. Sistema de patrimonio cultural y museos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Singer, R. (2009). Morfología floral y polinización de orquídeas: El segundo libro de Charles Darwin. *Acta Biológica Colombiana*, 14, 337-349.
- Soejarto, D. D., & Fonnegra, R. (1972). Polen: Diversidad en formas y tamaños. *Actualidades Biológicas*, 1(1), 2-13.
- Valencia, S., Méndez, O., Garzón, J. & Jiménez, G., (2001). De la contemplación a la comprensión de los seres vivos. *Revista campo abierto*. Universidad de Extremadura.

10 REFERENCIAS DE IMÁGENES.

- Abeja Mielífera, *Apis mellifera*, Ilustración con lápices de colores (Moyano, M. 2018).
- Buchón de agua (*Eichhornia* spp) ilustración tomada de https://es.wikipedia.org/wiki/Eichhornia#/media/File:Eichhornia_Crassipes.png posteada el 7 de noviembre de 2008. Recuperado el 3 de agosto de 2018.
- Clematítide, *Aristolochia clematidis* (Ilustración). Tomado de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Illustration_Aristolochia_clematidis0.jpg. Posteado el 4 de marzo de 2015. Recuperado el 4 de junio de 2018.
- Grabado Rupestre, ilustración. Tomado de https://www.oddee.com/item_93915.aspx. Posteado el 4 de marzo de 2008. Recuperado el 5 de junio de 2018.
- Gramíneas. Ilustración tomada de <http://maxgo-monitorizacion.blogspot.com/2013/06/ciclodel-nitrogeno-y-las-gramineas.html> posteado el 13 de junio de 2017. Recuperado el 3 de agosto de 2018.
- Hinojo, *Foeniculum vulgare* (Ilustración). Tomado de <https://twitter.com/hashtag/umbel%C3%ADfera>. Posteado el 5 de julio de 2017. Recuperado el 4 de junio de 2018.
- Morfología de la flor, (ilustración), Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A., & Massarini, A. (2008). Biología. 7ma edición Ed. Médica Panamericana.
- Peral. *Pyrus communis*, (Ilustración). Tomado de <http://ctgpublishing.com/pear-antique-botanical-print-circa-1903/>. Posteado el 29 de septiembre de 2013. Recuperado el 4 de junio de 2018.
- Pino silvestre. *Pinus sylvestris*. (Ilustración). Tomado de Pinterest: <https://co.pinterest.com/pin/517632550912202069/?lp=true>. Posteado el 2 de noviembre de 2012. Recuperado el 4 de junio de 2018. .
- Prímulas, *Primula* spp., (Ilustración). Tomado de <https://www.pinterest.es/pin/541839398913310639/?lp=true>. S.f. Recuperado el 4 de junio de 2018.
- Tipos de polen, (ilustración). Grew, N., & Clough, H. G. (1965). The anatomy of plants. Londres. Editorial W. Rawlins.

- *Xanthopan morgani*, (Ilustración). Tomado de Bichos: <http://todo-tipo-de-insectos.blogspot.com/2011/02/esfinge-de-morgan.html>. Posteadó el 20 de febrero de 2011. Recuperado el 4 de junio de 2018.

11 ANEXOS

ANEXO I



LA FLOR: PUERTA A LA DIVERSIDAD.

Actividad 1: Observa el fragmento del documental *Alas de Vida "Botón prehistórico a la floración de la biodiversidad"*, sobre la evolución de las plantas con flor y contesta las siguientes preguntas:

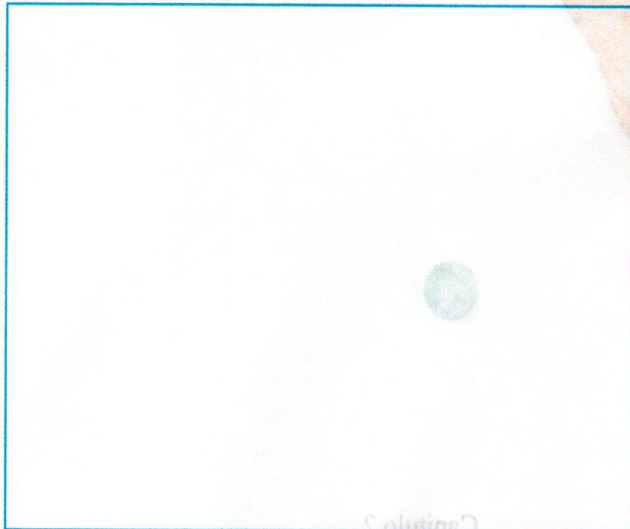
- a) ¿Por qué crees que siguen existiendo las plantas sin flores (gimnospermas), si su estrategia reproductiva no es igual de certera a la de las plantas con flores (angiospermas)?

Preguntas muy complicada. ¿qué le aporta al tema de estudio?

- b) ¿consideras que la flor ha sido una estrategia eficaz en la reproducción de las plantas? ¿Por qué?

Actividad 2: RECONOCIENDO LA FLOR.

Visita los jardines del colegio y recolecta varias flores que logres observar. Recoge las que te parezcan más llamativas o de aspecto sobresaliente. Clasificalas utilizando diferentes criterios (formas, colores, partes llamativas, disposición) y dibuja a continuación dos que más hallan llamado tu atención:



Cómo me atrae, me incita tu corola,
mi bella flor, volando iré hacia ti.
Con luz del sol, que ahora tornasola,
abres tus pétalos, tu estigma es para mí.

Me posaré, en tu sensible cáliz,
y mis anteras traerán polen varonil.
Y tu pistilo, festejará el volátil
fruto de la vida, en el mes de abril.

Recuéstate en tu sépalo, amada mía,
mi estambre pondrá el gen a transmitir.
El fruto que vendrá tendrá semilla
que otra flor bonita traerá a vivir.

Y llenaremos el mundo de más flores,
la polinización será un festín.
siendo androceo y gineceo los dadores
de bella vida, en nuestro hogar jardín.

Rubén Sade (2008).

Poema de la abeja (buscar)

Compara tus flores con la siguiente imagen prototipo y reconoce la morfología de la flor. Luego, con ayuda de un estereoscopio observa detenidamente cada uno de sus rincones ¿Consideras que algunas de sus partes son más importantes que otras? ¿Por qué?



A continuación, identifica los organos de la flor que participan en su fecundación y dibújalos en el siguiente recuadro:

De las anteriores estructuras menciona cuáles se han modificado para participar en la polinización, relata un caso donde esto se evidencie:

POLEN: REGALO DE VIDA.

Actividad 3: ¿Dónde encontrar el polen?

Teniendo en cuenta la observación de flores realizada anteriormente, identifica la estructura donde se encuentra almacenado el polen y dibujala a continuación:



EL POLEN: DESDE EL MICROSCOPIO.

A continuación, observa diferentes micropreparados y microfotografías de polen identificando sus diversas formas y estructuras.



¿Es posible que la forma del polen tenga algo que ver con el mecanismo de de fecundación utilizado por la plata? Establece una hipótesis.



Mensajeros de Vida: Identificación de Polinizadores.

Por:

Jeisson Steven López.

Mary Lorena Moyano.

Asesora: Gladys Jiménez.

TIPOS DE POLINIZADORES.

1. Las aves:

Estas polinizan la mayoría de plantas tropicales a través del consumo del néctar y polen de las grandes y llamativas flores, o durante el transporte de semillas y frutos maduros a largo de sus hábitats.

Uno de los ejemplos más comunes de aves polinizadores es el de los colibríes, ya que estas aves desempeñan un papel muy activo en el proceso de polinización de las plantas de las que consumen néctar, debido a sus picos modificados y a su estilo particular de vuelo.



Ilustración 1. Los picos de los colibríes están especializados para adaptarse a cierto tipo de flores y así poder extraer su néctar. (A) Colibrí pico de espada; (B) ermitaño; (C) colibrí de Abeille y (D) colibrí pico de guadaña.

2. Mamíferos:

Muchos de estos animales polinizan plantas de manera "accidental", en la mayoría de los casos dispersan semillas luego de consumir los frutos de las plantas o siembran las mismas como método de almacenamiento, tal es el caso de las ardillas, quienes olvidan luego donde han enterrado las semillas propiciando el crecimiento de un nuevo árbol. Otro ejemplo es el de los murciélagos que consumen néctar, polen o frutos de árboles nocturnos como los cactus.

Observa el video *Vínculo de amor*, y responde:

- ¿Qué explicación podrías plantear al hecho de que las flores de los cactus sean visitadas por los murciélagos en la noche específica en la que abren?

- ¿consideras que el cultivo de cactus hecho por los humanos es un tipo de polinización?

3. Insectos:

Este tipo de polinización es llamada entomófila, y garantiza la reproducción de la mayoría de las plantas ya que se estima que más de un tercio de la producción mundial de alimentos depende de la polinización animal y en el caso de las frutas y hortalizas se incrementa en un 75 %, gracias fundamentalmente, a la polinización realizada por los insectos.

De los insectos, los grupos más representativos en la participación de la polinización son los siguientes:

- Escarabajos (orden Coleóptera): es el orden más numeroso y diverso de la clase de los insectos, incluso el más grande de todo el reino animal. A él pertenecen todos aquellos cucarones, escarabajos, gorgojos y mariquitas. Se caracterizan por tener dos de sus alas completamente esclerotizadas llamadas élitros, que protegen el otro par funcionales para volar. Dentro del grupo de los coleópteros encontramos algunos de los insectos de mayor tamaño.

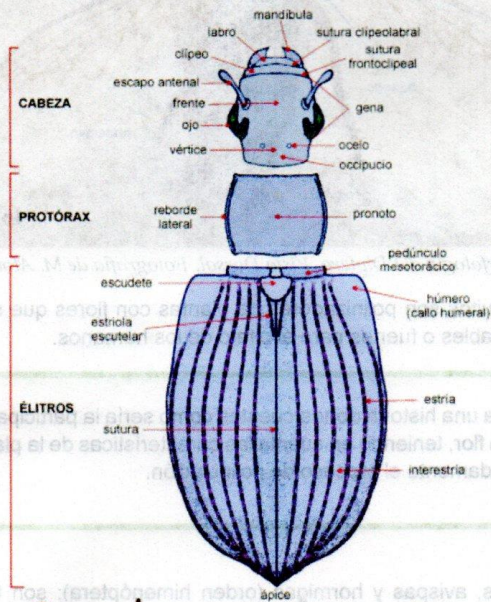


Ilustración 2 Morfología de un coleóptero, vista Dorsal. Gráfica de M. Alonso (2015).

Los Escarabajos participan principalmente en la polinización de plantas con grandes flores como la *Grandiflora* u otras que expiden olores fuertes o que son incómodos para el olfato humano.

Selecciona un organismo de la lámina anexa perteneciente al orden de los coleópteros y dibújalo teniendo en cuenta sus características principales. Utiliza colores y otras herramientas que te ayuden a resaltar texturas, sombras, etc.

- Mosquitos y moscas (orden Díptera): los insectos que se encuentran dentro de este orden se caracterizan por tener solo un par de alas funcionales para volar, el otro par está modificado y funcionan como un sistema de estabilización durante el vuelo, son llamados balancines o halterios.

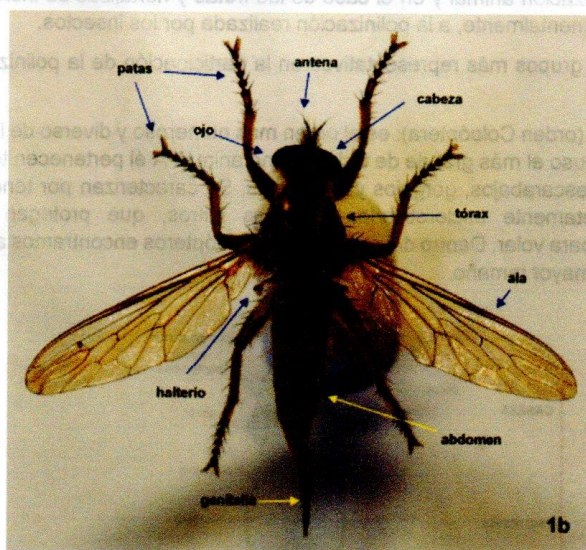


Ilustración 3 Morfología del Díptero. Vista Dorsal. Fotografía de M. Alonso (2015).

Las moscas y los mosquitos son polinizadores de plantas con flores que se caracterizan por expedir olores desagradables o fuertes para el olfato de los humanos.

En un cuento corto, narra una historia donde cuentes como sería la participación de una mosca en la polinización de una flor, teniendo en cuenta las características de la planta y el animal. No olvides describir apropiadamente el proceso de polinización.

- Abejas, abejorros, avispas y hormigas (orden himenóptera): son tal vez la clase de insectos más importantes en los procesos de polinización de las plantas, ya que participan en cerca del 80% de los intercambios, sobre todos las abejas melíferas o domésticas, usadas actualmente en la apicultura agrícola. Son tan importantes para la producción de flores y de frutos que se cree que la extinción de los animales pertenecientes a este orden acarrearía con la extinción de muchos otros organismos que componen los ecosistemas, incluyendo a los humanos que dependen de ellos para la producción de alimentos.

MORFOLOGIA DE UNA ABEJA

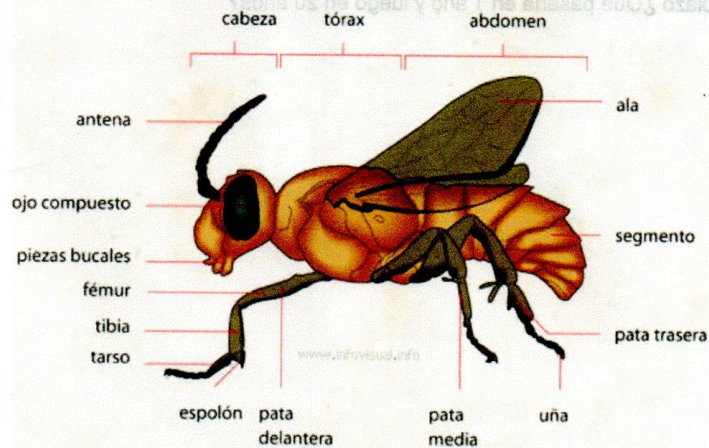


Ilustración 4 Morfología externa de la abeja. Imagen tomada de la página Web <http://www.partesdel.com/abeja.html>

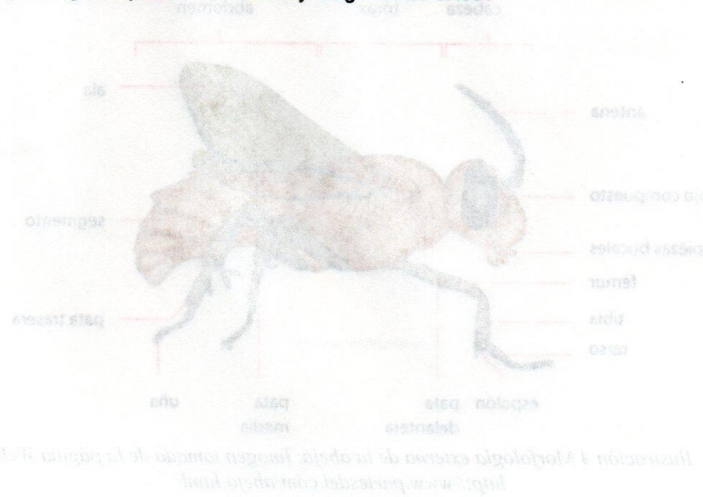
Generalmente los insectos de este orden poseen cabeza evidentemente separada del protórax con un aparato masticador, en ocasiones modificado para lamer o succionar, sin embargo, la característica más sobresaliente y que le da el nombre al orden, es lo membranoso de sus alas, presentes en la mayoría de los ejemplares que componen el grupo. Las alas anteriores son, casi siempre, de mayor tamaño que las posteriores lo que les proporciona cierta estabilidad durante el vuelo. Adicionalmente, la mayoría de las familias pertenecientes al orden poseen una organización social, ya que se establecen por castas o roles dentro de colmenas, panales o colonias.

Observa el fragmento del documental *-Alas de vida-* denominado *Un mundo sin amor*, y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué crees que varios polinizadores en el mundo, más específicamente las abejas están muriendo?

¿Consideras que la polinización es un proceso que afecta a otras especies a parte de los polinizadores, incluido a los humanos?

Actividad: Construye una pequeña historieta donde relates un mundo en el que no existan los polinizadores como las abejas o los abejorros, contempla los cambios en los ecosistemas a corto y largo plazo ¿Qué pasaría en 1 año y luego en 20 años?



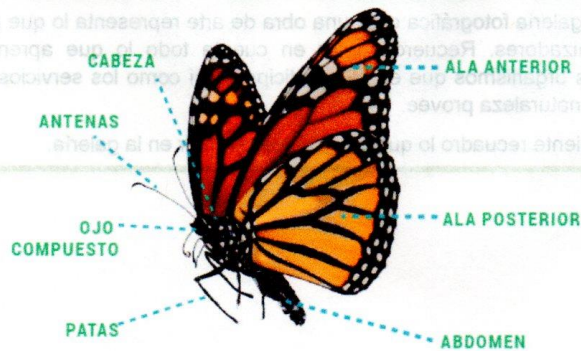
Generalmente los insectos de este orden poseen cuerpos evidentemente separados del protórax con un aparato masticador, en ocasiones modificados para lamer o succionar, sin embargo, las características más sobresalientes y que le da el nombre al orden, es el membrano de sus alas, presentes en la mayoría de los ejemplares que componen el grupo. Las alas anteriores son, casi siempre, de mayor tamaño que las posteriores lo que les proporciona cierta estabilidad durante el vuelo. Adicionalmente, la mayoría de las familias pertenecientes al orden poseen una organización social, ya que se establecen por castas o roles dentro de colonias, pocas o colonias.

Observa el fragmento del documental -A las de vida- denominado Un mundo sin amor, y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué crees que varios polinizadores en el mundo, más específicamente las abejas están muriendo?

¿Consideras que la polinización es un proceso que afecta a otras especies a parte de los polinizadores, incluido a los humanos?

- Mariposas y polillas (orden lepidóptera): pertenecen a este grupo los insectos alados de múltiples colores más admirados por los entomólogos. Los lepidópteros se caracterizan por porque sus dos pares de alas son membranosas cubiertas de escamas aplanadas, peculiaridad de la que deriva el nombre del orden y que generalmente exponen bellos y metalizados colores. Pueden poseer espiritrompa o no, lo que se convierte en la parte más desarrollada de su aparato bucal, y que les proporciona facilidad a la hora de alimentarse del néctar de las flores.



Los lepidópteros son insectos con metamorfosis completa, es decir que poseen las cuatro fases completas de desarrollo: huevo, larva, crisálida o pupa y adulto. Existen en todos los ecosistemas del planeta exceptuando los lugares con clima helado permanente, y están estrechamente relacionados con el desarrollo de plantas concretas lo que los hace fitófagos obligados, es así que los ciclos de vida de muchas especies de plantas están estrechamente ligadas a su propio desarrollo.

Observa el fragmento del video llamado *Amor eterno*, y responde:

¿Qué otro ejemplo conoces en el que una planta y un polinizador generen relaciones tan específicas como el de la mariposa monarca y la *Asclepia*?

La *Asclepia* es considerada una hierba mala en los Estados Unidos debido a que es la causante de enfermedades y muerte en bovinos que la consumen, si esta planta fuera erradicada ¿Qué crees que pasaría con la mariposa Monarca?

Actividad: Con la técnica del Time lapse vista en clase, crea un pequeño video del ciclo de vida de la mariposa *Leptofobia aripa*.

GALERIA DE ARTE Y FOTOGRAFIA: RETRATO DE UN MUNDO SIN POLINIZADORES.

- A través de una galería fotográfica o de una obra de arte representa lo que para ti sería un mundo sin polinizadores. Recuerda tener en cuenta todo lo que aprendiste sobre la polinización y los organismos que en ella participan, así como los servicios ecosistémicos que para toda la naturaleza provee.

Describe en el siguiente recuadro lo que quisiste representar en la galería.

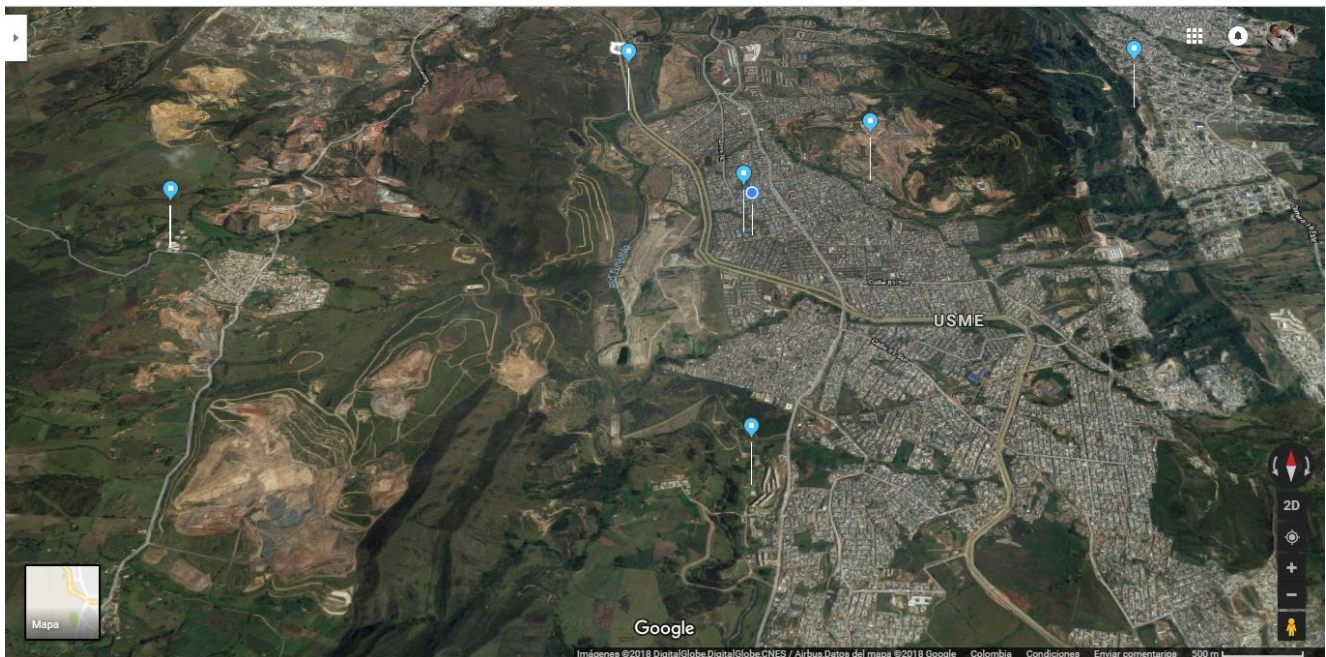
Los lepidópteros son insectos con metamorfosis completa, es decir, que poseen las cuatro fases completas de desarrollo: huevo, crisalida o pupa y adulto. Existen en todos los ecosistemas del planeta exceptuando los lugares con clima helado permanente, y están estrechamente relacionados con el desarrollo de plantas concretas lo que los hace fitófagos o polinizadores, es así que los ciclos de vida de muchas especies de plantas están estrechamente ligados a su propio desarrollo.

Observa el fragmento del video llamado "El mundo sin abejas", y responde:

¿Qué otro ejemplo conoces en el que una planta y un polinizador generen relaciones tan estrechas como el de la mariposa monarca y la Asclepias?

La Asclepias es considerada una planta invasora en los Estados Unidos debido a que es la causante de enfermedades y muerte en polinizadores que la consumen, ¿esta planta fue introducida? ¿cómo se relaciona con la mariposa Monarca?

1. UBICACIÓN GEOESPACIAL.



Observa con detenimiento el paisaje durante el viaje y descríbelo a continuación ¿Cuáles son los cambios más significativos que logras identificar? Ten en cuenta las características de la vegetación, la coloración del suelo, la temperatura, la presencia de ladrilleras, cementeras y otros lugares de actividades mineras, así como presencia de animales, entre otros.



Luego de utilizar los órganos de tus sentidos, describe como percibes el lugar donde está ubicada la Institución Educativa, como se ve el cielo, el horizonte y el suelo, como describirías el aire que te rodea. ¿Qué tipo de vegetación se encuentra? ¿Es posible encontrar animales? ¿Cómo crees que es la relación entre los animales, las plantas y el relleno sanitario?



Durante el recorrido, identifica animales bio-indicadores de ecosistemas perturbados y haz una lista de ellos y la cantidad de individuos que puedas observar, para esto utiliza la lista que encontrarás a continuación.



Finalmente, explica la relación que existe entre los pobladores de la zona y el ecosistema que los rodea, ¿utilizan los recursos para tareas específicas? ¿el relleno sanitario influye de alguna manera en sus vidas y en el bienestar de su entorno?





***Dichotomius achamas*:** Este escarabajo de actividad nocturna presenta hábitos alimenticios a base del estiércol de ganado bovino y equino. Se caracteriza por su coloración negra y la forma de su cuerpo es convexa. Los machos presentan un pequeño cuerno en la cabeza y una prolongación del pronoto a manera de tubérculo.



***Clavipalpus ursinus*:** Esta es una de las especies de escarabajos fitófagos comunes de las zonas abiertas, de potrero y de agroecosistemas de los alrededores de la Sabana de Bogotá. Los adultos tienen el cuerpo de color café y el pronoto un poco más oscuro, casi negro. Su vuelo es de baja altura y de manera torpe. Los estados juveniles o larvas son conocidos como chizas y se alimentan de las raíces de cultivos de importancia económica y de las raíces de los pastos.



***Ancognatha ustulata*:** Es otra de las especies predominantes de agroecosistemas y de vegetación regenerante. Los adultos tienen el cuerpo de forma redondeada con setas amarillas en su región ventral. El pronoto y la cabeza son convexos en machos y hembras. Los machos presentan las uñas de las patas delanteras engrosadas. El patrón de coloración es café claro con café oscuro formando manchas de forma regular en los élitros (Andrade & Amat, 2000). Las larvas se alimentan de las raíces de los pastos y de las raíces y las flores de la fresa (*Fragaria* spp.).



***Manopus biguttatus*:** Se le conoce comúnmente con el nombre de “mayo” debido a la abundancia de este mes por ser lluvioso. Se alimenta de especies vegetales comunes del bosque altoandino como el cerezo (*Prunus* sp.), encenillo (*Weinmania* sp.) y aliso (*Alnus* sp.). Los adultos poseen patas muy largas y sus uñas son bífidas y bien conspicuas. El color del cuerpo es café con algunas áreas oscuras en la parte anterior y posterior. Los individuos generalmente son atraídos a la luz durante la noche. Las larvas viven en el suelo alimentándose de raíces. Esta especie fue colectada dentro del área de bosque con relativa abundancia alimentándose de hojas de *Alnus acuminata*.



Astylux sp.: Este coleóptero es una de las especies más comunes de ambientes de páramo cercanos a la Sabana de Bogotá. Los individuos se desplazan sobre sustratos rocosos cubiertos por líquenes, siendo muy activos durante los días soleados. Las larvas y los adultos se alimentan de otros insectos de menor tamaño (Andrade & Amat, 2000). Se caracterizan por su color negro y los variados diseños de color rojo que presentan sobre los élitros. El cuerpo tiene abundante pubescencia lo que le ayuda a soportar los drásticos cambios climáticos que ocurren entre los 2800 y 3100 metros de altura, rango altitudinal característico de esta especie.



Bombus hortulanus: Es muy común encontrar esta especie en cercanías del bosque altoandino donde existe vegetación típica de páramo y subpáramo. Su rango altitudinal se encuentra entre los 2100 y 3180 msnm. Los adultos se reconocen por su apariencia afelpada de color amarillo que predomina en el tórax y abdomen el cual termina con una pequeña pilosidad blanca (Andrade & Amat, 2000). Estos abejorros sociales construyen sus nidos en el suelo con cera y polen, cubierto por una capa de material vegetal.



Bombus rubicundus: Es fácil de reconocer en el campo debido a la pilosidad roja a marrón que rodea su cuerpo. Su rango de vuelo puede alcanzar hasta los 7 km. Es una especie muy prolífica y debido a su mansedumbre, al igual que *Bombus hortulanus*, su comportamiento es fácil de estudiar en el campo y en condiciones de laboratorio. Es posible romper celdas de los nidos y abrir sus tapas sin ningún peligro de ataque (Osorno & Osorno, 1938).



Vanessa virginensis: Esta especie está asociada a lugares abiertos caracterizados por ser áreas de disturbio como pastizales y bordes de caminos rurales. Frecuentemente es observada sobre el suelo posada abriendo y cerrando lentamente sus alas. Si es disturbada, los adultos vuelan rápido y de manera errática, y pronto vuelven nuevamente al suelo. Ambos sexos visitan las flores de especies vegetales de malváceas, asteráceas y scrophulariáceas. Ocasionalmente pueden alimentarse de fruta descompuesta y heces fecales de mamíferos (DeVries, 1987).



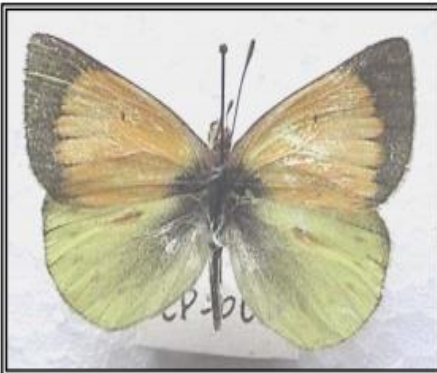
Dione glycera: El “espejito de páramo”, nombre con el que comúnmente se le conoce a esta especie comparte el hábitat con *Vanessa virginensis*, y al igual que ésta, posee un vuelo rápido. Se reconoce por tener en la parte ventral de sus alas unas manchas de color plateado, rasgo del cual se deriva su nombre común. Sobre el dorso de sus alas presenta una coloración naranja con líneas de color café oscuro.



Los individuos de la subfamilia Heliconinae, a la cual pertenece esta especie, se alimentan y ponen sus huevos sobre las hojas de especies vegetales de las familias de las Passifloraceas (Andrade & Amat, 2000). Es posible que una de las plantas hospederas de *Dione glycera* dentro del parque Entrenubes sea *Passiflora mixta*.



Pedaliodes polla: Es generalmente observada en zonas abiertas, bordes de caminos y parches grandes de chusque de páramo (*Chusquea* sp.). Se caracteriza por tener las alas en la región dorsal completamente de color café, mientras que en la región ventral las alas anteriores también son cafés pero las alas posteriores presentan colores naranja ornamentaciones y bandas de color crema y blanco.



Colias dimera: Este pierido es una de las especies más frecuentes de las zonas abiertas y de potreros, constituyéndose un importante indicador de ambientes perturbados. Sin embargo, también puede ser observada en zonas con vegetación ruderal y de montaña (Andrade & Amat, 2000). Los machos se caracterizan por que sus alas anteriores en su parte dorsal son amarillo pálido y en las alas posteriores presentan un color amarillo-naranja oscuro, mientras que las hembras, más grandes que los machos, presentan una coloración en sus alas amarillo claro. El cuerpo está cubierto de abundante pubescencia de color amarillo.



Catasticta uricoechar: Aunque esta es una de las especies de Pieridos que habitan en los ambientes de bosque altoandino y sobre los bordes de los Páramos, no es muy común encontrarlas. Sus poblaciones son generalmente escasas y son difíciles de observar en el campo. Los machos son territoriales y a veces se congregan en sitios especiales como árboles altos o colinas (Apolinar, 1926). Esta especie fue encontrada volando sobre áreas aledañas a zonas paramunas y de cultivos a una altura aproximada de 2800m.



Leptophobia eleone: Varias especies del genero *Leptophobia* generalmente están asociadas a ambientes montanos y cercanos a cuerpos de agua (DeVries, 1987). *Leptophobia eleone* se reconoce por su coloración amarilla y la presencia de bandas de color negro que recorre el margen distal de las alas anteriores y parte del margen costal.



Catasticta semiramis: El patrón de coloración blanco-amarillo-negro-café predominante en la región ventral de las alas caracteriza a esta especie. El fondo, es de color blanco a crema con líneas de color café claro, mientras que la zona dorsal de las alas es de color café oscuro con algunas manchas amarillas. Este piérido frecuente visita zonas de vegetación ruderal y paramuna donde es observada visitando inflorescencias de especies de plantas de la familia de las compuestas (Andrade & Amat, 2000).



Ulex europaeus: El retamo espinoso, espinillo, argoma o tojo, es un arbusto de origen europeo perteneciente a la familia de las Fabáceas, subfamilia Faboideae. La especie debe su nombre común a que las hojas de los individuos maduros están modificadas en espinas de hasta 4 cm de longitud, lo cual le da a la planta un aspecto espinoso. Las plántulas tienen hojas trifolioladas, características de los miembros de la subfamilia, hasta un par de meses después de la germinación. Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo¹ de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Mochuelo: Es el nombre común de varias aves rapaces nocturnas (orden Strigiformes) de la familia Strigidae.

Quiba: Es una palabra indígena que significa grande. En la zona rural se encuentra la vereda de Quiba, es un santuario de la flora y fauna propia de los suelos semiáridos de la localidad. Se mantiene la iglesia San Martín de Quiba, construida por el poeta Jorge Rojas y una casa de estilo colonial.

Pasquilla: Se encuentra además la vereda de Pasquilla con su atractivo gastronómico en lácteos y un hermoso pueblito y una reserva forestal de encenillo.

Técnicas de dibujo y fotografía

PLASMANDO VIDA

2017



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educación de educadores



Alianza Educativa

Autor: Jeisson Steven Lopez y Mary Lorena Moyano

Título original:

Técnicas de dibujo y fotografía: Plasmando vida

Este cuadernillo es diseñado bajo los parámetros de la propuesta de aula del trabajo de grado denominado **Enseñando ciencia desde la imagen: La polinización como estudio de caso** de la Maestría en Docencia de las ciencias naturales de la Universidad Pedagógica Nacional. Propuesta de aula aplicada en un colegio concesionado de la ciudad de Bogotá. La IED Miravalle perteneciente al consorcio **Asociación Alianza Educativa**.

Reservados todos los derechos

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los autores del Copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamos públicos.

Para mayor información puede contactar a los autores de esta obra: Jeisson Steven López Oliva y Mary Lorena Moyano Acevedo a los siguientes correos electrónicos: jeissonlopez90@gmail.com y lolela190@gmail.com

Derechos del Autor

© 2017, Bogotá D.C., Colombia.





Técnicas de dibujo y fotografía

Contenido

TÉCNICAS DE DIBUJO.....	4
PLAN ESTRUCTURAL Y PROPORCIONALIDAD	5
CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE ANATOMÍA.....	6
RECONOCIMIENTO DE LAS PROPORCIONES DEL ORGANISMO.....	7
PUNTOS DE VISTA Y MOVIMIENTO	8
MOVIMIENTO	9
EL LUGAR DE OBSERVACIÓN (LA POSICIÓN DEL ANIMAL-PUNTO DE VISTA DEL DIBUJANTE).....	10
REVESTIMIENTO CORPORAL Y EL COLOR	11
TEXTURAS Y FORMAS DEL PELAJE, ESCAMAS Y CAPARAZONES DE LOS ORGANISMOS.....	12
TÉCNICAS DE FOTOGRAFÍA.....	13
PERSPECTIVA Y DIMENSIÓN	14
EL PLANO EN LA FOTOGRAFÍA.....	15
EL ÁNGULO Y LA POSICIÓN.....	15
MOVIMIENTO Y TEMPORALIDAD	16
EL SLOW MOTION Y EL TIME LAPSE.	17
FOLIOSCOPIO: CREANDO LA IMAGEN EN MOVIMIENTO	18
CUADERNILLO DE DIBUJOS.....	20



TÉCNICAS DE DIBUJO

Este cuadernillo tiene como objetivo posibilitar el aprendizaje de herramientas básicas para el dibujo. Es importante aclarar que esta cartilla diseñada por los profesores Jeisson Steven López y Mary Lorena Moyano docentes de biología de los colegios IED Miravalle e IED Chuniza – Bosco IV, está dirigida a estudiantes de bachillerato, específicamente a estudiantes de grado octavo, que se encuentran desarrollando temáticas frente a la reproducción en plantas y animales

Si usted posee bases sólidas en el dibujo, esta cartilla podrá parecerle en algunos casos insuficiente o carente de elementos técnicos, pero debe recordar que su contenido es meramente educativo y que busca acercar a los estudiantes al dibujo. Si después de terminar esta cartilla desea seguir avanzando y estudiando este campo, más específicamente del dibujo científico, lo invitamos a leer el libro de Gottfried Bammes titulado **DIBUJO DE ANIMALES**. Esta cartilla precisamente se basa en los postulados más básicos que presenta el autor.

“El dibujante debe decidir cuál es la impresión más fuerte de entre las muchas que le llegan y, en un principio, concentrarse solo en ésta y dejar las otras de lado. Partiendo de esta contemplación y observación selectivas, podemos dedicarnos enseguida a destacar lo que creemos esencial y significativo.” (Bammes, 1994)

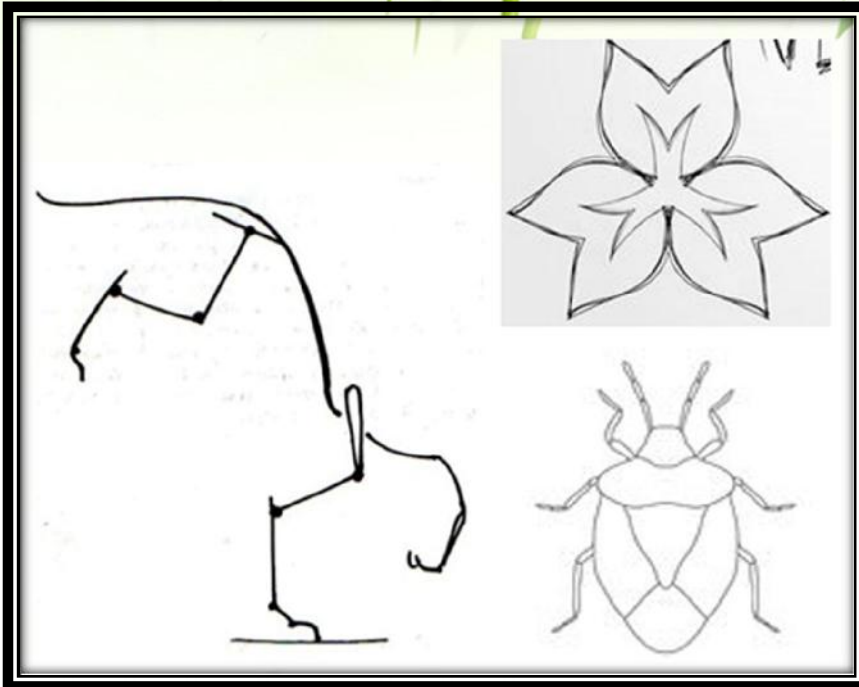
PLAN ESTRUCTURAL Y PROPORCIONALIDAD

Después de haber escogido la característica que deseamos plasmar en nuestro dibujo, debemos reconocer la naturaleza del objeto: sus movimientos, articulaciones, músculos, texturas, formas, colores y sus relaciones con el entorno, teniendo en cuenta el todo del objeto y no solo sus partes individuales. El finalizar un dibujo no es entonces, la mera reunión de sus características o rasgos aislados, sino que este se consolida al haber plasmado el objeto como una unidad.



Ilustración 1. Gottfried Bammes, DIBUJO DE ANIMALES.

CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE ANATOMÍA

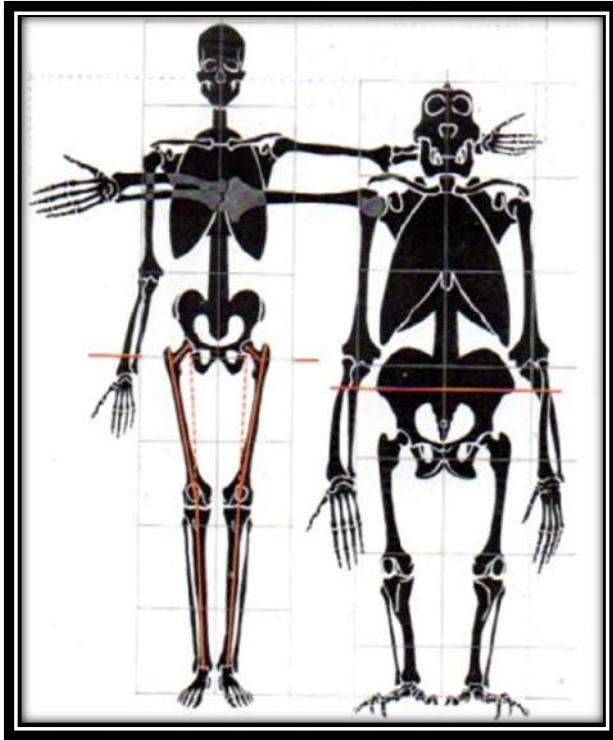


CONFIGURACION DE LA ESTRUCTURA

El objetivo del ejercicio es mostrar el organismo en su totalidad y las partes que lo conforman. En el armazón se puede representar fácilmente el movimiento, la postura o la disposición.

Representa la estructura corporal de un animal (mascota, animal favorito, gusto personal, etc.). Utiliza líneas y círculos para dibujar una forma de "croquis".

RECONOCIMIENTO DE LAS PROPORCIONES DEL ORGANISMO



DEFINICIÓN DE LA PROPORCIÓN

Para definir la proporción se reconoce el número de estructuras, los tamaños y disposición.

Por ejemplo, para dibujar un humano se debe tener en cuenta el tamaño y ubicación de la cabeza, el tronco y los miembros.

Dibuja un animal (Insecto, ave, humano, etc.) Donde puedas plasmar las proporciones correctas entre tamaño de los apéndices, la cabeza y el tronco. Puedes seguir el ejemplo del dibujo anterior.

PUNTOS DE VISTA Y MOVIMIENTO

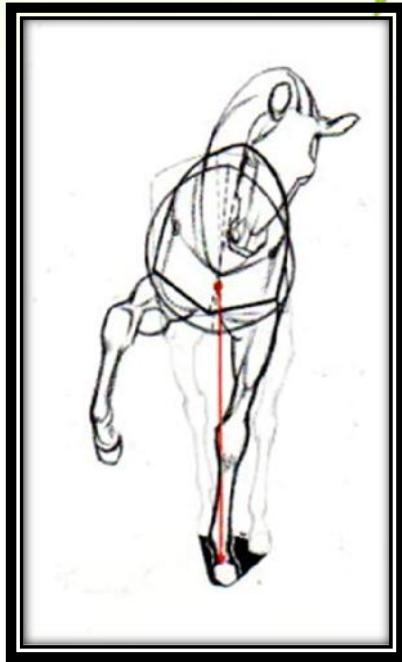
La naturaleza de un organismo implica el movimiento continuo, y no solo comprendido en forma de desplazamiento. Nunca encontraremos una ilustración, fotografía o esquema en la que el organismo se encuentre en una posición anatómica estándar o tomada desde el mismo ángulo visual. Al dibujar un caballo se puede observar el movimiento de los músculos intercostales de la caja torácica, el movimiento de las fosas nasales en un resoplido, el movimiento abdominal, mandibular. Es virtud del dibujante observar y lograr representar con fidelidad la posición y postura del organismo.

Las plantas en la mayoría de los casos se pueden encontrar en reposo, aunque cabe la aclaración que estas presentan algún movimiento en contra o favor de la luz (fototropismos) como en el caso del girasol. Otro ejemplo de movilidad vegetal se da en la *Mimosa púdica* o *Dionaea muscipula*, al cerrar o abrir estructuras vegetales como respuesta al contacto.



Ilustración 2. Grabados flores de jardín - 0151 - mimosa púdica. Rescatada de <http://informations-documents.com/environnement/coppermine15x/displayimage.php?pid=12156>

MOVIMIENTO

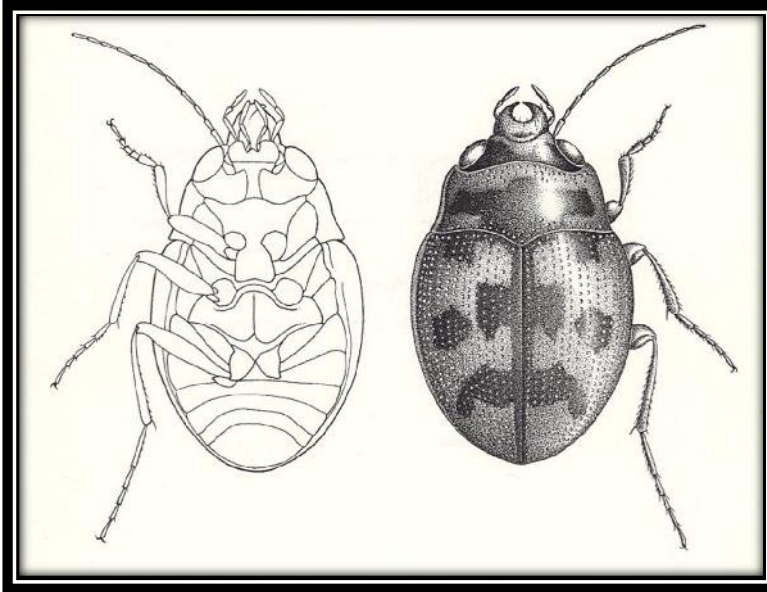


REPOSO Y MOVIMIENTO

Es importante recordar que cuando dibujamos el movimiento de un animal, este tiene una relación directa con el punto de gravedad, es decir con el balanceo, el equilibrio y la superficie de apoyo, todo esto varía dependiendo de en cuantas patas apoya el animal su peso.

Busque un recorte de un animal en movimiento y péguelo en la esquina superior derecha de este recuadro, ahora dibuje el mismo animal intentando plasmar otro movimiento.

EL LUGAR DE OBSERVACIÓN (LA POSICIÓN DEL ANIMAL- PUNTO DE VISTA DEL DIBUJANTE)



POSICIÓN VENTRAL,
DORSAL, FRONTAL Y
LATERAL.

Dependiendo la posición en la que se encuentre el animal o a planta se podrán plasmar características diferentes. En este ejercicio intenta dibujar por lo menos dos de las vistas de un mismo animal puedes usar un estereoscopio.

Dibuje un insecto que encuentre en su entorno, con ayuda de un estereoscopio podrá observar algunas de las características que a simple vista no puede observar. Dibújelo por lo menos en dos vistas diferentes.

REVESTIMIENTO CORPORAL Y EL COLOR

Una de las características más difíciles de conseguir son las texturas o formas del revestimiento corporal de los animales. La aplicación correcta del color a un dibujo permite ver claramente las estructuras de un organismo, pero además de ello la posición más próxima del observador puede mostrar la nitidez del objeto; la posición de la luz con respecto a las sombras creadas, identificada por un tono de color mayor en el borde opuesto de la dirección de esta y por último la textura y dirección de las fibras, placas o pelos con respecto al crecimiento del organismo aplicando el color de estos siguiendo esta condición.

Los revestimientos corporales tanto en el reino vegetal como animal son tan variados no solo entre especies, sino entre organismos de una misma especie. Al igual que en otros muchos aspectos estos revestimientos les dan una identidad única a los organismos.

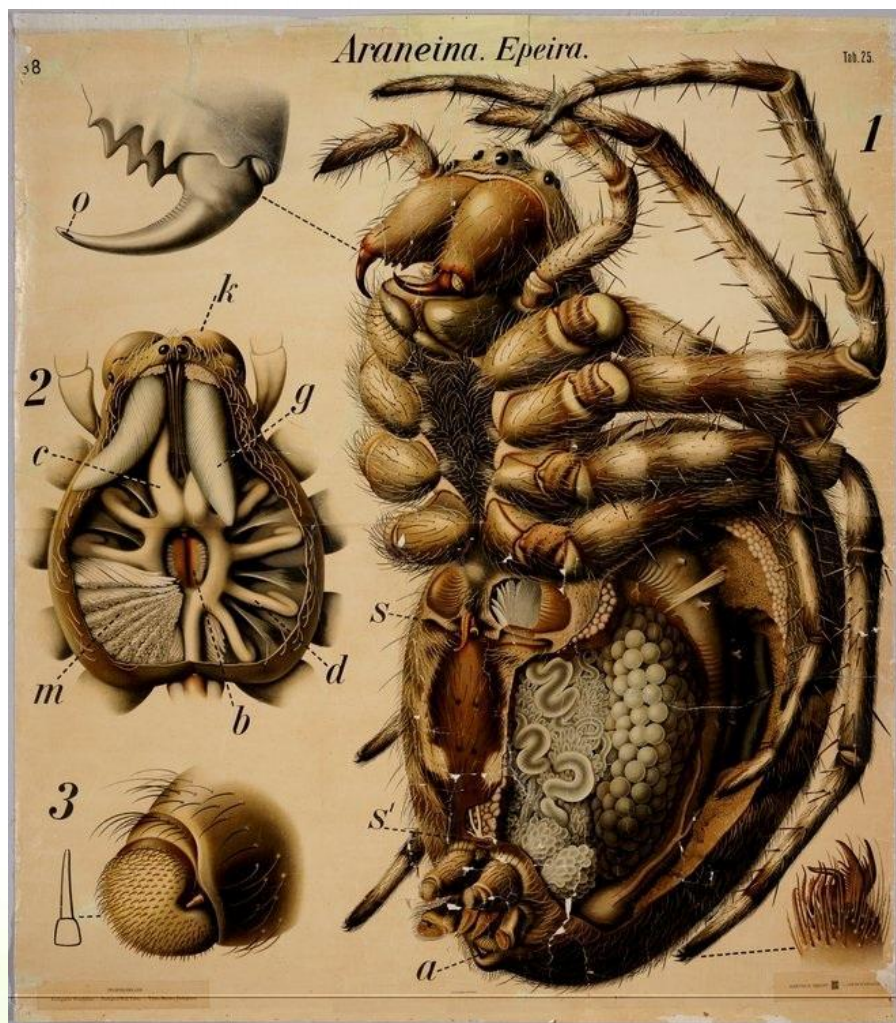


Ilustración 3. Insectos - Dibujos de la colección de la Universidad de Wageningen. Rescatada de <http://www.aryse.org/insectos-dibujos-de-la-coleccion-de-la-universidad-de-wageningen/>

TEXTURAS Y FORMAS DEL PELAJE, ESCAMAS Y CAPARAZONES DE LOS ORGANISMOS.



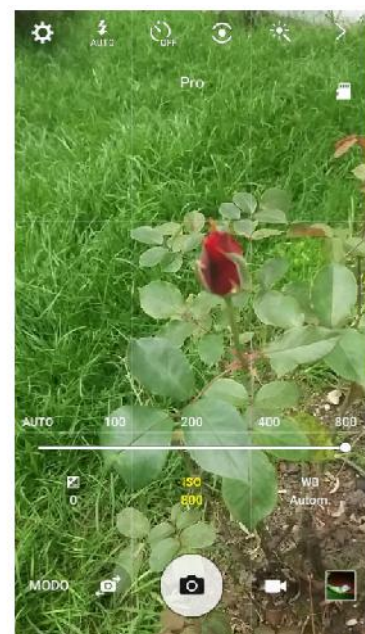
LAS PIEL DE LOS REPTILES

Busque la fotografía de un reptil (Serpiente, lagartija, cocodrilo, Tortuga, etc.) Observe las diferentes texturas que presenta su piel intente plasmar las características de la piel con ayuda de luces y sombras.

Dibuje un reptil en esta oportunidad busque dibujar las características de la piel de este animal, por ejemplo: humedad, resequedad, áspero, liso, etc. Tenga en cuenta lo que ya ha aprendido.

TÉCNICAS DE FOTOGRAFÍA

Esta cartilla también está enfocada en la fotografía como una parte importante para capturar eventos naturales. Tenga en cuenta que, al ser un trabajo de tipo educativo, el acceso a equipos profesionales es carente, por ello se aprovechará de gran manera el uso de equipos celulares, donde se pretende que se aproveche todas las características que posee la cámara y el uso de aplicaciones que permiten a al celular sacar su máximo desempeño. Se plantea una pequeña guía teniendo en cuenta el celular que posee características óptimas de buena resolución



PERSPECTIVA Y DIMENSIÓN

Al momento que deseamos fotografiar un evento es relevante tener en cuenta algunos aspectos que juegan un papel determinante en lo que queremos captar: El plano y el ángulo. Estos se determinan según las características o detalles que se quieren tomar del organismo. Por ejemplo, si se quiere tomar no solo el organismo si no su entorno el plano será mucho más abierto, pero si lo que se quiere lograr es el detalle de alguna estructura un plano más cercano y cerrado será la opción. Este último plano es más usado en la microscopia. Por consiguiente, tenemos el ángulo, el cual logra determinar la posición del fotógrafo al momento de tomar la fotografía, pero además de ello permite que este establezca que es lo que desea plasmar, es decir las peculiaridades que el fotógrafo quiere exaltar y la posición en la que se presenta dicho evento.

Por ello, entonces la perspectiva y la dimensión de una fotografía es la suma de estos dos ítems, por lo menos en lo que tiene que ver con la relación y el aspecto de esta. Aunque no es el único factor la luminosidad, el tiempo de exposición o incluso los filtros logran determinar detalles de una foto.



*Ilustración 4. Una de las imágenes de Steve (la franja morada de la imagen) recogida en el grupo de Facebook 'Gallery of Steve'
Recuperada de <http://ep02.epimg.net/elpais/videos/2017/04/27/ciencia/e2ac461b6fc75380e68301a5e153fb26.mp4>*

EL PLANO EN LA FOTOGRAFÍA

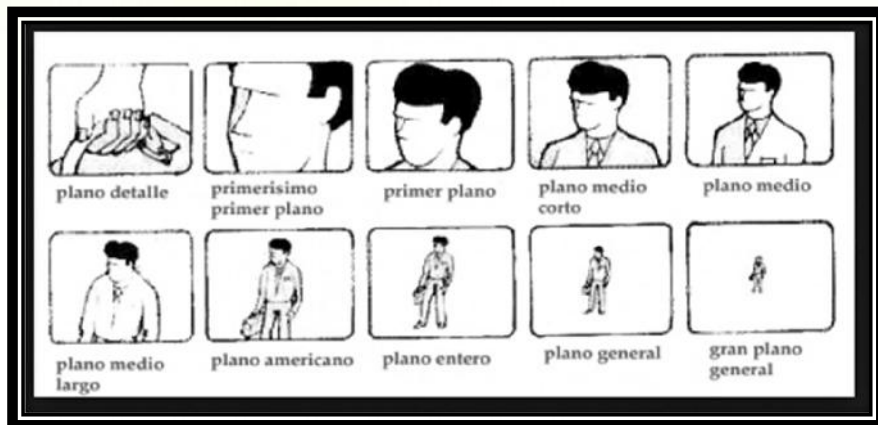


Ilustración 5 Tipos de imagen según el encuadre. Tomada de <http://educomunicacion7.webnode.es/album/fotogaleria/tipos-de-plano-segun-el-encuadre-png/>, 31 de marzo de 2017

TIPOS DE PLANOS.

Usando lo aprendido en el ítem anterior, toma una fotografía teniendo en cuenta cada uno de los ángulos que se explican en el diagrama.

EL ÁNGULO Y LA POSICIÓN

TIPOS DE ANGULOS Y POSICIONES.

Usando lo aprendido en el ítem anterior, toma una fotografía teniendo en cuenta cada uno de los ángulos que se explican en el diagrama.

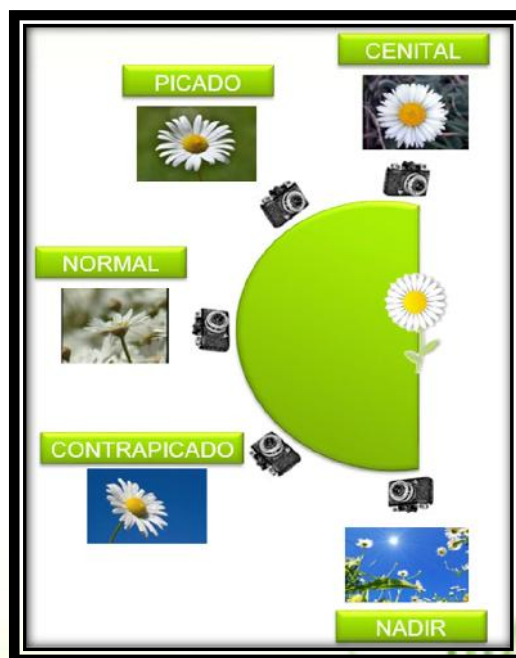


Ilustración 6. Tipos de plano según el ángulo de la cámara.

MOVIMIENTO Y TEMPORALIDAD

Al momento de fotografiar lo natural nos enfrentamos a muchos desafíos: Una ráfaga repentina de viento, una gota de agua que cae, un ruido estruendoso, nuestros propios pasos al acercarnos o hasta el flash de la cámara. Todos estos factores y muchos más, pueden alterar el momento de reposo de aquel organismo que deseamos fotografiar o en muchos casos lo efímero del momento no permite desenfundar la cámara, es por ello que la primera recomendación para el fotógrafo aficionado es agudizar sus sentidos, estar atento y preparado para disparar que, en cualquier momento, pero además usar todas las técnicas que le posibiliten tener la mejor toma.



Ilustración 7 Fotografía de Danny Pérez. Rescatada de <https://www.google.com.co/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiZqPupoJvUAhVE2SYKHcSRBLOQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fecoesfera.com%2F2014%2F10%2Ffestas-marcas-son-las-responsables-del-col>

EL SLOW MOTION Y EL TIME LAPSE.

Descarga cada uno de las siguientes aplicaciones en tu celular. La primera de ellas funciona tomando un video digital del evento puede ser el vuelo de una abeja cerca de una flor o el paso repentino de un colibrí, este evento puede pasar en uno pocos segundos, pero este programa permite disminuir la velocidad de reproducción del video obteniendo imágenes específicas sobre lo que acabamos de observar. A esta técnica en fotografía que sirve para el estudio de eventos naturales que pasan repentinamente se denomina Slow Motion o efecto cámara lenta.

Cabe aclarar que esta aplicación específicamente no está permitiendo la captura en cámara lenta únicamente permite disminuir la velocidad de reproducción, este efecto causa que se baje la calidad del video, por ello es altamente recomendable que se debe configurar la aplicación con la máxima resolución que permita el equipo y tener una capacidad de almacenamiento aceptable o de lo contrario solo nos dejara grabar uno o dos videos y posteriormente deberemos descargarlo a otro equipo o subirlo a un dispositivo virtual.



Efecto de cámara lenta

Bizo Mobile Reproductores y editores de video

E Para todos

Contiene anuncios · Ofrece compras en la aplicación

i Esta aplicación es compatible con tu dispositivo.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobile.bizo.slowmotion&hl=es>

Por el contrario, se encuentra esta segunda aplicación, la cual nos permite capturar eventos naturales que pasan muy despacio y por lo tanto son difíciles de percibir, por ejemplo, el movimiento de los cuerpos celestes o el movimiento de las plantas. En este caso la aplicación toma fotografías repetidas veces según un tiempo determinado y son copiladas en forma de video. A esta técnica fotográfica que se emplea para el estudio de eventos muy lentos se le conoce como Time lapse.

Para esta aplicación es aconsejable tener un soporte o generar alguna estructura que permita mantener el celular en la misma posición durante varias horas e incluso días y el equipo conectado por la entrada del celular al cargador, para que cuando se requiera pueda ser conectado a la toma corriente sin mover el equipo. De la misma forma se requiere un espacio de almacenamiento apropiado o configurar el dispositivo para que almacene las fotografías en un dispositivo virtual.



Lapse It • Time Lapse Camera

Interactive Universe Reproductores y editores de video ★★★★★

E Para todos

Contiene anuncios · Ofrece compras en la aplicación

i Esta aplicación es compatible con tu dispositivo.

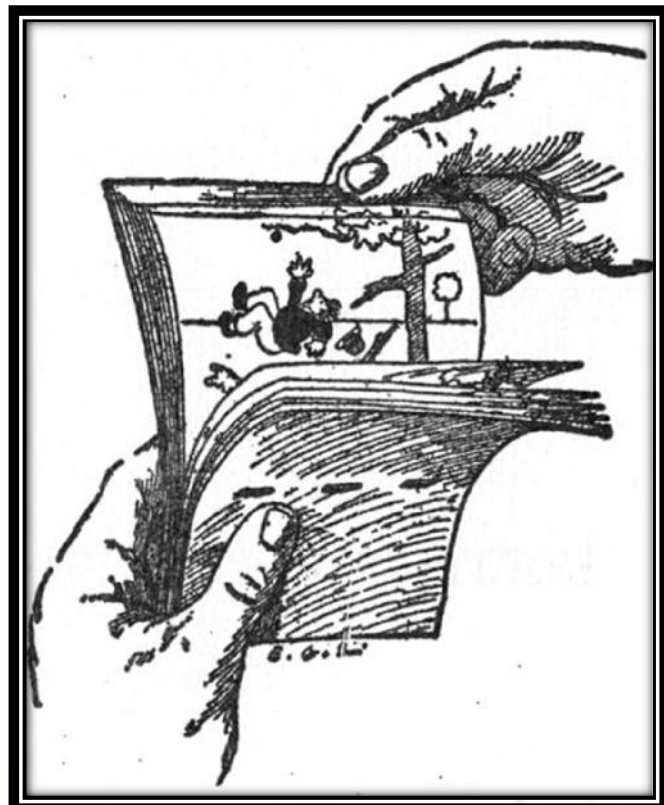
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ui.Lapselt&hl=es>

FOLIOSCOPIO: CREANDO LA IMAGEN EN MOVIMIENTO

FOLIOSCOPIO

El motoscopio o folioscopio es una técnica empleada para crear la percepción de movimiento en imágenes estáticas, las cuales se elaboran en un pequeño libro, donde se varían pequeños detalles de la misma imagen y a través del cambio rápido de estas hojas se puede observar aprovechando la persistencia retiniana un movimiento.

Recorta el folioscopio de la siguiente página crea el cuadernillo con las imágenes y juega con él.





CUADERNILLO DE DIBUJOS

COLEGIO

DOCENTE

NOMBRE

APELLIDOS

CURSO

