



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

---

## Facultad de Educación

**Modelización de la función vital de la reproducción en plantas con flor al construir la  
relación flor -fruto en los estudiantes de quinto grado**

**Trabajo presentado para optar al título de Licenciado(a) en Educación Básica con  
Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

**Autoras:**

**HANCY IBARGÜEN MOSQUERA**

**NATALY MARÍN GIL**

**VANESA CORTÉS PELÁEZ**

**Dirigido por**

**FANNY ANGULO DELGADO**

**CARLOS ARTURO SOTO LOMBANA**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Educación**

**Medellín**

**2018**



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

---

**Facultad de Educación**

Agradecemos a Dios por la sabiduría, por darnos fuerzas para luchar día a día, por todas las bendiciones recibidas, y porque gracias a Él hemos llegado hasta aquí.



### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre María Victoria por su inmenso amor, por apoyarme en cada paso y ser incondicional en este proceso, por ser mi ejemplo a seguir, y enseñarme a dar siempre lo mejor de mí. Muchas gracias a mi abuela por ser un pilar en mi formación y confiar en mis capacidades. A cada uno de los maestros que aportaron en nuestros estudios y de una u otra forma, se vio reflejado en nuestro trabajo. A mi compañero sentimental por brindarme su apoyo y alentarme para continuar, a mis hermanos, demás familiares y a todas las personas que contribuyeron para hacerlo posible.

Hancy Iburgüen Mosquera

En primer lugar, quería manifestar mi gratitud a mi Padre Jorge quien siempre mostro su apoyo incondicional. A mi Madre Aura Elena por su amor, paciencia, comprensión y por ser quien siempre guía mi camino. A mi Hermano Sebastián por estar siempre a mi lado y apoyarme. A mi primo Edison Ferney por aquel empujoncito de motivación para culminar este proceso. Y a todas las personas que hicieron posible este gran logro. Quisiera agradecer a la Universidad por permitirme conocer a tan maravillosos maestros quienes me incentivaron en muchos sentidos a seguir adelante.

Nataly Marin Gil

Agradecer a mis compañeras Nataly y Hancy por estar siempre presentes, por hacer que este grupo siempre funcionará y así, poder avanzar en cada fase del proyecto hasta finalizarlo. Quiero agradecer a toda mi familia, mis padres (Gloria y Jaime) por su apoyo y amor incondicional, mis hermanas y hermano (Verónica, Catalina, Sorany, Yaqueline y Esneider), por darme siempre el mejor ánimo, por escucharme y estar pendientes de mí. Gracias a mis tíos y tías, en especial a Luz Stella por su gran dedicación y amor para conmigo. Además, Quiero agradecer a Francisco por acompañarme durante todo este proceso de formación, por todo el amor que he recibido de su parte, por toda la fortaleza, comprensión, paciencia y apoyo compartido conmigo. Gracias a todos, los amo. Por último, muchas gracias a todos aquellos, que durante este camino han aportado su granito de arena, profesores, compañeros, amigos, gracias por hacer cada día más ameno.

Vanessa Cortés Peláez



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

---

**Facultad de Educación**

Por último, quedan cortas las palabras para agradecer a todos quienes formaron parte de nuestro proyecto de investigación "...", pero es necesario expresar nuestro gran aprecio:

Gracias a la Universidad de Antioquia, por permitirnos avanzar en este proceso, por brindar los espacios y las oportunidades para hacer las cosas de la mejor manera.

Gracias a la Institución Educativa La Paz, sede John F. Kennedy por abrimos las puertas para desarrollar allí nuestro proyecto, formar parte del mismo y ayudarnos a nuestra formación integral como futuras docentes.

Gracias infinitas a la Dra. Fanny Angulo Delgado, por brindarnos lo mejor de sí misma, por su tiempo y compromiso, por su paciencia, su responsabilidad, por apoyarnos y acompañarnos durante todo este proceso, por corregirnos tan sutil y oportunamente. Por compartir con nosotras su conocimiento y dejarnos tantas enseñanzas, gracias por ayudar a que nos apasionáramos aún más desarrollando esta experiencia.

Gracias al Dr. Carlos Soto Lombana, por su tiempo, sus adecuadas correcciones y por su aporte pertinente al proceso.

Gracias a todos aquellos que de una u otra forma hicieron posible la culminación de este proyecto.

De todo corazón gracias, hemos iniciado a construir un sueño y confiamos continuar con él, para transformar la labor educativa, y poder aportar así a la construcción de una sociedad mejor.



### Contenido

<b>RESUMEN</b>	10
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>2. ANTECEDENTES</b>	14
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	21
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	23
<b>4.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	23
<b>5. OBJETIVOS</b>	25
<b>5.1. General:</b>	25
<b>5.2. Específicos</b>	25
<b>6. MARCO CONCEPTUAL</b>	26
<b>6.1. CAPITULO I: CIENCIA ESCOLAR</b>	26
<b>6.2. CAPÍTULO II: MODELOS Y MODELIZACIÓN</b>	27
<b>6.3. ¿Qué es un Modelo Científico?</b>	30
<b>6.3.1. Modelo Disciplinar (MD)</b>	31
<b>6.3.2. Modelo Estudiantil Inicial (MEi)</b>	31
<b>6.3.3. Modelo Curricular (Mcu)</b>	31
<b>6.3.4. Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA)</b>	32
<b>7. CAPITULO III: SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE (SEA)</b>	33
<b>8. CAPÍTULO IV: REPRODUCCIÓN EN PLANTAS CON FLOR</b>	34
<b>9. METODOLOGÍA</b>	38
<b>9.1. Contexto de la investigación</b>	39
<b>9.2. Participantes</b>	39
<b>9.3. Etapas de la Investigación</b>	40
<b>9.3.1. Etapa 1: Observación y reconocimiento de los Modelos Iniciales.</b>	40
<b>9.3.2. Etapa 2: Construcción de los Modelos Científicos basados en el ONEPSI y el diseño de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje.</b>	41
<b>9.3.3. Etapa 3: Implementación de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) y recolección de la información</b>	42
<b>9.3.3.1. Explicitación del modelo estudiantil inicial</b>	42
<b>Actividad 1: ‘¿Cómo nacen los mangos?’:</b>	42



## Facultad de Educación

9.3.3.2. Introducción de los nuevos conocimientos	43
Actividad 2: ‘Entidad: La flor’:	43
Actividad 3: ‘Crea la Flor’:	44
9.3.3.3. Estructuración y Síntesis	44
Actividad 4: ‘Maqueta tipo herbario’:	44
Actividad 5: ‘Reproducción de las plantas’	45
Actividad 6: ‘Lotería’:	45
9.3.3.4. Explicitación del modelo estudiantil – logrado	46
Actividad 7: ‘Historieta’	46
9.4. Fuentes e Instrumentos de Información	46
9.5. Organización de información.	47
9.6. Análisis de información	50
9.7. Tratamiento ético de la información	51
9.8. Configuración de Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA).	52
10.1.2. Modelos	52
10.1.2.1. Modelo Estudiantil Inicial	52
10.1.2.2. Modelo Curricular:	53
10.1.2.3. Modelo Disciplinar	55
10.1.2.4. Modelo Científico Escolar de Arribo	56
9.9. Identificación de las demandas de aprendizaje	57
9.10. Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, a partir de las demandas de aprendizaje identificadas en el MCEA.	58
9.11. Análisis de la evolución de los modelos estudiantiles	59
9.11.1. Comparación Modelo de Fase de Introducción (MI) vs MEi vs MCEA.	60
9.11.2. Comparación Modelo de la fase de Estructuración (ME) vs MEi vs MCEA.	63
9.11.3. Comparación Modelo de la fase de aplicación (ML) vs MEi vs MCEA.	74
10. CONCLUSIONES	82
11. RECOMENDACIONES	86
12. BIBLIOGRAFÍA.	89
13. ANEXOS	96
Anexo 1: Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) sobre la reproducción en plantas con flor.	96



Anexo 2: Producciones de los estudiantes de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje.	114
Anexo 3: Consentimiento Informado	118

### Índice de Figuras

Figura 1: Modelo ONEPSI para la construcción y reconstrucción de modelos mentales.	26
Figura 2: Reconfiguración del modelo ONEPSI según López y Angulo (2014)	27
Figura 3: Partes de una flor.	33
Figura 4: Flor: a- Hermafrodita, b-Masculina y c-Femenina	34
Figura 5: Tendencia de respuesta de los estudiantes en la actividad de exploración de los MEi mostrada para el tratamiento de la información obtenida.	46
Figura 6: Identificación de las demandas de aprendizaje	55
Figura 7: Resumen de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje sobre la reproducción en plantas con flor.	56
Figura 8: Correspondencia entre las actividades y la demanda de aprendizaje a atender.	57



### Índice de Imágenes

Imagen 1 La flor (clasificación de plantas con flor y sin flor).	59
Imagen 2 Los estudiantes se encontraban realizando la maqueta de cada una de las partes de la flor involucradas en la reproducción sexual de las plantas.	60
Imagen 3 Los estudiantes teniendo en cuenta las explicaciones de la profesora durante la disección de la flor de San Joaquín, pudieron identificar cada estructura involucrada en la reproducción.	60
Imagen 4: Explicaciones construidas de los modelos MEi y ME, en base al ONEPSI (Gutiérrez, 2014), teniendo en cuenta las producciones de los estudiantes.	63
Imagen 5: Respuestas de los estudiantes en la actividad de completar la información presentada.	66
Imagen 6: Respuestas obtenidas por los estudiantes sobre la lectura “El Murciélago”.	68
Imagen 7: Explicaciones de los modelos MEi y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014)	75
Imagen 8: Respuestas de los estudiantes en la actividad inicial (¿De dónde viene los mangos?) y la actividad final (Don Miguel)	76
Imagen 9: Explicaciones elaboradas a partir de las actividades realizadas por los estudiantes, extraída de los modelos MCEA y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014).	78
Imagen 10: Respuesta de uno de los estudiantes en la actividad final de Don Miguel.	79



### Índice de Tablas

Tabla 1: Modelo estudiantil inicial sobre la reproducción de plantas con flor.	52
Tabla 2: Modelo Curricular sobre la reproducción en las plantas con flor.	53
Tabla 3: Modelo Disciplinar sobre la reproducción de plantas con flor.	54
Tabla 4: Modelo Científico Escolar de Arribo sobre reproducción de plantas con flor.	55
Tabla 5: Modelo estudiantil en la fase de introducción.	59
Tabla 6: Modelo estudiantil en la fase de estructuración.	62
Tabla 7: Análisis de respuesta de los estudiantes, para verificar fiabilidad de respuestas.	73
Tabla 8: Modelo estudiantil en la fase de Aplicación, es decir del Modelo Logrado (ML)	75



### RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue analizar la evolución de los modelos estudiantiles de un grupo de estudiantes de quinto grado de la I.E. La Paz (Envigado), al modelizar la relación flor – fruto a partir de una secuencia de enseñanza y aprendizaje – SEA diseñada para atender a las demandas de aprendizaje identificadas. Se considera la posibilidad de construir estos modelos en el marco de una ciencia escolar, y el concepto de modelo científico ONEPSI (Gutiérrez, 2014) permite interpretar la configuración de la modelización y que el Modelo Científico Escolar de Arribo – MCEA es un referente clave para el diseño de la SEA. Para el diseño metodológico, se eligió un enfoque cualitativo de tipo interpretativo, para analizar, interpretar y explicar el proceso de modelización realizado por los estudiantes. Según los resultados obtenidos, el ONEPSI fue fundamental para analizar la evolución de los modelos estudiantiles, los cuales tuvieron una aproximación significativa a las explicaciones previstas en el MCEA.

**Palabras Claves:** Modelos, Modelización, secuencia de enseñanza y aprendizaje, ciencia escolar, reproducción de plantas con flor.



### 1. INTRODUCCIÓN

En los estándares curriculares de Colombia para la enseñanza de las Ciencias Naturales, es primordial la enseñanza de la reproducción en las plantas en el grado 5to, con el propósito de que los estudiantes adquieran un amplio conocimiento de cómo se constituyen las plantas y como es su reproducción, además de la importancia de las mismas para la existencia del ser humano.

Su abordaje en las instituciones educativas tiende a ser de corte tradicionalista, y por ende descontextualizado; es decir la enseñanza de las plantas y su reproducción es llevada al aula de clase como un simple contenido que no tiene relación con la realidad misma del estudiante, lo cual no involucra una reflexión acerca de lo que se le enseña, esto se refleja en el hecho de que no se evalúan las competencias aprendidas durante el proceso, ni tampoco la postura adquirida respecto al tema y su relación con los fenómenos que ocurren en la realidad. Es importante que los estudiantes sepan cómo se reproducen las plantas, porque es un fenómeno natural, donde la ciencia escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005) permite al estudiante elaborar explicaciones racionales concerniente a ello, para comprender según Pujol (2007) las relaciones dinámicas que en el transcurso de la historia se han establecido entre la sociedad y la naturaleza.

Los estudiantes del grado 5to han construido representaciones alternativas, que pueden obstaculizar la consolidación de modelos explicativos próximos al modelo científico escolar de arriba – MCEA (López y Moreno, 2014), concerniente al nivel educativo en el que se encuentran los estudiantes.



En la búsqueda bibliográfica realizada en algunas bases de datos (Dialnet, ERIC, Scielo, EBSCO), se pudo evidenciar la carencia de estudios referidos a la modelización por parte de los estudiantes en la reproducción sexual de las plantas, a pesar de la importancia que tiene en la ciencia escolar para la comprensión de sus procesos biológicos.

En el campo de la didáctica de las ciencias, el enfoque de modelos y modelización ha tomado relevancia en los últimos 15 años, por lo cual según Gutiérrez (2004), la modelización es la etapa actual de la didáctica de las ciencias, debido a que este enfoque creado dentro del marco teórico de la ciencia cognitiva, está acaparando toda la atención de muchos autores que tienen interés en este tema; con el propósito de comprender la “representación espontánea” de los sujetos hacia un fenómeno.

Para el diseño metodológico, se eligió un enfoque cualitativo interpretativo, con la participación de 36 estudiantes del grado 5to de la Institución Educativa La Paz, sede Jhon F. Kennedy. Para la recolección de los datos se tuvieron en cuenta las producciones obtenidas de los estudiantes a través de la aplicación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje, basada en modelos y modelización, además de las grabaciones en video y fotografías recopiladas.

Para la elaboración de la SEA se tuvieron en cuenta los aportes de Pujol (2007); Leach y Scott (2002); Viiri y Savinainen (2008) y López y Moreno (2014) en este campo, considerando que durante sus cuatro momentos (verbalización, introducción, estructuración, y aplicación) se podían recopilar los datos referentes a la evolución de los modelos estudiantiles, para posteriormente hacer un análisis de ellos.



Según Bliss y Ogborn (citados por Barrera y otros, 2013), los estudiantes por medio de la escritura y las representaciones gráficas generan explicaciones sobre lo que saben y aprenden; por esto la exploración de los modelos, permite posteriormente el análisis, facilitando que los estudiantes puedan elaborar nuevos modelos o evolucionar los que ya poseen, donde a través de la intervención docente se puede establecer un equilibrio entre el modelo estudiantil inicial, el modelo curricular y el modelo científico.

La fundamentación teórica que se tomó como referente en esta investigación está basada en los planteamientos de Modelos y Modelización de Rufina Gutiérrez Goncet (2014). Para esta autora, “un modelo se entiende como la representación de un referente y, los referentes representados por los modelos pueden ser varias entidades, como objetos, fenómenos, procesos, ideas, o sistemas” (p.38). En este campo de estudio de la didáctica de las ciencias podemos encontrar otros autores importantes entre ellos Agustín Adúriz- Bravo, Marco Moreira, Adriana Gómez, Mercè Izquierdo, Oscar Tamayo, Ángel López - Mota, Fanny Angulo, entre otros.

Esto resulta conveniente en el trabajo aquí planteado, porque conocer, describir y analizar los modelos iniciales de los estudiantes, permitirá conocer cómo están comprendiendo los fenómenos que se presentan en la naturaleza, en este caso la reproducción en plantas con flor, donde el fenómeno de valor educativo para modelizar en grado 5to es ¿Cómo nacen los mangos?



### 2. ANTECEDENTES

En el trabajo realizado por Yesenia Rojas (2007) se ponen en evidencia las dificultades que presenta el futuro profesor de ciencias frente a la modelización del “modelo de reproducción de plantas con flores” y su reconstrucción como objeto de enseñanza, mediante una investigación cualitativa y de estudio de caso, contando con un grupo de 4 profesores de formación inicial. En su investigación destaca cómo la elaboración de modelos tiene un potencial en la explicación de la reproducción de las plantas con flor, ya que acerca al estudiante a los propósitos de la ciencia escolar. En el marco de nuestra investigación es importante a través de la aplicación de la secuencia de enseñanza, facilitar la construcción de modelos científicos escolares, para que los estudiantes puedan reflexionar, desarrollando competencias científicas que les permitan comprender el mundo real y lograr un aprendizaje significativo.

Sin embargo, la enseñanza de la flor ha sido estudiada de forma tipificada, es decir basada en el modelo morfológico, tratando de adaptarlo a todas las flores, lo cual no ha permitido, un proceso de modelización crítico, como menciona Rojas (2007) es necesario un “mediador en el diálogo que facilite comprender la relación del modelo teórico, con la realidad que pretende modelizar” (p.75).

Al continuar con la revisión bibliográfica referente a las dificultades de la modelización en biología encontramos el trabajo de Olvera (2016) sobre “Evaluación del logro del modelo científico escolar de arribo sobre germinación por estudiantes de biología mediante una secuencia didáctica”, donde el autor señala que en la biología vegetal se presenta una serie de



dificultades en su enseñanza debido a su complejidad, además los estudiantes prefieren trabajar con animales en lugar de plantas. No obstante, las múltiples dificultades de los estudiantes frente a este tema, existen pocas investigaciones de las concepciones espontáneas de los estudiantes concernientes a la botánica. Teniendo en cuenta este aspecto, para nuestra investigación resulta pertinente conocer los modelos iniciales estudiantiles para acercarlos a los modelos científicos.

El estudio realizado por Vásquez (2012), acerca de la enseñanza de la reproducción de las plantas angiospermas, muestra que los estudiantes dudan y/o desconocen el tema de la reproducción en las plantas. En primer lugar, desconocen la existencia de órganos en las plantas; o quienes los identifican no reconocen sus funciones; en segundo lugar, muchos no asocian el órgano “Flor” como parte de aparato reproductor porque creen que estos organismos no poseen órganos sexuales; en tercer lugar, consideran que la reproducción en las plantas es de tipo sexual o asexual, pero no consideran que las dos se pueden presentar en el mismo organismo. Según lo encontrado en esta investigación otro modelo alternativo, es que relacionan la reproducción sexual con el encuentro de dos organismos diferentes (con capacidad de desplazamiento), esto porque los estudiantes tienden a asumir que el modelo reproductivo humano aplica para las plantas; otra concepción alternativa es que relacionan la reproducción de las plantas con el proceso de la fotosíntesis, así como lo muestra el estudio de Vásquez (2012), en una de las ideas alternativas de los estudiantes entrevistados: “las plantas se reproducen por sí mismas con la ayuda de los rayos del sol” (Vásquez, 2012, p. 68). En esta medida el aporte de este trabajo a la investigación, es que nos brinda un panorama específico de las dificultades de los estudiantes en la construcción de explicaciones referentes a la reproducción de las plantas, haciendo necesaria una intervención para una mejor formación científica básica.



Gómez (2005) en su investigación “la construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar”; pretendía profundizar en los procesos de construcción modelos científicos escolares, utilizando tres unidades didácticas para ayudar a los niños y las niñas a interpretar la perturbación de los incendios forestales, utilizando para ello el modelo de ser vivo; fue una investigación-acción para dar coherencia a teoría y práctica en relación a los procesos de modelización en el aula. Concluyó que los escolares solían perder de vista la función de reproducción de la semilla identificándose como alimento de los animales, quizás por su experiencia respecto a las frutas y semillas como alimento. Para esta investigación es relevante debido a que nos reafirma la importancia de la modelización en la reproducción de las plantas con flor, para ayudar al reconocimiento de las plantas como seres vivos, que cumplen con funciones vitales.

Otra conclusión importante de este trabajo es que para la función de reproducción el punto de partida de los escolares se situaba en reconocer que los seres vivos en general, incluyendo personas, animales y plantas, provienen de otros seres vivos. Pero al ir a los mecanismos explicativos respecto a la idea de transmisión de información, el punto de partida de los escolares está en los seres humanos, aún no lo reconocen en los animales y en las plantas. Este aporte permite visualizar cómo las analogías creadas por los estudiantes desde una visión antropocéntrica, hace que sus representaciones iniciales de la reproducción sean un obstáculo para dar explicaciones más cercanas a las científicas.

Barrera, López y Morales (2013), en su investigación realizaron un acercamiento a la enseñanza y aprendizaje del proceso de germinación, a través del estudio de los modelos



expresados por los estudiantes de grado quinto. Encontraron que los estudiantes presentan modelos con vacíos conceptuales lo que les impide tener mayor claridad sobre procesos como germinación, fotosíntesis, reproducción sexual y asexual de las plantas, procesos que son importantes para la creación de un modelo mental mejor estructurado, que explique de manera precisa estos procesos biológicos y permita establecer relaciones entre los mismos. Este trabajo de grado fortaleció nuestra investigación permitiéndonos observar las dificultades que se presentan en la modelización por parte de los estudiantes respecto a las funciones vitales del ser vivo.

En el trabajo de investigación de Jaramillo y Álzate (2017) “Enseñar y aprender sobre las funciones vitales desde el enfoque de la modelización”, las autoras elaboran dos estudios de caso con estudiantes de quinto grado de primaria en dos Instituciones Educativas oficiales del Departamento de Antioquia, para analizar la evolución del modelo estudiantil mediante la secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre las funciones vitales, a fin de que el estudiante construya explicaciones acerca de los fenómenos del ser vivo. Esta investigación es importante para el desarrollo de nuestro trabajo de grado, ya que sirve de referente principal porque abarca aspectos similares para el análisis de la evolución de los modelos científicos en los estudiantes.

Según el trabajo de Adriana Gómez (2014), en el campo de la educación en ciencias el enfoque de modelos y modelización ha adquirido importancia, especialmente en los últimos 15 años, por ello se puede afirmar que se recopila una muestra representativa de trabajos referente al tema.



Ingham y Gilbert (1991) sostienen que un modelo es una representación simplificada de un sistema que concentra la atención en un aspecto específico. Esta definición se puede relacionar con los modelos iniciales de los estudiantes, debido a que a través de su experiencia cotidiana han construido representaciones para explicar lo que sucede en la naturaleza, tomando algo preciso de un tema en general. La importancia de la construcción de modelos radica en que no son una etapa auxiliar sino un aspecto fundamental, para la elaboración de explicaciones.

Sin embargo, el concepto de modelo es de carácter polisémico según Gutiérrez (2004), de manera que la clarificación y delimitación de este ha presentado tensiones entre los enfoques de varios autores como Adúriz- Bravo & Ariza, Rufina Gutiérrez, etc.

Es importante destacar la revisión detallada de Gutiérrez, referente a los modelos desde el año 2001 hasta el año 2014, en donde hace una caracterización del significado de modelo científico y los constituyentes tanto ontológicos, epistemológicos y psicológicos, creando el ONEPSI el cual según los autores López y Angulo (2016) en su artículo “ Representaciones estudiantiles sobre nutrición humana como modelo estudiantil inicial para referencia didáctica”, resulta ser una potente herramienta para inferir un “Modelo Estudiantil inicial – MEi”, y así, obtener un punto de referencia, porque proporciona información valiosa sobre importantes construcciones mentales, ya que permiten identificar obstáculos para una correcta apropiación de la ciencia escolar que deben ser tenidos en cuenta para la enseñanza de esos saberes.

En otros trabajos realizados por López- Mota y Moreno – Arcuri (2014), Pereda y López – Mota (2015), Faustino y Rodríguez (2014), Miguel et al. (2014) y en la entrevista realizada por la Dra. Elsa Meinardi a López y Angulo (2016) destacan la importancia de los modelos y



modelización en la enseñanza de la ciencia a través del diseño de secuencias basadas en este enfoque, a partir de los currículos establecidos en los lineamientos de América Latina. Bajo este enfoque, López y Moreno (2014) relacionan el modelo curricular, el modelo estudiantil inicial, y el modelo disciplinar, para construir el modelo científico escolar de arriba, y posteriormente interpretar la evolución de los modelos estudiantiles y valorar el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje.

Siguiendo lo anterior Justi (2006), menciona cómo el uso de actividades de enseñanza basadas en los modelos y la modelización permite aproximarse a los objetivos de la educación científica: aprender ciencia, aprender sobre la ciencia y aprender a hacer ciencia, al igual que Mercè Izquierdo (2014), reflexiona sobre el papel de los modelos y la modelización en el desarrollo de competencias científicas, haciendo frente a la necesidad de una enseñanza contextualizada y significativa para los estudiantes.

Estas afirmaciones aportan en la propuesta de investigación porque permiten precisar la importancia que tienen los modelos en la ciencia escolar, ya que los primeros acercamientos, teniendo en cuenta esta perspectiva ayudan al estudiante a adquirir habilidades de carácter científico tales como describir, comparar, analizar, sacar conclusiones, por ende, se facilita el aprendizaje de la ciencia desde una mirada crítica, donde los estudiantes tienen un papel activo. De igual modo como menciona Rojas (2007) los modelos son importantes tanto en la construcción del conocimiento científico como en la enseñanza de la ciencia. En general autores como Moreira & Greca (1998) enfatizan en la importancia de los modelos como facilitadores para la comprensión del mundo real.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

---

**Facultad de Educación**

La literatura anteriormente mencionada, sirvió como base en la construcción y desarrollo del presente proyecto de investigación. Los trabajos aportaron significativamente en cuanto a la aclaración de conceptos, a la orientación del diseño de la secuencia didáctica con ejemplos y a la construcción de los modelos.



### 3. JUSTIFICACIÓN

Se debe reconocer la importancia que tiene cada día la ciencia en la cotidianidad de los niños, ya que, a través de ella se le permite al estudiante construir relaciones con el mundo que los rodea. El objetivo fundamental de la modelización, junto con la ciencia debe ser acercar a los estudiantes con su medio natural, para que puedan comprender y elaborar explicaciones acerca de los fenómenos que acontecen.

El presente trabajo pretende analizar la evolución de la modelización de los estudiantes sobre la función vital de la reproducción en las plantas al construir la relación flor-fruto, teniendo en cuenta que los estudiantes elaboran sus representaciones dependiendo de las relaciones establecidas en su entorno. Debido a ello, esta modelización se hace a partir de un fenómeno cuya explicación está en el marco de la disciplina científica (la biología), pero tiene valor educativo porque se formula en términos de la cotidianidad del estudiante. Para esta investigación, dicho fenómeno se expresa con la pregunta: ¿Cómo nacen los mangos?

La enseñanza de la reproducción de las plantas con flor a través de actividades basadas en la modelización, tienen una importancia en la ciencia escolar, ya que a través de ella los estudiantes pueden reconocer las plantas como seres vivos, comprendiendo que cumplen las funciones vitales, donde según Pujol (2007), “la ciencia es una fuente de descubrimiento que permite elaborar explicaciones racionales de los fenómenos naturales” (p.51).

Por otro lado, es importante que los estudiantes entiendan las relaciones existentes entre el mundo natural y la sociedad, para ayudar a la construcción de posturas críticas, que permitan tomar decisiones para el mejoramiento de los problemas de su contexto. Además, se debe



fomentar una nueva visión de la ciencia, que le permita al estudiante un acercamiento significativo, dinámico, donde la ciencia sea vista como una “experiencia de aventura intelectual” (Pujol, 2007, p.52); dejando de lado la perspectiva de la ciencia como algo inalcanzable, sujeto a una comunidad específica y, por último, permitir que los estudiantes puedan aprender conceptos básicos de biología, que le ayudan a comprender la diversidad que se presenta en la naturaleza.

El trabajo planteado es necesario debido a que la enseñanza tradicional no ha permitido que los estudiantes logren un acercamiento de sus modelos iniciales con los modelos que utiliza la ciencia para explicar los fenómenos de la naturaleza, lo cual, si se realizara de ese modo, permitiría enriquecer la persona y por ende la sociedad, debido a la formulación de preguntas significativas, propiciando una participación activa en la vida social.

Se requiere entonces de una secuencia didáctica planteada en el marco de la modelización, para lograr que los estudiantes expliciten sus modelos y puedan transformarlos para llegar a los modelos construidos en la ciencia escolar. Entonces se debe procurar enseñar a entender e interpretar el mundo para darle importancia a lo que acontece, siendo consciente del papel que tienen en esa realidad los modelos propios de la ciencia.

En la búsqueda bibliográfica se pudieron encontrar las carencias que presentan los profesores referentes a el tema de modelos y modelización, de hecho, Gutiérrez (2014) recomienda que los profesores deben de ser introducidos en este tema, lo cual facilita los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.



### 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 4.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la enseñanza de tipo tradicional, se evidencia cómo el estudiante del grado quinto no reconoce las estructuras básicas de las plantas, porque se les enseña sin establecer la relación con el significado de ser vivo, vinculado a que el comportamiento de estos seres está relacionado al cumplimiento de las funciones vitales, lo cual conlleva a no realizar una distinción entre la flor como parte fundamental de la planta y el organismo en su totalidad, ya que presenta confusiones considerando el órgano flor como el organismo completo.

Se hace necesario la aplicabilidad de estrategias didácticas que permitan a los estudiantes la apropiación del conocimiento, a través de la comprensión de situaciones de la realidad, para que además de entender conceptos asociados al tema de la reproducción de las plantas, puedan entender el funcionamiento del aparato reproductor de las mismas, estableciendo la relación existente entre flor- fruto y su papel en la función vital de la reproducción.

Se debe tener en cuenta que los estudiantes tienen representaciones iniciales frente a diferentes temas antes de ingresar al ámbito educativo, estas concepciones elaboradas desde la cotidianidad deben de ser tenidas en cuenta por los docentes, porque influyen en gran manera en el proceso de aprendizaje. Refiriéndonos al tema de la reproducción en las plantas, los estudiantes de quinto grado tienen una serie de concepciones las cuales han sido construidas en su contexto socio-cultural, y responden acomodándose a la realidad próxima, pero se alejan de las explicaciones científicas. A través de la modelización se puede lograr la evolución de estos



modelos iniciales, para llegar o aproximarse a las metas de formación propuestas, en lo que autores como López y Moreno (2014) o López y Angulo (2016) llamarían modelos científicos escolares de arriba.

La modelización en ciencias naturales ha sido estudiada por diferentes autores como por ejemplo Agustín Adúriz- Bravo, Rufina Gutiérrez, Oscar Tamayo, Ángel López y Fanny Angulo, entre otros; donde se presentan diversas conceptualizaciones debido a cada uno de sus enfoques; sin embargo, durante el rastreo bibliográfico se evidencian pocas investigaciones referentes al tema de la modelización de la reproducción en las plantas con flor. Es conveniente destacar algunos trabajos de modelos y modelización en el campo de la biología como el de Tamayo (2014) sobre los modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración y el presentado por López y Angulo (2016), sobre “representaciones estudiantiles sobre nutrición humana como modelo estudiantil inicial para referencia didáctica”, entre otros.

Debido a la problemática mencionada anteriormente, en el marco de esta investigación surge el interrogante: ¿Cómo evolucionan los Modelos Estudiantiles del grado 5 a partir de la aplicación de una secuencia didáctica sobre la modelización de la función vital de reproducción en plantas con flores al construir la relación flor-fruto?



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General:**

En el contexto de la ciencia escolar en primaria, analizar la evolución de la modelización de los estudiantes sobre la función vital de la reproducción al construir la relación flor-fruto, a lo largo de la aplicación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje.

### **5.2. Específicos**

- Configurar el Modelo Científico Escolar de Arribo (López & Moreno, 2014) como meta de llegada y referente para la interpretación de la evolución de los modelos estudiantiles.
- Explicitar los Modelos Estudiantiles a lo largo de las diferentes etapas de la modelización de la relación flor-fruto, a partir del concepto de ‘modelo científico’ propuesto por Gutiérrez (2014).
- Valorar el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje en términos de su potencial para acercar los Modelos Estudiantiles al Modelo Científico Escolar de Arribo.



### 6. MARCO CONCEPTUAL

#### 6.1. CAPITULO I: CIENCIA ESCOLAR

En la actualidad pensar en el conocimiento científico como parte de la cultura general; en Colombia es una utopía, pues es claro que esta no se incluye en la cultura general de las sociedades (Peñaherrera, Ortiz y Cobos 2013), y es que aunque las sociedades se encuentran permeadas por la ciencia, su enseñanza en las aulas no es prioritaria o no al menos como la establece Pujol (2007), debido a que los educandos se enfocan en una perspectiva errónea acerca de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, basada en la reproducción y transmisión de conceptos encontrados en los libros de texto, dando más relevancia al aprendizaje memorístico de los contenidos, como lo indica la educación tradicional en la que está enmarcada la enseñanza en Colombia.

Izquierdo (2014), nos aclara que el aporte de la ciencia no es la verdad absoluta acerca del mundo, sino más bien proveer a la sociedad las soluciones a los problemas que en ella subyacen, porque pensar en la ciencia como productora de verdades sobre el mundo es mostrar una imagen de la ciencia como dogmática trayendo consigo el arraigado malentendido de que la ciencia es solo para las mentes lucidas y para eruditos como nos lo dice Tello 2005 (citado por Peñaherrera, Ortiz y Cobos, 2013). Por ello los educadores tenemos la responsabilidad de brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para poder pensar; y comprender el mundo facilitando la toma de las decisiones en torno a su realidad.

Pujol (2007), enfatiza en la necesidad de mostrar la ciencia como una construcción social, que se da día a día, para así alejarla de cualquier pensamiento erróneo, como producto acabado, y un



bien exclusivo de la elite (Peñaherrera, Ortiz, y Cobos, 2013), sino como un producto en constante transformación que ayuda a satisfacer las necesidades de las sociedades y por consiguiente a mejorar los niveles de la calidad de vida en el planeta.

Siguiendo los autores Pujol (2007), Izquierdo (2014) y Peñaherrera, Ortiz y Cobos (2013), la educación científica permite formar ciudadanos autónomos, críticos, reflexivos, ya que es un aspecto fundamental que contribuye según Izquierdo a tres dimensiones importantes en el aprendizaje de las ciencias: hacer, pensar y comunicar, presentados implícitamente en los procesos que según Pujol (2007) ayudan a la educación científica en los primeros niveles: aprender a pensar, aprender a hacer, aprender a hablar, aprender a ser.

## **6.2. CAPÍTULO II: MODELOS Y MODELIZACIÓN**

Los trabajos sobre este enfoque de modelos y modelización de la didáctica de las ciencias surgen como una necesidad de comprender y entender que para aprender ciencias es necesario aprender a pensar la realidad a través de modelos teóricos (Gutiérrez, 2004), construidos por los científicos y por cualquier otro sujeto.

Por consiguiente, todos modelamos lo que percibimos, y es así como podemos imaginar algo sin verlo o sentirlo, y esa modelización según Rivière, citado por Tamayo (2013), permite al sujeto solucionar cualquier problema, ya sea del ámbito educativo, familiar o laboral (p.136).

Por otro lado, muchos didactas han procurado explicar el concepto de modelo, su función e importancia para la enseñanza de las ciencias. Según Gutiérrez, este concepto resulta ser



polisémico, pues se encuentran una variedad de definiciones que existen en la literatura (Gutiérrez, 2001; 2004; 2014; Adúriz- Bravo, 2013).

Gilbert, 2002 (citado por Felipe, Gallareta y Merino, 2005) define los modelos como un puente entre las teorías científicas y el mundo tal como es experimentado. Además, Moreira (1999), citado por los mismos autores mencionan que los modelos son “constructos humanos”, y, por lo tanto, su existencia inicial es en el intelecto del sujeto.

Gutiérrez (2004) se refiere a los modelos creados por los sujetos como “Modelos mentales”, formados por tres constituyentes: el primero, es la ontología del sistema representado, es decir las entidades y propiedades que definen ese sistema físico, el segundo es de tipo epistemológico, que hace posible explicar y predecir los comportamientos del sistema modelado, y el tercero de tipo psicológico, permite la evaluación de los modelos para explicar el fenómeno modelado en tanto establece relaciones causa - efecto. Para entender mejor los constituyentes de los modelos se presenta el esquema (figura 1) de Gutiérrez (2004) y gracias a los trabajos de López y Angulo (2016), a partir de este primer esquema presentado por la autora, se ha hecho una reelaboración que permite una abstracción clara acerca de lo que es un modelo científico (figura 2).

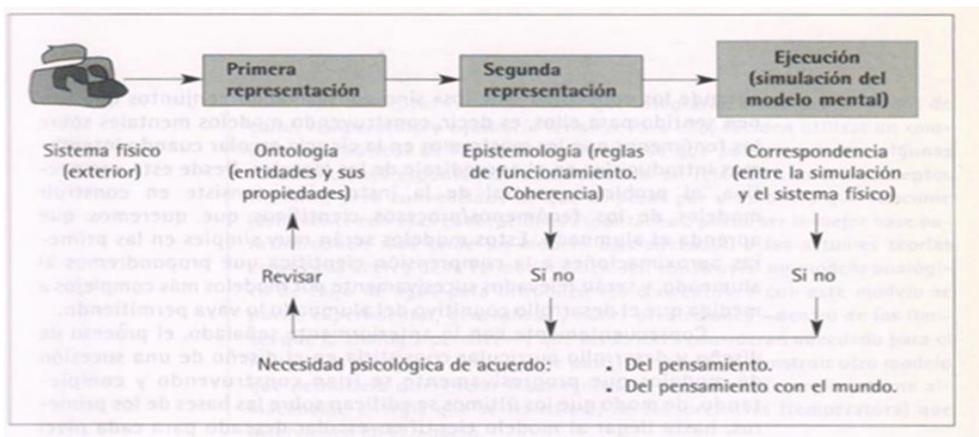




Figura 1: Modelo ONEPSI para la construcción y reconstrucción de modelos mentales.

Fuente: Gutiérrez, 2004, p. 13

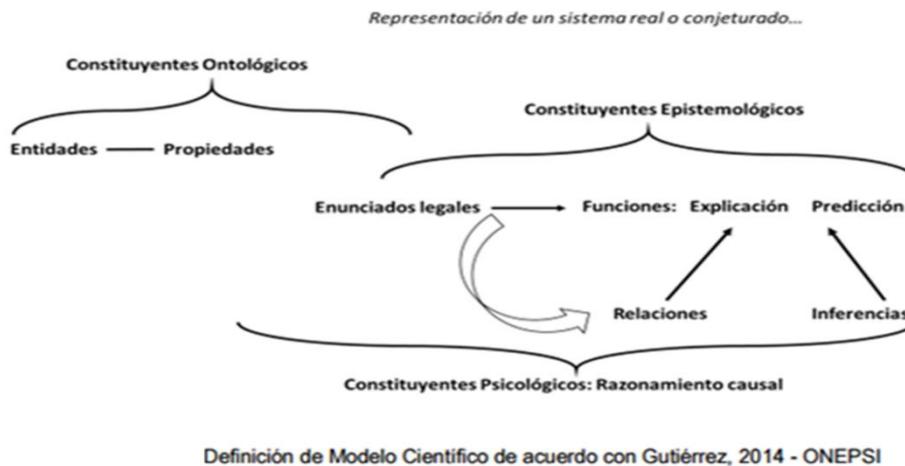


Figura 2: Reconfiguración del modelo ONEPSI según López y Angulo (2014)

Fuente: López & Angulo, 2016, (p.91)

Los esquemas representan lo que se conoce como ONEPSI según Gutiérrez (2004), que es una definición ontológica de 'modelo científico', con la intención de reducir la polisemia del concepto en el marco de la Didáctica de las Ciencias. La sigla ONEPSI es el resultado del constituyente ontológico (ON) relativo a las entidades, enunciados legales y propiedades del fenómeno a explicar. Según Bunge (citado por Gutiérrez) sus funciones esenciales son la explicación y la predicción; el constituyente epistemológico (EP) permite explicitar en enunciados legales las relaciones entre distintas entidades a fin de hacer observaciones, inferencias y predicciones sobre el comportamiento del fenómeno que se está modelizando, y por último, el constituyente psicológico (PSI) que alude a la evaluación del modelo, provocando que

los sujetos modifiquen sus puntos de vistas y replanteen o no su modelo de acuerdo con las relaciones de causalidad necesarias para las explicaciones que construye.

### **6.3. ¿Qué es un Modelo Científico?**

La definición de este término resulta polisémica como lo menciona Gutiérrez (2014) porque hay multiplicidad de tipologías y clasificaciones de modelos. La autora justifica esta polisemia en la comprensión y en las definiciones de “modelo científico”, porque han estado basadas en criterios epistemológicos que aparecen en los diferentes autores. Se hace necesario lograr una definición unificada desde el punto de vista ontológico, la cual “constituirá una instancia crítica desde la que valorar las variadas definiciones de modelo científico y de las funciones atribuidas a los mismos, que se encuentran en los distintos autores” (p.50). Otra ventaja que ofrece esta perspectiva según Gutiérrez (2014), sería que se eliminaría la variedad de características atribuidas al concepto de modelo científico, permitiendo un aprendizaje adecuado por parte de los profesores.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, Bunge citado por Gutiérrez (2014) define que “Un modelo es objeto de una representación esquemática de un sistema real o conjeturado” (p.50). Por su parte, Cartier (2000) plantea que los modelos científicos son conjuntos de ideas que describen un proceso natural. Esta concepción es compartida por Giere (1988) y por Kitcher (1984) citados por Felipe y otros (2005).

De acuerdo con López y Moreno (2014), los modelos se pueden clasificar de esta forma:



### **6.3.1. Modelo Disciplinar (MD)**

Según López y Moreno (2014), el modelo disciplinar surge cuando un fenómeno natural determinado es expuesto a la luz de la ciencia o ciencias pertinentes para explicarlo.

### **6.3.2. Modelo Estudiantil Inicial (MEi)**

Desde que empezamos a concienciarnos de lo que hacemos o desde mucho antes, hemos tomado experiencias de nuestro que hacer a diario, y esas experiencias que obtenemos son las que precisamente permiten que elaboremos nuestros propios modelos iniciales frente a las situaciones y/o fenómenos que se nos van presentando.

Los modelos iniciales que poseen los estudiantes son en sí representaciones que tienen profundamente establecidas, las cuales suelen ser “resistentes al cambio y con una ontología alejada de la establecida por la ciencia y del currículo” (Pereda y López, 2016, p. 488); pero este modelo estudiantil inicial (MEi) es un elemento importante para el proceso de aprendizaje, ya que “los estudiantes aprenden a partir de lo que ya conocen por medio de un proceso de construcción activa de nuevos significados” (Banet, 2001, p. 200; mencionado por López y Angulo, 2016, p. 85).

### **6.3.3. Modelo Curricular (Mcu)**



El Modelo Curricular - Mcu - según López -Mota y Rodríguez (2013) se deriva a partir de los planteamientos curriculares de la Institución educativa como el plan de área, malla curricular, PEI (El Proyecto Educativo Institucional), y otros documentos afines para la planeación de las actividades escolares.

### **6.3.4. Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA)**

El MCEA es un referente teórico-metodológico en el ámbito de la investigación en didáctica de la ciencia, que sirve para obtener criterios de diseño y validación de secuencias de enseñanza dirigidas a la modelización (entrevista a López – Mota y Angulo, 2016) y se obtiene mediante la comparación del modelo inicial de los estudiantes, el modelo curricular y el modelo científico disciplinar sobre el fenómeno que se va a tratar, en este caso la reproducción de las plantas con flor. Por consiguiente, este modelo permite según estos mismos autores dar cuenta de los modelos que los estudiantes son capaces de lograr en condiciones de clase, y posibilita también evaluar los modelos científicos escolares que se encuentran en el currículo.

Según los lineamientos que establece el MCEA, referentes al diseño de las secuencias didácticas, autores como Pereda y López – Mota (2015), López- Mota y Moreno Arcuri (2014), Faustino y Rodríguez (2014), Miguel et al., (2014), enfatizan la importancia de conocer a dónde se quiere llegar, es decir qué modelo se quiere construir en clase con los estudiantes, porque una vez que se llega al MCEA, se convierte en el referente para la planeación de profesorado.



Para este trabajo uno de los objetivos es configurar el Modelo Científico Escolar de Arribo – MCEA (López y Moreno, 2014) como meta de llegada y referente para la interpretación de la evolución de los modelos estudiantiles y valorar el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje en términos de su potencial para acercar a los modelos dados por la ciencia.

### **7. CAPITULO III: SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE (SEA)**

Durante toda la vida nos encontramos en constante aprendizaje, pero escolarmente ese proceso se encuentra delimitado por el tiempo, debido a esto es que es necesario realizar la secuenciación de los contenidos de aprendizaje para aprovechar todo el tiempo posible.

El proceso de enseñanza-aprendizaje que se construye y se va planificando con y para los estudiantes no está determinado por ciertos parámetros, ni se encuentra detallado en un único formato para su aplicación; como menciona Pujol (2007), “lo importante en una secuenciación de contenidos para la educación científica de los escolares es que les posibilite un proceso progresivo del modelado de la realidad para poder entenderla desde otra perspectiva, la de la ciencia”; de esa manera el empleo de la secuenciación no debe desarrollarse como siguiendo una receta en donde se reproduce o se transmite información memorizada, dado que así los escolares no interiorizan la información, solo la incrementarían, y además no visualizan el para qué aprenderla, ni la conexión que podrían encontrar con el mundo.

Aunque la secuenciación se ha venido estudiando e investigando con mayor frecuencia, como menciona Correa (2012), todavía hay una gran proporción de docentes que la desconocen debido a diferentes factores, entre ellos que la bibliografía existente es dispersa, no es explícita, es de



difícil acceso porque en algunos casos el tema de la secuenciación está inmerso dentro de otros contenidos como el diseño curricular y la didáctica, esta dinámica ha sido trabajada con mayor fuerza en España, Francia, Inglaterra, Australia y Estados Unidos.

Para la adaptación de secuenciación de contenidos en el proceso de modelado del alumnado se tienen presentes los 4 momentos claves planteados por Pujol (2007), los cuales corresponden a la verbalización de los modelos iniciales, introducción de nuevos puntos de vista, estructuración de los modelos construidos y aplicación de los modelos elaborados. El primer momento de verbalización es realizado precisamente para reconocer las propias formas de sentir, pensar y hacer lo que es necesario para aprender con la finalidad de que puedan ser contrastadas, ampliadas y/o cambiadas, de igual manera la actividad realizada debe ayudar a centrar la atención en el objeto de estudio; el segundo momento de introducción está orientado a que los escolares relacionen el fenómeno que es objeto de estudio con otros estudios, estableciendo analogías, confrontando distintas maneras de expresarlo, identificando nuevas variables que intervienen, etc.; el tercer momento de estructuración permite situar a los escolares en un proceso mental de interiorización que propicie la síntesis y el resumen: esquemas, mapas conceptuales, la V de Gowin, etc., permiten a los escolares abstraer del trabajo realizado las ideas principales y configurar nuevas relaciones entre ellas; el cuarto momento clave es la aplicación porque permite que se planteen nuevas cuestiones sobre la temática estudiada, para que los alumnos utilicen distintos lenguajes al explicar las representaciones construidas que posibiliten encontrar nuevas aplicaciones del modelo construido para reforzarlo y simultáneamente ampliar sus significados.

## **8. CAPÍTULO IV: REPRODUCCIÓN EN PLANTAS CON FLOR**



Las plantas con flores son conocidas como fanerógamas y pueden reproducirse de forma sexual o asexual. Los órganos reproductivos de estas plantas están contenidos en las flores (ver figura 3) y a partir de ellas se producirá la fecundación y el crecimiento del fruto y de la semilla.

La reproducción asexual se presenta de forma escasa, donde no se hace necesario otro organismo; mientras que la reproducción sexual se da mayoritariamente, requiriendo de dos células sexuales aportadas por diferentes plantas: un óvulo (células sexuales femeninas) y granos de polen (contienen las células sexuales masculinas).

En la naturaleza podemos encontrar flores con los dos tipos de células sexuales, es el caso de las hermafroditas, las cuales fabrican tanto óvulos como granos de polen (tienen pistilo y estambres). Otras flores sólo son masculinas (no tienen pistilo) o sólo femeninas (no tienen estambres) (Ver figura 4)

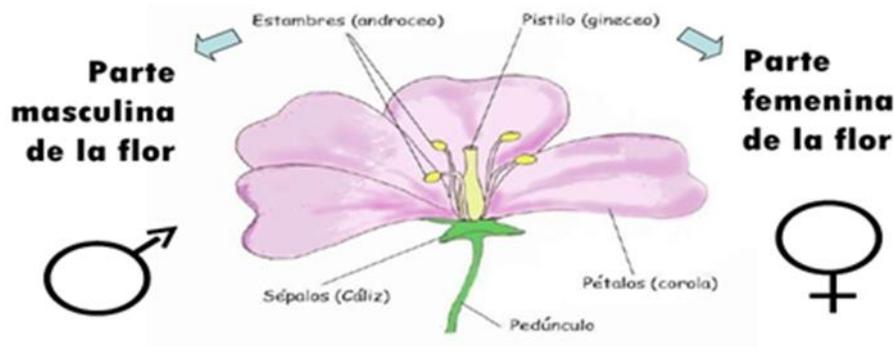


Figura 3: Partes de una flor.

Fuente: La tierra, un planeta habitado (2010, p. 62). <https://es.slideshare.net/tango67/l-a-t-i-e-r-r-a-u-n-p-l-a-n-e-t-a-h-a-b-i-t-a-d-o>

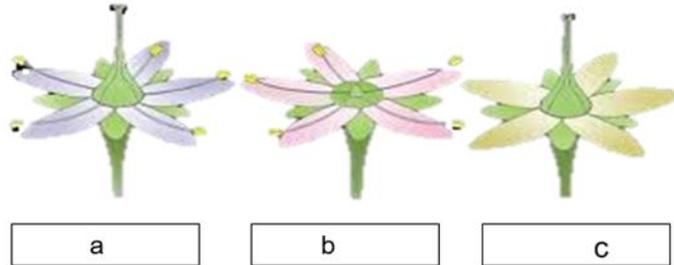


Figura 4: Flor: a- Hermafrodita, b-Masculina y c-Femenina

Fuente: <http://www.ugr.es/~mcares/Organografia/Flor/Tipos%20de%20flores%20Texto.htm>

El proceso de reproducción de las plantas sigue 5 pasos específicos:

1. Producción del polen: La flor produce granos de polen (esporas masculinas) en las anteras.
2. Polinización: Es el transporte del polen desde unas flores hasta otras, (realizado por agentes polinizadores como el viento, los murciélagos, los insectos, mamíferos).
3. Fecundación del Óvulo: Una vez que un grano de polen cae sobre el estigma (abertura que tiene el pistilo), le crece un largo tubito que se juntará con el óvulo, donde se encuentra el saco embrionario y dará lugar a una célula nueva llamada cigoto. Esta célula nueva será el origen de la nueva planta
4. Formación de semillas y frutos: El óvulo fecundado se transforma en la semilla, que lleva un embrión en su interior. A su vez, el ovario se transforma en fruto.



5. Maduración de las semillas y el fruto, y la germinación: El ovario irá engrosando y se transformará, poco a poco, en fruto. El fruto tiene sustancias nutritivas que ayudarán a la formación de la semilla y, además, le protegerán. Cuando el fruto está maduro cae al suelo, enterrándose o siendo arrastrado por el agua de lluvia. Otras veces el fruto lo comen los animales. Algunas plantas necesitan que sus semillas sean digeridas por animales y caen dispersas por el suelo con los excrementos, sin sufrir ningún daño. Decimos que la semilla germina cuando se abre y le brotan pequeñas raíces que se agarrara a la tierra, dando origen de esta manera a la nueva planta. (Escobar y Jeannette, 1999).



### 9. METODOLOGÍA

Para el diseño metodológico, elegimos un enfoque cualitativo porque permite una aproximación en las experiencias de los participantes, y sus contextos, beneficiando la exploración, descripción y explicación de los fenómenos influyentes en estos; además como lo expresa Moreira «son investigaciones que se centran fundamentalmente en realizar interpretaciones de la realidad de los sujetos y donde el investigador está inmerso en el fenómeno de interés, aunque a su vez anota, oye, observa, registra, documenta, busca significados e interpreta la realidad» (2002, p.3). También se puede decir, que la investigación actual se encuentra inscrita como lo plantea Erickson (1986, p. 119), en una investigación de tipo interpretativo, para referirse a toda una familia de enfoques de investigación participativa observacional, por ser más incluyente, por evitar la idea de que sea esencialmente no cuantitativa y por apuntar al interés central de esa investigación que es el significado humano en un contexto social y su dilucidación y exposición por el investigador.

Lo que se propone en esta investigación es identificar, describir, analizar la evolución de la modelización de los estudiantes, mediante la identificación de sus modelos iniciales referentes a la reproducción de las plantas con flor, teniendo en cuenta el proceso realizado, para verificar si se acerca al Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) planteado por López y Moreno (2014), utilizando como instrumento una secuencia de enseñanza y aprendizaje basada en Pujol (2007).



### 9.1. Contexto de la investigación

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa La Paz, sede John F. Kennedy que cuenta con los niveles Preescolar y Básica Primaria; ubicada en el barrio el Dorado en la Calle 40 H S N° 41 – 61, zona urbana del municipio de Envigado, Antioquia.

El territorio de Envigado como se especifica en el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) del mismo, se divide en urbano y rural; la zona urbana está determinada por barrios, entendidos estos como conglomerados homogéneos con condiciones socioeconómicas similares; en la zona rural, la división territorial está delimitada por un total de seis veredas.

Según el proyecto educativo institucional (PEI) de la Institución Educativa La Paz, esta se encuentra comprometida con la educación de los estudiantes de dicho contexto, busca la adecuada utilización del tiempo libre que permita trascender los límites de la conciencia y lograr el equilibrio biológico, psicológico y social en el estudiante, pues uno de los propósitos de este espacio académico es lograr una formación integral en el estudiante, para alcanzar en él, un ciudadano equilibrado, respetuoso, cumplidor de sus responsabilidades cívicas.

La I.E. se caracteriza por que todos sus entes se involucran en el desarrollo de las actividades, dialogando, y compartiendo responsabilidades en los compromisos otorgados en las clases y por la institución. Así mismo se observa como los acudientes se han apropiado de las responsabilidades que tienen en la educación de sus hijos.

### 9.2. Participantes



El grado en el cual se hizo la investigación fue quinto, de este grado se seleccionó un grupo conformado por 36 estudiantes, 14 niñas y 22 niños, cuyas edades variaban entre los 10 a 12 años. El estrato socioeconómico de los estudiantes oscila entre 3 a 5. Los estudiantes presentan un acompañamiento permanente por parte de los padres de familia para el cumplimiento de sus compromisos y otras actividades extracurriculares para la formación integral de los estudiantes. Es común encontrar en los padres de familia un nivel de estudio profesional y por ello devengan un salario superior al mínimo legal vigente mensual.

En su mayoría, los estudiantes tenían buena disposición para las actividades en grupo, y se involucraban activamente en las propuestas planteadas. La intensidad horaria para ciencias naturales era de 3 horas a la semana, los días martes de 7:30 am a 9:30 am y miércoles 10:00 am a 11:00 am.

### **9.3. Etapas de la Investigación**

#### **9.3.1. Etapa 1: Observación y reconocimiento de los Modelos Iniciales.**

En esta primera fase de la investigación se optó por hacer una observación de la cual se hicieron registros en un diario de campo, teniendo en cuenta las características, el comportamiento, actitudes de los estudiantes, con el fin de conocer los roles desempeñado durante las actividades académicas. Además, se observaron, las dinámicas utilizadas por la profesora cooperadora para dirigir y gestionar la clase.

Durante esta etapa se percibió cómo el estudiante del grado quinto no reconoce las estructuras básicas de las plantas, porque se les enseña sin establecer la relación con el significado de ser



vivo, a partir de ello, se diseñó una actividad inicial para el reconocimiento de los modelos iniciales de los estudiantes frente al fenómeno de valor educativo de la reproducción de plantas con flor relacionado con el nacimiento de los mangos. Con esta actividad (ver anexo 1: SEA) se pretendía conocer las representaciones de los estudiantes referentes a la formación del fruto y su relación directa con la reproducción de la planta y el adecuado reconocimiento de las partes implicadas en este proceso.

### **9.3.2. Etapa 2: Construcción de los Modelos Científicos basados en el ONEPSI y el diseño de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje.**

Posteriormente con los resultados obtenidos de la etapa anterior y haciendo uso del ONEPSI (Gutiérrez, 2014) como instrumento, se construyeron los cuatro modelos; teniendo en cuenta diferentes tipos de fuentes de información, dependiendo la caracterización de los mismos dada por López y Moreno (2014). Para comenzar el Modelo Estudiantil Inicial (MEi), se construyó utilizando la actividad inicial de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) (ver anexo 1), luego el Modelo Curricular (Mcu) se configuró con la ayuda de los planes de área de ciencias naturales, la malla curricular, y algunos libros tradicionalmente utilizados (“ciencias naturales quinto”, “planeta vivo” y “vida y naturaleza”); después el Modelo Disciplinar (MD) se elaboró con la búsqueda del tema en libros propios de educación superior (Curtis : Biología. - 7. ed.) y por último el Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) surgió a través de la comparación de los modelos antes mencionados, donde se consolidó la meta de llegada y referente para la interpretación de la evolución de los modelos estudiantiles.



Las demandas de aprendizaje se establecieron a partir de una comparación entre los modelos MEi y MCEA, lo que permitió la organización de las actividades a través del diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje (ver anexo 1), resaltando la importancia y la pertinencia para la transformación de los modelos iniciales rastreados en la etapa inicial.

### **9.3.3. Etapa 3: Implementación de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) y recolección de la información**

Para esta investigación fue pertinente realizar la aplicación de una secuencia didáctica basada en Pujol (2007), las actividades fueron organizadas dependiendo de las fases planteadas por la autora, teniendo en cuenta las demandas de aprendizaje encontradas.

La implementación de la SEA, fue llevada a cabo durante 7 horas: en una primera sesión de 5 horas consecutivas, se pidió la colaboración de todos los profesores de la jornada para implementarla, y una segunda sesión de 2 horas durante el espacio de la clase de ciencias naturales. A continuación, se describe cómo se desarrolló cada actividad.

#### **9.3.3.1. Explicitación del modelo estudiantil inicial**

##### **Actividad 1: ‘¿Cómo nacen los mangos?’:**

Durante esta actividad se organizó a los estudiantes en grupos de 4 y 5 personas, a cada grupo se le entregó una cartilla, en la cual se contaba una historieta de una situación (ver anexo 1). Los



estudiantes al final de la lectura respondieron cómo se producían los mangos, a través de una explicación y un dibujo.

### **9.3.3.2. Introducción de los nuevos conocimientos**

#### **Actividad 2: ‘Entidad: La flor’:**

Se conformaron parejas entre los estudiantes, a cada una se le entregó un instrumento de la figura 1 (ver anexo 1), y una tabla (ver anexo 1), se recortaron las imágenes de la figura 1, dependiendo de si las plantas poseían o no flor, y se pegaron en la tabla 1. Luego se procedió a recoger la actividad explicándole a los estudiantes como ese criterio de ausencia o presencia de flor permitía categorizar a las plantas en dos grupos diferentes: angiospermas y gimnospermas.

Para explicitar esta clasificación, se formaron grupos de 10 estudiantes y cada uno se ubicó un lugar del salón, se les entregó unas fichas con unos conceptos, que organizaron en la pared según sus modelos iniciales.

Luego por cada grupo los estudiantes explicaron la forma como se estableció la relación entre los conceptos. Después se introdujeron los términos angiospermas y gimnospermas, los estudiantes tuvieron oportunidad de reestructurar lo que ya habían organizado dependiendo de lo que entendieron, posteriormente se pasó por cada grupo escuchando las explicaciones y además se resolvieron dudas que presentaban los estudiantes. Durante el proceso se estuvo muy pendiente de lo que realizaban los estudiantes para ayudarles en el proceso de regulación y devolución.



### **Actividad 3: ‘Crea la Flor’:**

Para esta actividad se realizó la disección de una flor de San Joaquín (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), para observar las partes de las flores como: Pétalos, sépalos, cáliz, antera, estambres, estigma, estilo, ovario, óvulos. En el primer momento se visualizaron las partes y los estudiantes las enunciaron, para luego separarlas cada una y verlas de forma individual.

Durante la exploración de la flor, se fue hablando de las funciones de cada parte (partes y funciones de las estructuras involucradas en la reproducción). Además de que en el tablero se proyectó la imagen de la figura 2 de anexo de la secuencia de enseñanza, como guía para los estudiantes, y favorecer el reconocimiento de las partes que la conforman.

Luego los estudiantes agrupados en tres, pegaron la parte de la flor, con su respectivo nombre y función (anexo 1, figura 1).

#### **9.3.3.3. Estructuración y Síntesis**

### **Actividad 4: ‘Maqueta tipo herbario’:**

Después de haberse pegado, nombrado y escrito la función de cada parte de la flor en una cartulina, de manera individual se les entregó a los estudiantes una tabla (anexo 1) en la que se debían completar los cuadros en blanco, ya fuera indicar el nombre o la función o hacer la



ilustración de la parte de la flor que faltara, para así, ir generando evaluación y regulación del aprendizaje.

### **Actividad 5: ‘Reproducción de las plantas’**

Para esta actividad se hizo una lectura llamada “un viaje hacia lo desconocido” (Anexo 1, tabla 2) donde se mencionaban partes y procesos involucrados en la reproducción de las plantas angiospermas, al mismo tiempo se mostraba en cada grupo una flor en 3D para que los estudiantes pudiesen visualizar el momento de actuación de cada una de las entidades implicadas.

Posteriormente, se realizó una dinámica para representar los polinizadores: dos estudiantes de cada grupo (6 personas en total) debían colocarse una máscara que simboliza un polinizador y así, poner en práctica la función que estos desarrollan en la reproducción de las plantas con flor. Se transportaba polen (representado con aleluyas) que se habían ubicado en algunos puestos hacia las flores en 3D.

### **Actividad 6: ‘Lotería’:**

Como actividad de estructuración y síntesis se recurrió a la implementación del juego del sorteo o lotería, en la que el grupo de los 36 estudiantes del grupo de quinto se dividió en 6 grupos, (anexo 1). Después de que los estudiantes organizaron según su aprendizaje el proceso de reproducción de las plantas con flor, la profesora sorteó las descripciones de los procesos y



los estudiantes las pegaron en las imágenes correspondientes. De la actividad anterior el ganador expuso los criterios para la organización realizada.

### **9.3.3.4. Explicación del modelo estudiantil – logrado**

#### **Actividad 7: ‘Historieta’**

Para finalizar la aplicación de la secuencia, se conformaron los grupos iniciales (fase de exploración), a cada estudiante se le entregó un instrumento (ver anexo 1), en el cual ellos escribieron como se daba el proceso de formación de un fruto, las partes implicadas y las respectivas etapas. En esta actividad se trató de resolver todas las dudas que los estudiantes tuvieran, de modo que durante la construcción de la explicación se hizo regulación y devolución las veces que fuesen necesarias, lo cual facilitó a los estudiantes la construcción de su respuesta.

En la fase final de la etapa de la implementación de la SEA y recolección de la información, se recogieron producciones de los estudiantes, grabaciones en video, y fotografías.

### **9.4. Fuentes e Instrumentos de Información**

La información recopilada a través de los instrumentos (producciones de los estudiantes, grabaciones de video, fotografías) fue la base que permitió la realización del análisis de la evolución de los modelos de los estudiantes. A continuación, se hace una descripción de las fuentes e instrumentos utilizados:



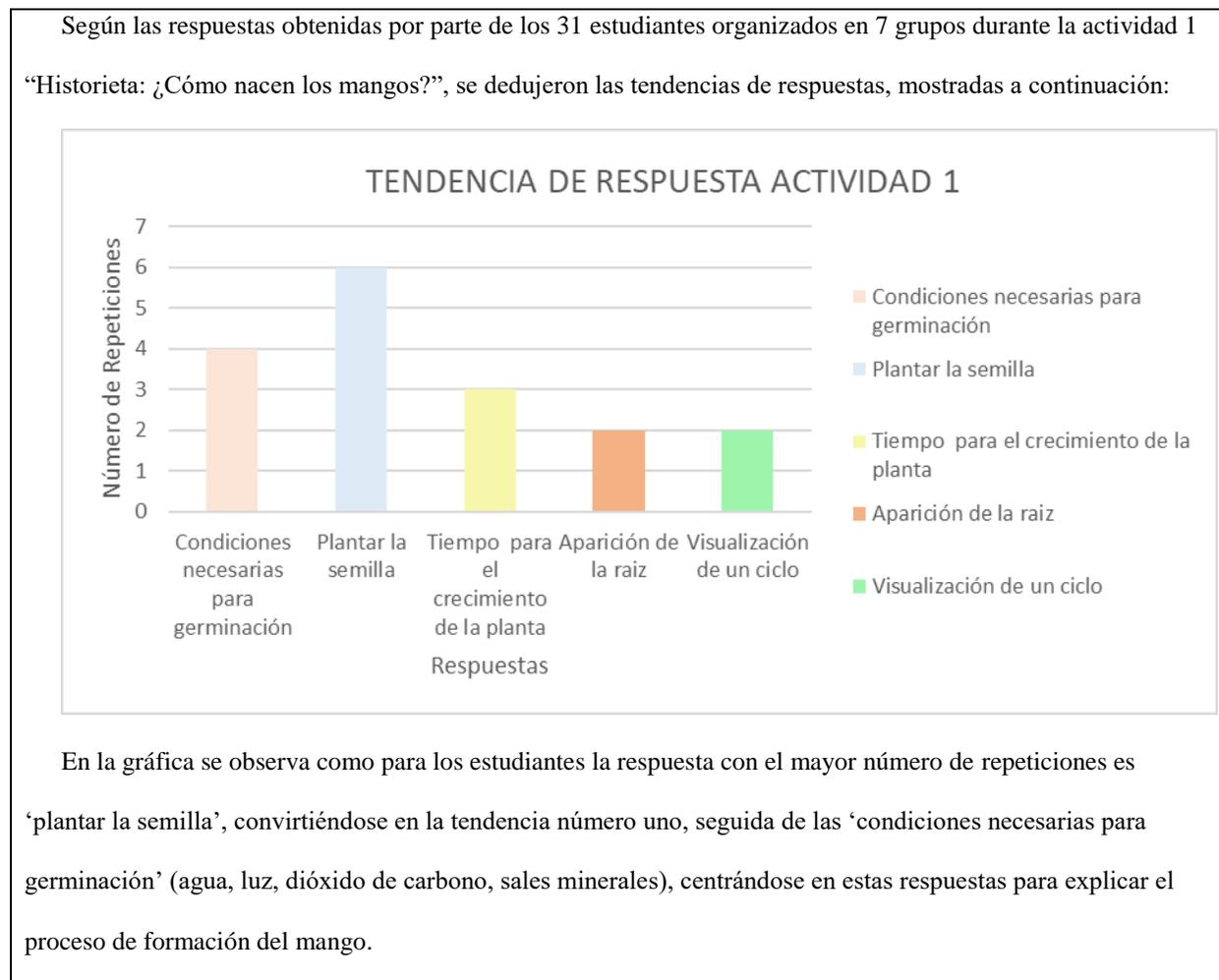
## Facultad de Educación

1. Producciones de los estudiantes (ver anexo 2, de algunas de ellas): Estas se obtuvieron a través de las actividades escritas y los dibujos realizados en la fase de exploración (actividad 1); la tabla de clasificación entre las plantas con flor y sin flor; maqueta tipo herbario de las partes de la flor de San Joaquín; tabla evaluativa para contemplar las partes del aparato reproductor de la planta; y texto escrito de los estudiantes para la explicitación del modelo logrado.
2. Grabaciones en video: video de las sesiones de clase durante la aplicación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, donde se pudieron visualizar situaciones, actividades e intervenciones.
3. Fotografías: De cada una de las actividades realizadas en cada sesión de la SEA.

### **9.5. Organización de información.**

La información recogida a través de las producciones de los estudiantes fue filtrada, evaluando su aporte pertinente a nuestra investigación, posterior a ello, se realizó la digitalización y tabulación permitiendo encontrar tendencias de respuestas, es decir, las respuestas de los estudiantes en cada una de las actividades aplicadas fueron agrupadas según coincidencia y/o proximidad en su explicación, y tendencia de las respuestas obtenidas. Para mayor ilustración del tratamiento de los datos, se hizo necesaria la construcción de gráficas para visualizar la tendencia de respuesta (ver Figura 5). La información fue organizada en carpetas dependiendo de la actividad realizada, facilitando la gestión y el uso adecuado de la información optimizando el tiempo utilizado para el análisis de los mismos.

Figura 5: Tendencia de respuesta por estudiantes en la actividad de exploración de los MEi mostrada para el tratamiento de la información obtenida.



En las grabaciones de video identificamos los momentos relevantes, donde a través de las intervenciones de los estudiantes, explicitaban y verbalizaban los modelos y representaciones del fenómeno de valor educativo dependiendo la actividad. Para el correcto manejo de la información obtenida, se transcribieron los videos considerando los núcleos de interés para esta investigación, por tanto, cada investigadora determinó momentos importantes, y se llegó a un



consenso sobre ellos, para hacer el análisis pertinente en cada situación. Los fragmentos utilizados se pueden ver en el capítulo de análisis.

Durante las sesiones de la SEA se recopilieron varias fotografías que al igual que las producciones de los estudiantes fueron clasificadas con respecto a cada actividad, algunas de ellas sirvieron para sustentar los resultados preliminares y las afirmaciones realizadas en la investigación.

Para la interpretación de las respuestas dadas por los estudiantes en la actividad final y su cumplimiento de los criterios establecidos, se recurrió a la tabulación de los datos en el siguiente

cuadro:

Criterios/E	Est1	Est2	Est3	Est4	Estn
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Total					

	Cumple con más de 4 de los criterios
	Cumplen con 4 de los criterios
	Cumplen con menos de 4 d los criterios

✓	Reune el criterio
±	Cumple con cierto grado en el criterio
×	No cumple

Completar la tabla implicó evaluar el cumplimiento o no de 9 criterios para rastrear en las producciones de los estudiantes la modelización a la que debían llegar.

Criterios.

1. Reconocimiento de la flor como estructura donde se lleva a cabo la reproducción.
2. Identificación de la necesidad de dos órganos reproductores (femenino y masculino).
3. Reconocimiento del estambre como órgano reproductor masculino, el cual se encarga de producir el polen.



4. Reconocimiento del pistilo como órgano reproductor femenino, el cual se encarga de producir los óvulos.
5. Identificación de estrategias para el transporte del polen.
6. Comprensión del proceso de polinización (Polen, estigma, estilo, ovario).
7. Conocimiento del proceso de fecundación (unión de los granos de polen y ovulo).
8. Identificación de los productos finales de la reproducción. (Ovulo-semilla; ovario-fruto).
9. Conocimiento de las condiciones necesarias para la germinación.

Teniendo en cuenta que la indagación contó con la participación de diferentes investigadoras y diversas fuentes de información, fue pertinente utilizar una estrategia de validación de la información tal como lo es la triangulación lo que posibilitó la consolidación de criterios entre las investigadoras (Moreira, 2002, p.24)

### **9.6. Análisis de información**

Una vez organizada la información, se analizó para verificar el estado del proceso en el modelo estudiantil logrado, utilizando como categorías fundamentales de análisis las que se derivan de los constituyentes ontológicos, epistemológicos y psicológicos del ONEPSI (Gutiérrez, 2014), con el fin de establecer el modelo logrado en cada etapa de la SEA verificando si se atendió o no la demanda establecida y el desarrollo del lenguaje científico aprehendido por los estudiantes, es decir, explicitar la evolución de los modelos estudiantiles en cada fase de la SEA.



Luego se determinaron las semejanzas y las diferencias entre el MEi y MCEA y el Modelo estudiantil logrado (ML), para establecer qué tan próximos se encuentran los modelos estudiantiles al MCEA, notando así presencia o ausencia de una evolución y también valorar el diseño de la SEA en términos de su potencial para acercar los Modelos Estudiantiles a el MCEA.

### **9.7. Tratamiento ético de la información**

En el primer acercamiento con los directivos de Institución Educativa La Paz sede John F. Kennedy, se explicó el carácter académico de la investigación que se pretendía llevar a cabo, dando a conocer los objetivos, y donde se acordó la devolución parcial y final de los resultados y conclusiones obtenidas. Además, se solicitó la autorización para grabar las sesiones de clase.

De acuerdo con los criterios éticos que deben ser seguidos en este tipo de investigación se solicitó un permiso a los padres de familia del estudiantado implicado en la investigación (ver anexo 3, consentimiento informado).

La participación de cada estudiante fue voluntaria, y se aseguró en todo momento su anonimato y el uso de la información con fines exclusivamente académicos.



#### **9.8. Configuración de Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA).**

En este apartado se presentarán los diferentes modelos que se utilizaron para el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA): MEi, MCu, MD, MCEA y también el MCEL. Además de ello, las demandas de aprendizaje evidenciadas al comparar el modelo inicial de los estudiantes con el modelo científico escolar de arribo. Luego se presentará una tabla para dar una visión general sobre el diseño de la SEA sobre la reproducción de plantas con flor (Pujol, 2007).

#### **10.1.2. Modelos**

Los modelos que se presentan a continuación, sirvieron como base para la construcción del MCEA, el cual permitió el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje para analizar la evolución de los modelos de los estudiantes. Los modelos serán presentados según el concepto de modelo científico ONEPSI (Gutiérrez, 2014), que permite evaluar y analizar los tres constituyentes de cualquier modelo: ontológicos, epistemológicos y psicológicos.

##### **10.1.2.1. Modelo Estudiantil Inicial**

El modelo se obtuvo a partir de la primera actividad de la secuencia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo nacen los mangos? (Anexo 1)



En la tabla 1 se da conocer el MEi construido con los estudiantes del grado Quinto tres.

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos		Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales		Enunciados legales		(causalidad)	
Entidades	Propiedades	Relaciones		Inferencias	
		Describir		Predecir	Explicar
Flores	Son el resultado de la fotosíntesis.	Las flores y los frutos son el resultado de las fotosíntesis, que es la manera de las plantas alimentarse, con la ayuda del sol y de agua.		Si no hay un proceso exitoso de fotosíntesis para alimentar la planta no hay ni frutos, ni flores.	La semilla sale de un fruto, esta se siembra y se debe regar con agua, y con la ayuda de la luz solar, el dióxido de carbono, sales minerales y agua, va creciendo dando lugar a la planta, la cual está constituida por la raíces, tallo y hojas, al esta alimentarse (fotosíntesis), suelta las flores y los frutos. Y se repite el mismo proceso
Árbol - planta	Está constituido por las raíces, el tallo y hojas, sale de la semilla.	Sale de la semilla, creciendo lentamente dando lugar a lo frutos, alimentándose (Fotosíntesis), con la ayuda del sol y el agua		Si la presencia del sol y agua, el árbol no se puede alimentarse y no hay frutos.	
Frutos	Salen de un árbol grande, y dan lugar a la semilla	De la fruta sale la semilla, de la semilla sale el árbol y del árbol salen los frutos.		Si se siembra la semilla en tierra, entonces puede crecer el árbol tan grande como para dar frutos.	
Semilla	Debe ser sembrada, crece y sale el árbol	La semilla se siembra en la tierra y con la luz solar, el dióxido de carbono, sales minerales y agua, la planta va creciendo lentamente hasta convertirse en un planta grande y hermosa de donde salen frutos.		Si la semilla se riega con agua entonces crece.	
Agua	El árbol se alimenta de sol y agua.	La semilla debe ser regada con agua para su crecimiento, y así, el de las raíces y luego del árbol con frutos.		Si el árbol no es regado con agua, no se alimenta y por tanto no crecen los frutos.	
Raíz	Al crecer las raíces de la semilla, tiempo después crece el árbol.	Cuando se planta la semilla y se riega con agua, se empieza a reproducir el árbol con unos diminutos frutos.		Si la semilla es sembrada y regada con agua, entonces crecen raíces que luego hacen crecer el árbol.	

Tabla 1: Modelo estudiantil inicial sobre la reproducción de plantas con flor.

Fuente: Elaboración propia.

### 10.1.2.2. Modelo Curricular:

Se obtuvo a partir de la lectura y análisis de los planes de áreas de ciencias naturales del grado quinto sobre el tema reproducción en las plantas y la respectiva malla curricular, teniendo en



cuenta además libros tales como planeta vivo y también los libros tradicionalmente utilizados en la escuela como Ciencias naturales 5 de Santillana, Vida y Naturaleza.

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos	Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales			(causalidad)	
Entidades	Propiedades	Relaciones	Inferencias	
		Describir	Predecir	Explicar
Plantas	Las plantas con flores son las más abundantes y pertenecen al grupo de las angiospermas. Se caracteriza porque las nuevas plantas se originan por la unión del grano de polen y el óvulo.	La reproducción sexual de las plantas se realiza en la flor. En ella se encuentran los órganos masculinos o estambres, en donde se forma el pole y el órgano femenino o pistilo, en donde se origina el óvulo.	La reproducción de las plantas con flores solo son posibles si hay polinización.	
Flor	Donde se realiza el proceso de polinización	Las flores cumplen con la función de la reproducción, Con ayuda de los insectos, las aves mieleras, los murciélagos y el viento, por medio de un proceso fascinante, conocido como la polinización. Estructuras de los seres vivos que les permiten desarrollarse en un entorno.	Si la planta no tiene la capacidad de crear mecanismos para atraer los insectos, murciélagos, aves, etc., no es posible que se formen las semillas y los frutos y el proceso de polinización no se lleva a cabo.	La reproducción sexual de las plantas se realiza en la flor. En ella se encuentran los órganos masculinos o estambres, en donde se forma el polen y el órgano femenino o pistilo, donde se origina el óvulo. El grano de polen al madurar, cae el estigma del pistilo, fenómeno conocido como polinización. Luego el grano de polen desciende por el estilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda. Esta unión se conoce como fecundación. El óvulo, después de fecundado, crece y se convierte en semilla, mientras que el ovario que lo contenía se transforma en fruto.
Fruto	Reserva de carbohidratos que se forma alrededor de una semilla para protegerla.	La unión entre el grano de polen que desciende por el pistilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda, se conoce como Fecundación, y de ahí resulta el Fruto, que es un ovario que se transforma en el mismo, después de fecundado.	Si no hay una fecundación exitosa, pasa que no hay lugar a la transformación del ovario a fruto.	
Semilla	Los óvulos fecundados dan origen a la semilla. Ellas están escondidas dentro del fruto, y poseen información necesaria para formar una nueva planta	La semilla consiste en un óvulo fecundado, que almacenan el alimento necesario para el desarrollo de una nueva planta.	Cuando la semilla cae en una zona inadecuada, que no tiene suficiente cantidad de luz, humedad y nutrientes, no se despierta y por ende no comienza el proceso de germinación lo que obstaculiza el origen de una nueva planta.	

Tabla 2: Modelo Curricular sobre la reproducción en las plantas con flor.

Fuente: Elaboración propia



### 10.1.2.3. Modelo Disciplinar

Se continuó con la construcción del modelo disciplinar, a través de la búsqueda del tema en libros de biología propios de la educación superior: Elena Curtis y Sue Barnes.

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos		Constituyentes Psicológicos		
Enunciados legales						
Entidades	Propiedades	Relaciones		Inferencias		
		Describir		Predecir	Explicar	
flor	Las flores son los órganos reproductores de las plantas. Son consideradas como hojas modificadas. Las flores completas están constituidas por cuatro conjuntos de piezas florales: sépalos, pétalos, estambres y carpelos.	Los sépalos forman el cáliz y encierran y protegen a la yema floral en desarrollo. Los pétalos, constituyen la corola; por dentro de la corola están los estambres que, en conjunto, forman el androceo; cada estambre tiene un filamento en cuyo extremo se encuentra la antera; los granos de polen, formados en esta, son los gametofitos masculinos. Los carpelos son hojas modificadas que en conjunto forman el gineceo, que contiene los gametofitos femeninos. El gineceo está formado por uno o varios estigmas y un estilo. El gineceo consta de un base dilata, el ovario. Dentro del ovario hay uno o más óvulos, cada uno de los cuales contienen un gametofito femenino o saco embriionario.		La ausencia de vectores obstaculiza la función reproductora de la flor. La falta de alguna estructura de la flor implica que no se desarrolle los procesos de polinización y germinación, ocasionando que no se de la producción de frutos y semillas.	Las anteras y los óvulos tienen esporangios, estructuras donde se producen esporas por meiosis y se desarrollan los gametofitos. Los granos de polen, cada uno de los cuales está constituido por un gametofito masculino maduro rodeo por la pared de la espóra, se forma dentro de los sacos de polen de las anteras. Un gametofito femenino se forma dentro de cada ovulo. En las angiospermas la polinización es la transferencia de polen desde una antera a un estigma, en donde el grano de polen produce una estructura denominada tubo polínico, que crece y se introduce dentro del ovario por el estilo y descarga gametos masculinos, en la vecindad del saco embriionario, produciendo la fecundación del gameto femenino. El cigoto da origen a un embrión y, cuando el embrión crece, el óvulo que lo contiene se transforma en semilla. La totalidad del ovario, se desarrolla y forma un fruto que contiene una o más semillas. Los frutos, que se dispersan al caer al suelo, o al ser transportados por el viento o por animales, contribuyen a diseminar las semillas a una relativa distancia de su planta de origen. Cuando las condiciones de luz, suelo, temperatura son adecuadas, la semilla germina y el embrión transportado en la semilla crece y desarrolla una plántula.	
Fruto	Es el ovario de la Flor desarrollado. Protege las semillas y ayuda a la dispersión.	La fecundación desencadena cambios hormonales que hacen que el ovario comience su transformación en fruto.		Si una flor no ha sido polinizada, el fruto, habitualmente no se desarrolla y la flor entera se marchita y se desprende.		
Semilla	Grano formado a partir de un ovulo, contenido en el interior del fruto de una planta, resultado de un ovario y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie.	La semilla consiste en el embrión, la cubierta de la semilla y el alimento almacenado, es decir la semilla almacena proteínas, aceites y almidón en cantidades variadas, según la especie, y para el desarrollo de la misma. Esta es la razón por la cual la semilla son los principales sumideros de carbono.		Las semillas pueden permanecer en un estado de dormancia o estado latente, condición en la que hay actividad metabólica baja con suspensión de crecimiento y desarrollo, es decir, que si la semilla no encuentran un ambiente adecuado, no germinan.		

Tabla 3: Modelo Disciplinar sobre la reproducción de plantas con flor.

Fuente: Elaboración propia



### 10.1.2.4. Modelo Científico Escolar de Arribo

Los tres modelos anteriores (MEi, Mcu y MD) se comparan para inferir el MCEA, teniendo en cuenta las entidades, propiedades, relaciones entre dichas entidades y las reglas de inferencia que rigen estas relaciones, ubicándose desde los constituyentes del ONEPSI.

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos	Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales			(causalidad)	
Entidades	Propiedades	Relaciones	Inferencias	
		Describir	Predecir	Explicar
Flor	Las flores son los órganos reproductores de la plantas pues en ella se encuentra los órganos masculinos o estambres y el órgano femenino o pistilo. Y por tanto es donde ocurre la polinización y la fecundación	En ella se encuentra los órganos masculinos o estambres, en donde se forma el polen y el órgano femenino o pistilo, donde se origina el óvulo. El grano de polen al madurar, es transportado por el viento, insectos, murciélagos, u otros agentes y cae el estigma del pistilo, fenómeno conocido como polinización. Luego el grano de polen desciende por el estilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda. Esta unión se conoce como fecundación	La ausencia de vectores obstaculiza la función reproductora de la flor e impide los procesos de polinización, fecundación y germinación, ocasionando que no se de la producción de frutos y semillas.	La reproducción sexual de las plantas se realiza en la flor. En algunas flores los organos masculinos y femeninos se encuentran juntos y en otras se encuentran por separado. En los órganos masculinos o estambres, se forma el polen, mientras que en el órgano femenino o pistilo, se origina el óvulo. El grano de polen al madurar, es transportado por el viento, insectos, murciélagos, u otros agentes.
Fruto	Es el ovario de la flor desarrollado, que se forma alrededor de una semilla para protegerla y ayudarla a la dispersión. "La pulpa del fruto puede tener azúcares, grasas o aceites, y carbohidratos que les sirve de alimentos a otros seres vivos"	La unión entre el grano de polen que desciende por el pistilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda, se conoce como Fecundación, y de ahí se desencadena cambios hormonales que hacen que el ovario comience su transformación en fruto.	Si no hay una fecundación exitosa, entonces no hay lugar a la transformación del ovario a fruto.	Posteriormente si cae al estigma del pistilo, se presenta el fenómeno conocido como polinización: el grano de polen desciende por el estilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda. Esta unión se conoce como fecundación. El óvulo, después de fecundado, crece y se convierte en semilla, mientras que el ovario que lo contenía se transforma en fruto. Esto es posible en condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad. Y después se puede formar una planta.
Semilla	Grano formado a partir de la fecundación de un óvulo por un grano de polen. Se encuentra en el interior del fruto de una planta, posee la información necesaria y necesita de unas condiciones adecuadas para dar origen a una nueva planta.	La semilla consiste en un óvulo fecundado, que almacena el alimento necesario para el desarrollo de una planta, como las proteínas, aceites y almidón. Necesita de unas condiciones necesarias de humedad, luz y nutrientes para germinar.	Cuando la semilla cae en una zona inadecuada que no tiene suficiente cantidad de luz, humedad y nutrientes, entra en un estado de dormancia o estado latente, y por ende no comienza el proceso de germinación, y no da lugar a una nueva planta.	

Tabla 4: Modelo Científico Escolar de Arribo sobre reproducción de plantas con flor.

Fuente: Elaboración propia

### 9.9. Identificación de las demandas de aprendizaje

Para la identificación de las demandas de aprendizaje fue necesario comparar el Modelo estudiantil inicial y el Modelo Científico Escolar de Arribo, lo cual permitió encontrar las diferencias entre las entidades, propiedades, descripciones y explicaciones del fenómeno, sirviendo estas como base, para el diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje. La pertinencia de las actividades elaboradas a partir de esas demandas, permitiría aproximar y transformar los modelos iniciales de los estudiantes a un modelo más cercano al científico.

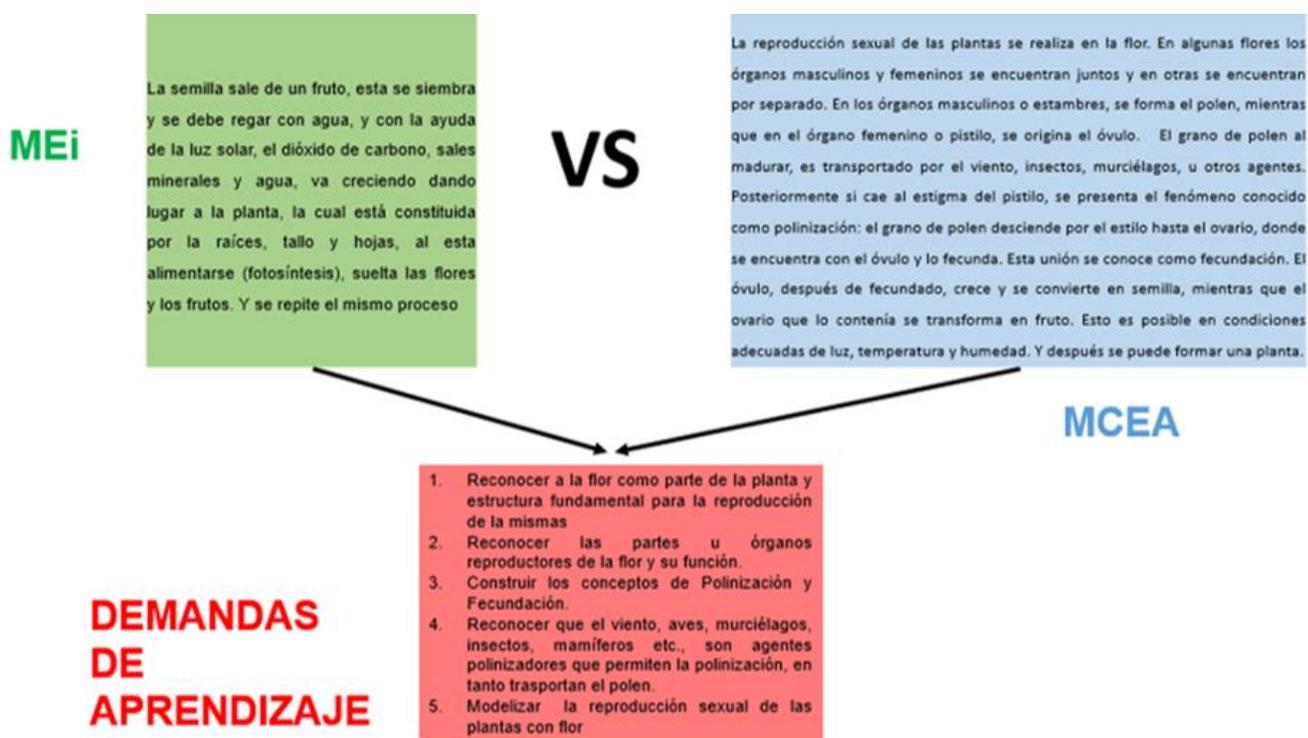


Figura 6: Identificación de las demandas de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia.

**9.10. Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, a partir de las demandas de aprendizaje identificadas en el MCEA.**

Atendiendo a las demandas de aprendizaje mencionadas anteriormente (ver figura 5), se diseñó una secuencia de enseñanza y aprendizaje basada en Pujol (2007) sobre la reproducción de las plantas con flor al construir la relación flor-fruto. A continuación, se presenta un resumen de la SEA (figura 6). Para mayor ilustración ver detalle en el (anexo 1).



Figura 7: Resumen de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje sobre la reproducción en plantas con flor.

Fuente: Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre la reproducción en plantas con flor. Elaboración a partir del esquema "Organización de las actividades de la Unidad Didáctica" (Pujol, 2007, p. 239).

En la siguiente figura se muestra la correspondencia entre las actividades y la demanda de aprendizaje a atender (Figura 7):

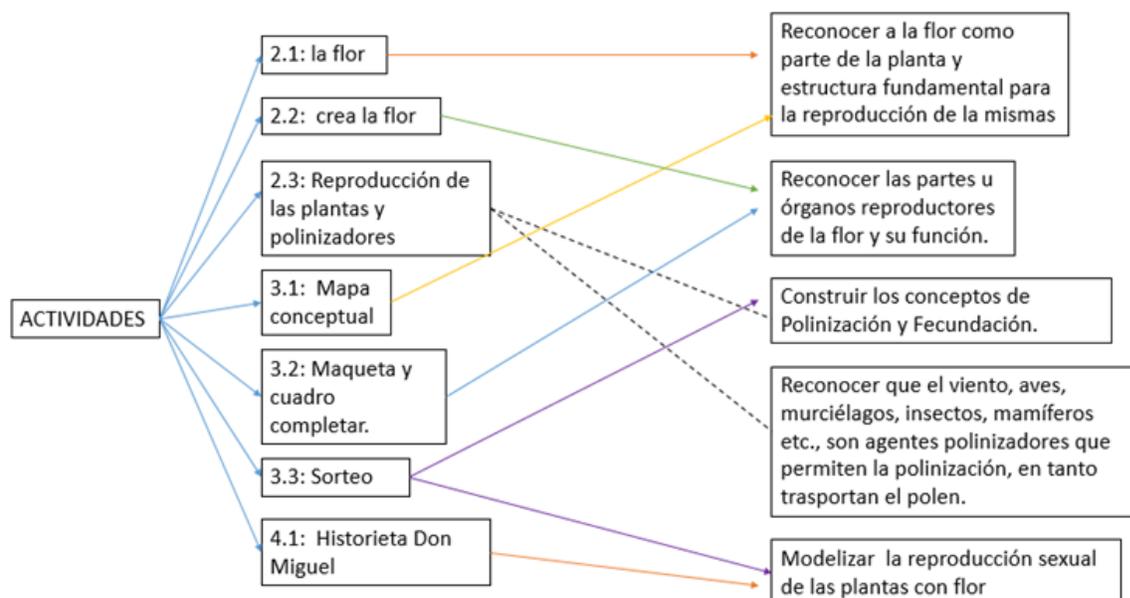


Figura 8: Correspondencia entre las actividades y la demanda de aprendizaje a atender.

Fuente: elaboración propia

### 9.11. Análisis de la evolución de los modelos estudiantiles

A continuación, se presentan los análisis de los resultados en términos de la comparación entre el MEi obtenido en la fase de exploración, y el MCEA con cada uno de los modelos estudiantiles en las fases de introducción, de estructuración, y de aplicación, para ello utilizamos el ONEPSI (Gutiérrez, 2014), como herramienta que facilitó este proceso.

**9.11.1. Comparación Modelo de Fase de Introducción (MI) vs MEi vs MCEA.**

Durante esta fase se presentaron los contenidos referentes al tema de la reproducción de las plantas con flor, para ello se realizaron ciertas actividades tales como: la flor (clasificación de plantas con flor y sin flor), crea la flor (exploración de la flor de San Joaquín), reproducción de las plantas y polinizadores (Lectura, y dinamización del papel de los polinizadores). (ver anexo 1: SEA).

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos	Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales				
Entidades	Propiedades	Relaciones	Inferencias	
		Describir	Predecir	Explicar
Flor	Parte donde se realiza la reproducción de la planta. Son de colores llamativos, con olores.	La reproducción sexual de las plantas se da en la flor, la cual tiene colores y colores atractivos.	La ausencia de la estructura flor, hace imposible la reproducción sexual.	Las plantas dependiendo de la ausencia o la presencia de la flor pueden ser asexuales o sexuales,
Plantas.	Estas pueden ser sexuales o asexuales.	Las plantas con reproducción sexual requieren de la parte flor y las que no tienen flor se reproducen asexualmente, lo pueden hacer de otra forma.	Si la planta se reproduce de forma asexual es porque no tiene flor.	

Tabla 5: Modelo estudiantil en la fase de introducción.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes lograron explicar cómo dependiendo de la presencia o ausencia de la flor (ver imagen 1), se puede hablar de la reproducción sexual o asexual de las plantas. A continuación, se muestra un fragmento del V1 (00:00:00-00:00:18) de la conceptualización realizada en torno a la actividad de la clasificación establecida, donde expresaron sus conocimientos frente a la reproducción de las plantas:



## Facultad de Educación

Profesora: El hecho de la presencia o ausencia de la flor ¿en que se relaciona con la flor?

Estudiante: No tienen flor son las asexuales y las asexuales si se pueden reproducir, pero de diferente manera, las sexuales son las que tienen flor y las asexuales que no tienen flor.

En esta fase no se obtuvieron más evidencias de una verbalización por parte de los estudiantes en torno a los procesos específicos de la reproducción sexual, debido a que es una fase en la que la profesora es la protagonista, en tanto introduce los nuevos conocimientos.



Imagen 1 La flor (clasificación de plantas con flor y sin flor).

Fuente: Elaboración propia.

En la actividad 'Crear la flor', se pudo evidenciar cómo la mayoría de los estudiantes relacionaron las partes y las funciones de la flor, es decir, de los 24 estudiantes que realizaron la actividad, 16 lo hicieron de forma correcta, teniendo en cuenta la explicación del profesor.



Imagen 2: Los estudiantes se encontraban realizando la maqueta de cada una de las partes de la flor involucradas en la reproducción sexual de las plantas.

<p>The diagram shows the following parts and functions:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>Sépalos:</b> En conjunto es la corola. Su función es cubrir los pétalos.</li><li><b>Pétalos:</b> En conjunto es el cáliz. Su función es atraer al polinizador.</li><li><b>Estambres:</b> Órgano reproductor masculino. fabrican los granos de polen.</li><li><b>Pistilo:</b> Es la parte femenina de la flor. Sirve como transporte del polen.</li><li><b>Ovario / Óvulos:</b> Los óvulos son las células sexuales femeninas.</li></ul>	<p>Sépalos: En conjunto es la corola, su función es cubrir los pétalos.</p> <p>Pétalos: En conjunto es el cáliz. Su función es atraer el polinizador.</p> <p>Estambres: Órgano reproductor masculino, fabrican los granos de polen.</p> <p>Pistilo: Es la parte femenina de la flor, sirve como transporte del polen</p> <p>Ovarios – Óvulos: Los óvulos son las células sexuales femeninas.</p>
--	--

Imagen 3: Los estudiantes teniendo en cuenta las explicaciones de la profesora durante la disección de la flor de San Joaquín, pudieron identificar cada estructura involucrada en la reproducción.



### 9.11.2. Comparación Modelo de la fase de Estructuración (ME) vs MEi vs MCEA.

Durante esta fase el estudiante era el protagonista, debido a que, a partir de las explicaciones recibidas en la fase anterior, modificaban sus modelos referentes al tema. Para lograr este propósito se realizaron las siguientes actividades: ‘Mapa conceptual’ (plantas con flor y sin flor), ‘Maqueta’, ‘cuadro para completar las partes de la flor con su función’, y ‘sorteo’ (proceso de reproducción de la flor). (Ver anexo 1). A partir de los resultados obtenidos en estas actividades se construyó la siguiente tabla:

Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos		Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales				(causalidad)	
Entidades	Propiedades	Relaciones		Inferencias	
		Describir	Predecir	Explicar	
Estambre	Órgano reproductor masculino de la flor.	Formado por el filamento y las anteras que contiene el polen (células sexuales masculinas), las cuales sirven para fecundar el óvulo.	Si la flor tiene órgano reproductor masculino, se da la producción de polen.	La flor posee los órganos reproductores de las plantas, son de colores y olores llamativos para atraer a los polinizadores (abejas, mariposas, insectos, vientos, entre otros) así lograr que los granos de polen (células sexuales masculinas producidas por los estambres) se peguen en sus cuerpos para ser transportados a otras flores, para llegar al estigma del pistilo, y caer por estilo hasta el ovario fecundando el óvulo. Dando como resultado el fruto y la semilla.	
Pistilo	Órgano reproductor femenino de la flor.	Está conformado por el estigma (parte superior pegajosa), el estilo (parte que une al estigma con los ovarios) y ovarios (contiene los óvulos).	Si al ovario caen los granos de polen se da fecundación.		
Polinizadores	Son atraídos por los colores y olores de la flor. Pueden ser pajaritos, abejas, viento, humanos, insectos, mariposas. Toman el néctar de la flor. Ayudan a la fecundación, con el transporte del polen de una flor a otra.	Los polinizadores como los pajaritos, abejas, viento, insectos, humanos. Que son atraídos por los colores y olores de las flores, al tomar el néctar se les pega el polen que transporta de una flor a otra, ayudando a la fecundación del óvulo.	Si el polen no se pega al cuerpo del polinizador (abejas, mariposas, viento), no puede ser transportado a otra flor.		
Flor	Tiene colores llamativos para atraer los polinizadores. Produce néctar. Posee órganos masculinos y femeninos.	La flor con el néctar y sus colores llamativos permite que los polinizadores lleguen a ella, y con su ayuda se pueda dar la fecundación.	Los colores y la producción del néctar de las flores hacen posible su polinización.		
Fruto	Sale del ovario El fruto madura, cae al suelo y sale la semilla Sale del ovario El fruto madura, cae al suelo y sale la semilla	Es uno de los resultados después de la reproducción de las plantas con flor, y al fruto estar maduro, esta lista la semilla para germinar.	Sin una reproducción exitosa no es posible el fruto como uno de los resultados.		

Tabla 6: Modelo estudiantil en la fase de estructuración.

Fuente: Elaboración propia.



En la comparación del modelo estudiantil de la fase de estructuración (ME) con el MEi y el MCEA, pudimos evidenciar como el grado de semejanzas es mínimo con el modelo estudiantil inicial, debido a que los estudiantes desconocen el proceso reproductivo en la flor. Se muestran las explicaciones construidas por las investigadoras basadas en el ONEPSI (Gutiérrez, 2014) del ME y el MEi teniendo en cuenta las producciones de los estudiantes:

<b>Mei</b>	<b>ME</b>
<p>La semilla sale de un fruto, esta se siembra y se debe regar con agua, y con la ayuda de la luz solar, el dióxido de carbono, sales minerales y agua, va creciendo dando lugar a la planta, la cual está constituida por la raíces, tallo y hojas, al ésta alimentarse (fotosíntesis), suelta las flores y los frutos. Y se repite el mismo proceso</p>	<p>En la flor se realiza la reproducción de la planta. En ella se encuentra los estambres donde se forma el polen, y en el pistilo se encuentra el ovario que contiene el óvulo. El grano de polen es transportado por diferentes polinizadores (insectos, murciélagos, abejas, mariposas, viento, etc.) a otras flores (Polinización), este cae al ovario donde se une con la célula sexual femenina (óvulo), lo cual se conoce como fecundación, dando lugar al engrosamiento del ovario, para convertirse en fruto, donde el óvulo después de fecundado, crece y se convierte en semilla, para posteriormente dar lugar a una nueva planta.</p>



Imagen 4: Explicaciones construidas de los modelos MEi y ME, en base al ONEPSI (Gutiérrez, 2014), teniendo en cuenta las producciones de los estudiantes.

Por otro lado, con el MCEA, se observó un alto grado de coincidencia, debido a que los estudiantes en ambos modelos reconocen que la flor posee las partes para la reproducción de la planta y los procesos implicados en la reproducción sexual (polinización, fecundación), designando adecuadamente las estructuras tales como: estigma, estilo y pistilo.

A continuación, se mostrarán diversas evidencias, donde se refleja lo dicho anteriormente. En el fragmento del V4 (00:00:03-00:01:12), se da la conceptualización realizada por parte de los estudiantes, teniendo en cuenta el orden que le asignaron a las frases que se les entregó para la construcción del mapa conceptual, donde explicaron su modelo elaborado en esa actividad, reconociendo la flor como órgano reproductor de la planta y las partes que intervienen en el proceso de la reproducción sexual:



Estudiante: Las plantas que tienen flores y las que tienen fruto son las más abundantes, los órganos reproductores especializados serían esos que serían las angiospermas. Las angiospermas son las semillas que se están cubiertas por capas. Los órganos reproductores que no son especializados serían las gimnospermas, que son las que no tienen flores y las que no tienen frutos.

Profesora: Entonces una preguntita por aquí según lo que dijo su compañero: ¿las que tienen órganos reproductores especializados son...?

Estudiante: Las angiospermas

Profesora: ¿Y cuál es el órgano reproductor especializado?

Estudiante: Las que tienen flor, las flores.

Fragmento del V7 (00:00:33-00:00:46) donde los estudiantes están elaborando la maqueta de la flor, ubicando la parte reproductiva masculina:

Profesora: ¿Qué son las cositas que acabamos de pegar?

Estudiante: Los estambres y las anteras, y las anteras son las que fabrican el polen.

Posteriormente, en el fragmento del V8 (00:00:00-00:02:10) se continuó con el reconocimiento de estas partes y de algunas ideas sobre el proceso de polinización:

Profesora: ¿Qué encontramos de la parte superior del pistilo?

Estudiante: Cuatro bolitas negras.



## Facultad de Educación

Profesora: Pero ¿Cómo se llaman?

Estudiante: Estigma, estigma.

Profesora: ¿Cuál es la función del estigma? ¿Por qué es pegajoso?

Estudiante: ¿Por qué son pegajosos los estigmas?

Estudiante: Es una estrategia para que los polinizadores, [...] cuando vayan, se queden ahí pegados y puedan fecundar.

Profesora: ¿Qué más conforma el pistilo?

Estudiante: Estilo

Profesora: ¿El qué?

Estudiante: Estilo

Profesora: Estilo, y ¿para qué le sirve el estilo a la flor?

Estudiante: Para unir el estigma con el ovario.

Se puede mostrar otra evidencia de lo anterior, observando las siguientes respuestas de la actividad donde los estudiantes debían de completar la información presentada, según las nociones elaboradas:



Tema: Partes del aparato reproductor de la planta Grado: <u>5-3</u>		
Nombre del estudiante:		
Parte	¿Qué función cumple?	Ilustración
Estambre	Órgano masculino de la flor y también crea y guarda el polen.	
Antera	Parte del estambre encargado de la producción de polen. Pequeña bolsa amarilla que forma parte del interior de la flor, cuya función es la de sostener los granos de polen.	
Ovarios	Su función es crear y guardar los ovulos	
ovulos	Son las células femeninas de una flor	
Filamento	Tiene como función sostener las anteras que se encuentran ubicadas en la parte superior, fijar a los estambres	
Estigma	Parte femenina de la planta que está encargada de recibir el polen.	
Estilo	es el encargado de unir el ovario con el estigma	

Imagen 5: Respuestas de los estudiantes en la actividad de completar la información presentada.

Durante la verbalización que se realizó en esta actividad, fue posible que algunos estudiantes elaboraran preguntas, para tratar de explicar desde su representación mental el proceso reproductivo en la flor. Damos cuenta de esto en el fragmento del V9 (00:00:36-00:01-34) presentado a continuación:



Estudiante: ¿Qué pasa si cogemos un estambre y se le metemos a los óvulos?

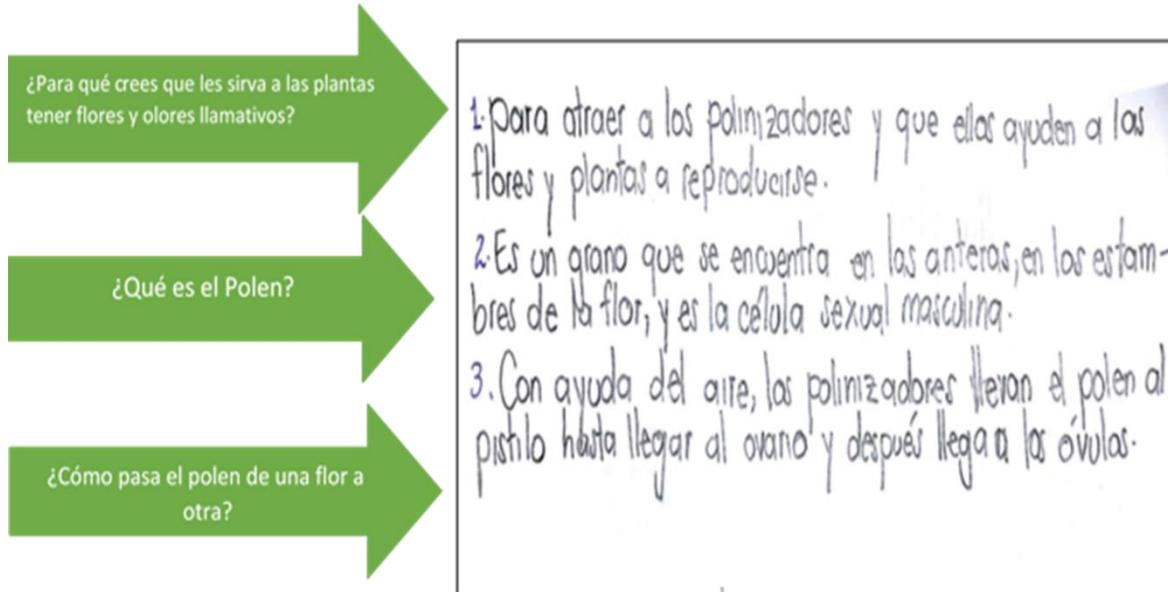
Profesora: Miren lo que está diciendo su compañera, ¿qué pasa? Niños presten atención y ya seguimos con la actividad. Pregunta ¿qué pasa si cogemos un qué?

Estudiante: Un estambre.

Profesora: Si cogemos un estambre donde está el polen ¿cierto? Y se lo metemos al óvulo. Si fuera, o sea que la planta todavía estuviera en su estado natural, ella ese proceso lo hace a través de los polinizadores, nosotros aquí como ya la arrancamos, ya no hay forma de que nosotros podamos hacer el proceso, que ahorita les vamos a explicar.

A pesar de las semejanzas encontradas entre ME y el MCEA, se pudieron identificar diferencias en las propiedades relacionadas con las estrategias utilizadas por las plantas para ser llamativas a los polinizadores (colores y olores atractivos), además no se concibe la idea de que la flor posee órganos reproductores separados, ni la maduración del polen, y tampoco las condiciones necesarias para la formación de una nueva planta, este último aspecto se presentó en el modelo estudiantil inicial.

Podemos demostrar lo dicho anteriormente, con las respuestas obtenidas por los estudiantes sobre la lectura “El Murciélago” (ver anexo1):



### Transcripción:

1. Para atraer a los polinizadores y que ellos ayuden a las flores y plantas a reproducirse.
2. Es un grano que se encuentra en las anteras, en los estambres de la flor, y es la célula sexual masculina.
3. Con ayuda del aire, los polinizadores llevan el polen al pistilo hasta llegar al ovario y después llegan a los óvulos.

Imagen 6: Respuestas obtenidas por los estudiantes sobre la lectura “El Murciélago”.

Además de la verbalización escrita, se dio la socialización de forma oral, lo que podemos observar en varios de los fragmentos del V11 (00:09:52-00:10:55):

Profesora: Vamos entonces a empezar, primero: ¿para qué crees que les sirva a las plantas tener flores con olores y colores llamativos?

Estudiante: Para que lleguen los animales que polinizan a las plantas y los lleven a otras plantas y puedan polinizar; para polinizar.

Profesora: Muy bien. Ahora ¿quién cree tener otra respuesta diferente a la que él dijo o que quiera complementarla?



Estudiante: Es para atraer a los polinizadores-[...]

Fragmento (00:11:44 - 00:20:00)

Profesora: Segunda pregunta ¿qué es polen? Chicos esa pregunta ya la han trabajado con [la profesora]; Nataly la trabajaron mucho.

...

Estudiante: Es un grano que se encuentra en las anteras de la flor.

Profesora: ¿En las anteras de la flor? ¿Están seguros que es un grano? ...

Estudiante: Es lo que usa la flor para reproducirse

Profesora: Pero ¿cómo se llama técnicamente?, lo hablaron mucho con Nata

Estudiante: Aparato reproductor femenino

Profesora: ¿Es aparato reproductor?

Estudiante: No

Estudiante: Célula eee sexual masculina

Profesora: ¿Escucharon a su compañero todos? ¿Qué es el polen?

Estudiante: Célula sexual masculina

Profesora: Bien. Bueno el polen es la célula sexual masculina, vamos con la tercera pregunta:

Estudiante: Profe yo me la se

Profesora: La tercera pregunta: ¿cómo pasa el polen de una flor a otra?

Estudiante: Profe. Y después dicen que porque no participó.

Estudiante: Por medio de las abejas o mariposas u otros polinizadores.

Profesora: ¿Ellos qué hacen?

Estudiante: Se llevan el polen lo pasan a otra flor.

Profesora: ¿Y cómo lo cogen? ¿Cómo lo llevan? ¿No sabe?

Profesora: [Profesora] Vanesa por aquí él estudiante quiere participar

Profesora: ¿Si quiere participar?

Profesora: Él quiere decir algo



Estudiante: No ya, ya lo que decía él.

Profesora: ¿Y qué dijo? Repítalo

Estudiante: Que los polinizadores cogían el polen del pistilo y lo transportaban a otras plantas.

Profesora: ¿Y cómo lo hacen? ¿Cómo lo transportan?

Estudiante: Por medio del pistilo

Profesora: Con el pistilo, se lo sacan del pistilo. ¿Ellos van a buscar el polen a y lo voy a sacar y lo llevo?

Estudiante: No, ellos buscan las flores para polinizarlas.

Profesora: Pero ellos dicen voy a polini... hoy amanecí. Llega un polinizador, llega el murciélago y dice hoy me levanté con ganas de ir a polinizar aquella florecita ¿el sí dice a voy a polinizar?

Estudiante: No

Profesora: Entonces ¿Qué hace?

Estudiante: Busca una flor específica para poder polinizarla

Profesora: Pero ¿El realmente dice voy a polinizar?

Estudiante: No... mmm

Profesora: Veamos qué nos dice por aquí, escuchemos.

Estudiante: Porque cuando se posan a una flor es como ellos se van a la piedrita a chupar el polen les queda en las patas y cuando van a polinizar a otra flor, el polen que se les queda en las patas se les... Algo así.

Profesora: Bueno ella tiene la idea más o menos clara, pero todavía no hemos podido complementarla. Más duro por favor.

Estudiante: Ellos también llevan el polen a otra flor.

Profesora: Pero ¿cómo hacen para llevarlo?

Estudiante: Ellos lo absorben

Profesora: ¿Lo absorben?

Estudiante: Lo tienen ahí y lo llevan a otra flor y lo dejan...

Profesora: ¿Cómo se transporta el polen?

Estudiante: Como el polen es tan pegajoso se les queda pegado y cuando se trasladan caen en otras flores.



Profesora: Escucharon lo que dijo su compañera.

Estudiante: Si

Profesora: Repítame por favor

Estudiante: Como el polen es tan pegajoso se les queda pegado y cuando se trasladan se caen en otras flores...

Estudiante: Profe tengo una duda, si el polen cae en una flor masculina ¿qué pasa?

Profesora: Eso depende, chicos me escuchan, por ejemplo: si el polen va y cae en una flor que tiene células sexuales masculinas que tiene como tal el órgano reproductor masculino y no tiene femenino ¿qué va a pasar? no hay fecundación, tiene que caer en una flor apta que pueda realizar el proceso de fecundación...

Respecto al lenguaje, los estudiantes lograron designar y describir los procesos, de una forma general, planteando explicaciones implícitas, donde aún omiten detalles específicos para la interpretación adecuada de la reproducción sexual de las plantas.

Para finalizar, verificamos el cumplimiento de las demandas de aprendizaje - reconocer a la flor como parte la planta y estructura fundamental para la reproducción de las mismas, reconocer las partes u órganos reproductores de la flor y su función, construir los conceptos de polinización y fecundación- en esta fase de estructuración, se analizó cómo los estudiantes durante el desarrollo de las actividades propuestas para atender estas demandas verbalizan la flor como órgano reproductor de la planta, donde la reconocen como parte y no el organismo completo, además son capaces de enunciar que esta posee los órganos reproductores, sin embargo, recurriendo a las diferencias entre los modelos, los estudiantes no conciben la idea que estos puedan estar separados en diferentes flores. Por último, los estudiantes comprenden y explican cómo se da el proceso de polinización y fecundación de una forma general.



### 9.11.3. Comparación Modelo de la fase de aplicación (ML) vs MEi vs MCEA.

Para construir el Modelo estudiantil logrado de manera definitiva, teniendo en cuenta los resultados de la actividad “carta a Don Miguel”, se explicitaron los siguientes criterios que sirvieron para rastrear en las producciones de los estudiantes la modelización a la que debían llegar:

1. Reconocimiento de la flor como estructura donde se lleva a cabo la reproducción.
2. Identificación de la necesidad de dos órganos reproductores (femenino y masculino).
3. Reconocimiento del estambre como órgano reproductor masculino, el cual se encarga de producir el polen.
4. Reconocimiento del pistilo como órgano reproductor femenino, el cual se encarga de producir los óvulos.
5. Identificación de estrategias para el transporte del polen.
6. Comprensión del proceso de polinización (Polen, estigma, estilo, ovario).
7. Conocimiento del proceso de fecundación (unión de los granos de polen y ovulo).
8. Identificación de los productos finales de la reproducción. (Ovulo-semilla; ovario-fruto).
9. Conocimiento de las condiciones necesarias para la germinación.

A continuación, se elaboró una tabla que permitió visualizar, por cada estudiante que realizó la actividad, si su producción cumplía o no, con los criterios construidos anteriormente.

Según los datos obtenidos con la elaboración de la siguiente tabla, se pudo notar que alrededor de la mitad de los estudiantes no cumplieron con los 4 criterios mínimos para que la respuesta fuese correcta, donde se podría inferir que no se logró comprender a cabalidad la temática propuesta.



### Convenciones

✓	Reune el criterio
±	Cumple con cierto grado en el criterio
x	No cumple

	Cumple con más de 4 de los criterios
	Cumplen con 4 de los criterios
	Cumplen con menos de 4 de los criterios

Criterios/Estudiante	Est1	Est2	Est3	Est4	Est5	Est6	Est7	Est8	Est9	Est10	Est11	Est12	Est13	Est14	Est15	Est16	Est17	Est18
1	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
2	±	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	±	✓	✓	✓	±
3	x	±	✓	±	±	x	±	±	±	±	x	±	±	±	±	±	±	±
4	x	±	±	x	±	x	x	✓	±	±	±	✓	±	±	±	±	±	±
5	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	±
6	x	±	±	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	±	✓	✓	✓	x	±
7	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	±
8	x	✓	x	x	x	±	x	±	✓	±	✓	✓	±	±	✓	✓	x	±
9	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	±	x	x	x
<b>Total</b>	<b>4 + 1±</b>	<b>5 + 3±</b>	<b>4 + 2±</b>	<b>2 + 1±</b>	<b>3 + 2±</b>	<b>1 + 1±</b>	<b>3 + 1±</b>	<b>6 + 2±</b>	<b>6 + 2±</b>	<b>4 + 3±</b>	<b>4 + 1±</b>	<b>6 + 1±</b>	<b>3 + 4±</b>	<b>4 + 4±</b>	<b>6 + 3±</b>	<b>6 + 2±</b>	<b>0 + 1±</b>	<b>1 + 7±</b>

Tabla 7: Análisis de respuesta de los estudiantes, para verificar fiabilidad de respuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Durante esta fase se pretendía que el estudiante explicitara el Modelo Logrado a través de la actividad “Carta a don Miguel”, donde se debían tener en cuenta las explicaciones brindadas durante la secuencia para describir el proceso de reproducción en las plantas con flor y lograr reestructurar el modelo obtenido en la fase anterior. A partir de los resultados alcanzados por parte de los estudiantes en esta actividad, se construyó la siguiente tabla:



Constituyentes Ontológicos		Constituyentes Epistemológicos	Constituyentes Psicológicos	
Enunciados legales			(causalidad)	
Entidades	Propiedades	Relaciones	Inferencias	
		Describir	Predecir	Explicar
Flor	Es el órgano reproductor, el cual resulta de la semilla. Posee una parte femenina y además contiene los granos de polen.	En ella se encuentran los estambres (Polen) y el pistilo (Ovulo). El grano de polen es transportado por polinizadores ( insectos, murciélagos, abejas, mariposas, viento, personas, etc) a otras flores y cae el ovario (ovulo), llamando este proceso como polinización. Luego el grano de polen baja por el estilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda.	Si existe la flor, hay presencia del polen. Para que haya polinización es necesario dos flores	En la flor se realiza la reproducción de la planta. En ella se encuentra los estambres donde se forma el polen, y en el pistilo se encuentra el ovario que contiene el óvulo. El grano de polen es transportado por diferentes polinizadores ( insectos, murciélagos, abejas, mariposas, viento, etc.) a otras flores (Polinización), este cae al ovario donde se une con la célula sexual femenina (ovulo), lo cual se conoce como fecundación, dando lugar a el engrosamiento del ovario, para convertirse en fruto, donde el óvulo después de fecundado, crece y se convierte en semilla, para posteriormente dar lugar a una nueva planta.
Fruto	Es un producto de la fecundación, específicamente del engrosamiento del ovario, contiene y protege la semilla.	Cuando el grano del polen baja hasta el ovario, y se une con el ovulo, lo fecunda, dando lugar a el engrosamiento del ovario, para convertirse en fruto.	Si no hay semilla, no hay fruto. Si el polen no se une con el ovulo, no hay lugar a que el ovario salga el fruto	
Semilla	Se forma a partir de la unión del polen con el óvulo, da lugar a una nueva planta, esta contenida y protegida por el fruto	La semilla es un óvulo fecundado, que da lugar a una nueva planta.	Si no hay maduración del fruto y la semilla, no se produce una nueva planta. Si el grano de polen no cae en el ovario que contiene el ovulo, no se da el proceso de fecundación, y por ende no se forma las semillas.	
Polinizador	Transportan los granos de polen al estigma (sin saberlo), los polinizadores pueden ser: bichos, insectos (mariposas, abejas), viento, personas.	Cuando el polinizador esta tomando el nectar de la flor, sin saber se le pegan a su cuerpo el polen y después los llevan a otra flor, permitiendo el proceso de polinización.	Sin polinizadores, no se realiza el proceso de polinización.	

Tabla 8: Modelo estudiantil en la fase de Aplicación, es decir del Modelo Logrado (ML)

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de los MEi vs MEL y MEL vs MCEA, evidenció cómo inicialmente los estudiantes no concebían el proceso de reproducción en las plantas para que suceda la germinación, por ende, no mencionaban la flor como estructura reproductiva, donde se encuentran los órganos reproductores (masculino y/o femenino), omitiendo la importancia de los procesos como polinización y fecundación, dando una explicación basada en las características perceptibles a simple vista. Después de la intervención a través de la SEA, en la fase de aplicación, los estudiantes pudieron complejizar sus explicaciones, debido a que coinciden con el



MCEA, en que en la flor se encuentran los órganos reproductores, masculinos y femeninos. Además, se reconoció el papel de los polinizadores en el proceso de la polinización, y en el proceso de fecundación, aspecto que no era mencionado en el MEi.

Obsérvese en la siguiente Imagen 7, extraída de los modelos MEi y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014):

Mei	ML
La semilla sale de un fruto, esta se siembra y se debe regar con agua, y con la ayuda de la luz solar, el dióxido de carbono, sales minerales y agua, va creciendo dando lugar a la planta, la cual está constituida por la raíces, tallo y hojas, al está alimentarse (fotosíntesis), suelta las flores y los frutos. Y se repite el mismo proceso	En la flor se realiza la reproducción de la planta. En ella se encuentra los estambres donde se forma el polen, y en el pistilo se encuentra el ovario que contiene el óvulo. El grano de polen es transportado por diferentes polinizadores (insectos, murciélagos, abejas, mariposas, viento, etc.) a otras flores (Polinización), este cae al ovario donde se une con la célula sexual femenina (ovulo), lo cual se conoce como fecundación, dando lugar al engrosamiento del ovario, para convertirse en fruto, donde el óvulo después de fecundado, crece y se convierte en semilla, para posteriormente dar lugar a una nueva planta.

Imagen 7: Explicaciones de los modelos MEi y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014)



Se debe destacar cómo los estudiantes en el MEi tuvieron en cuenta las condiciones necesarias (luz solar, dióxido de carbono, sales minerales y agua) para la germinación, pero como se mencionó anteriormente no se relacionaba con los procesos de polinización, fecundación, maduración, como se muestra en el MCEA. Estos factores en el MEL no fueron replanteados para una incorporación en la explicación detallada de la reproducción de las plantas con flor, debido a que en la SEA, no fueron tenidos cuenta para que los estudiantes construyan explicaciones relacionándolo con el proceso de reproducción. Adicionalmente, en el modelo logrado los estudiantes incorporaron una entidad diferente (polinizador), a las del MCEA, la cual le permitió una mejor explicación del proceso de polinización.

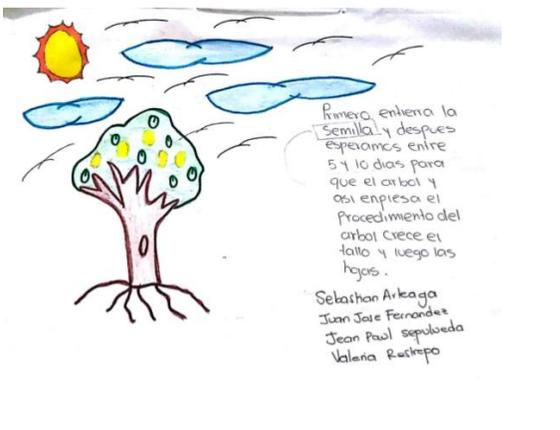
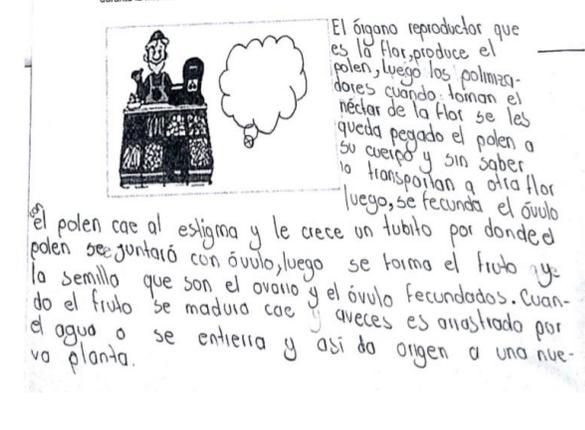
Actividad Inicial (¿de dónde viene los mangos?)	Actividad Final (Don Miguel 2)
 <p>Primera entiendo la semilla y después esperamos entre 5 y 10 días para que el árbol y así empieza el procedimiento del árbol crece el tallo y luego las hojas.</p> <p>Sebastian Arceaga Juan Jose Fernandez Jean Paul Sepulveda Valeria Restrepo</p>	 <p>durante la misma.</p> <p>El órgano reproductor que es la flor, produce el polen, luego los polinizadores cuando toman el néctar de la flor se les queda pegado el polen a su cuerpo y sin saber lo transportan a otra flor luego se fecunda el óvulo el polen cae al estigma y le crece un tubo por donde el polen se juntará con óvulo, luego se forma el fruto y la semilla que son el ovario y el óvulo fecundados. Cuando el fruto se madura cae y a veces es arrastrado por el agua o se entierra y así da origen a una nueva planta.</p>

Imagen 8: Respuestas de los estudiantes en la actividad inicial (¿De dónde viene los mangos?) y la actividad final (Don Miguel)

Por otro lado, se puede visualizar cómo los estudiantes a pesar de que complejizaron sus explicaciones en el MEL, no se refirieron al concepto de la reproducción sexual de las plantas de



forma explícita, ni concebían la idea de que la flor puedan tener los órganos reproductores separados, tampoco mencionaban la maduración del polen, y no se verbalizaron las estructuras estigma y estilo como parte fundamental del fenómeno estudiado.

Teniendo en cuenta la importancia de la verbalización en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, se pudo observar como el lenguaje utilizado por los estudiantes sufrió cambios significativos, debido a que incorporaron entidades, conceptos y descripciones específicas del fenómeno a tratar, lo que se evidencia en una explicación con un grado de complejidad mayor.

Obsérvese en la siguiente Imagen 9 las explicaciones elaboradas a partir de las actividades realizadas por los estudiantes, extraída de los modelos MCEA y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014)



ML	MCEA
<p>En la flor se realiza la reproducción de la planta. En ella se encuentra los estambres donde se forma el polen, y en el pistilo se encuentra el ovario que contiene el óvulo. El grano de polen es transportado por diferentes polinizadores (insectos, murciélagos, abejas, mariposas, viento, etc.) a otras flores (Polinización), este cae al ovario donde se une con la célula sexual femenina (ovulo), lo cual se conoce como fecundación, dando lugar al engrosamiento del ovario, para convertirse en fruto, donde el óvulo después de fecundado, crece y se convierte en semilla, para posteriormente dar lugar a una nueva planta.</p>	<p>La reproducción sexual de las plantas se realiza en la flor. En algunas flores los órganos masculinos y femeninos se encuentran juntos y en otras se encuentran por separado. En los órganos masculinos o estambres, se forma el polen, mientras que, en el órgano femenino o pistilo, se origina el óvulo. El grano de polen al madurar, es transportado por el viento, insectos, murciélagos, u otros agentes. Posteriormente si cae al estigma del pistilo, se presenta el fenómeno conocido como polinización: el grano de polen desciende por el estilo hasta el ovario, donde se encuentra con el óvulo y lo fecunda. Esta unión se conoce como fecundación. El óvulo, después de fecundado, crece y se convierte en semilla, mientras que el ovario que lo contenía se transforma en fruto. Esto es posible en condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad. Y después se puede formar una planta.</p>

Imagen 9: Explicaciones elaboradas a partir de las actividades realizadas por los estudiantes, extraída de los modelos MCEA y ML, mediante el ONEPSI (Gutiérrez, 2014).



A pesar de ello, en el caso específico de las estructuras estigma y estilo los estudiantes conocen las características y las funciones, pero no incluyeron el concepto en su lenguaje, recurriendo a descripciones básicas, tales como: Estigma se refieren como parte pegajosa (estrategia de la flor, para ser polinizada) donde cae el polen transportado y el estilo como tubito que une el estigma con el ovario.

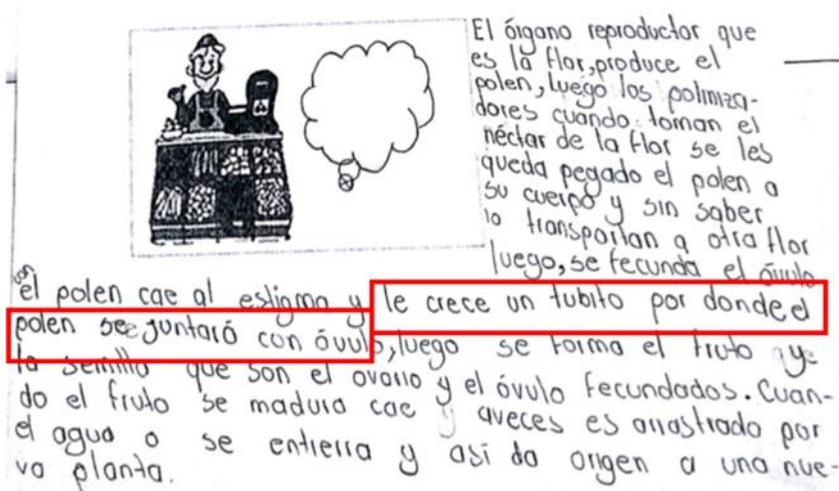


Imagen 10: Respuesta de uno de los estudiantes en la actividad final de Don Miguel.

Por último, teniendo en cuenta la demanda de aprendizaje a atender en esta actividad - modelizar la reproducción sexual de las plantas con flor - los estudiantes lograron crear un modelo más complejo, donde modelizaron la reproducción sexual de las plantas con flor, en comparación con el modelo inicial, el cual les permitió la elaboración de explicaciones más cercanas a las dadas por la ciencia, es decir, se aproximaron al modelo científico escolar de arriba, aunque no verbalizaron cada una de las estructuras involucradas de forma detallada.



### 10. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la pregunta que orientó esta investigación ¿Cómo evolucionan los Modelos Estudiantiles del grado 5 a partir de la aplicación de una secuencia didáctica sobre la modelización de la función vital de reproducción en plantas con flores al construir la relación flor-fruto?, los resultados obtenidos permiten inferir que los modelos estudiantiles evolucionaron paulatinamente a lo largo de la secuencia de enseñanza y aprendizaje de la siguiente forma: en la primera fase de explicitación del modelo inicial, los estudiantes no concebían el proceso de reproducción en las plantas para que se llevara a cabo la germinación, y sus explicaciones se basaban en las características perceptibles a simple vista.

En la segunda fase, introducción de los nuevos conocimientos y relaciones, los estudiantes lograron distinguir entre la reproducción sexual o asexual de las plantas, sin embargo, en esta fase, no se obtuvieron evidencias de una verbalización en torno a los procesos específicos de la reproducción sexual.

Posteriormente en la tercera fase, estructuración y evaluación, se logró evidenciar que los estudiantes reconocieran la flor como estructura que posee las partes y lugar donde se dan los procesos implicados en la reproducción sexual (polinización, fecundación). Por otro lado, la separación de los órganos reproductores en la flor, la maduración del polen, y las condiciones necesarias para la formación de una nueva planta, no fueron incorporadas y/o retomadas en las explicaciones de los estudiantes. Durante esta fase, el lenguaje utilizado tuvo una evolución debido a que los estudiantes lograron hacer modificaciones con respecto a las fases anteriores.



Durante la última fase, explicitación del modelo estudiantil logrado, se pudo evidenciar la reestructuración del modelo obtenido en la fase anterior por parte de los estudiantes, teniendo en cuenta la complejización adquirida en sus explicaciones para describir el fenómeno de valor educativo, logrando una aproximación importante al Modelo Científico Escolar de Arribo, ya que introdujeron nuevas entidades y propiedades, transformando así su Modelo Inicial.

Considerando los objetivos planteados en la parte inicial de la investigación, se pueden explicitar en los siguientes apartados como cada uno tuvo un alcance significativo, en la medida en que la metodología implementada sirvió para dar respuesta a cada uno de ellos.

- Respecto a la configuración del Modelo Científico Escolar de Arribo, a través de la comparación del modelo curricular, disciplinar e inicial, fue importante establecerlo como referente, ya que permitió analizar el grado de aproximación de cada uno de los modelos alcanzados en las etapas de la SEA, observando diferencias y similitudes entre ellos. Además, al haber tenido en cuenta las demandas de aprendizaje y las representaciones iniciales de los estudiantes, se configuró como una ruta que permitió establecer explicaciones más complejas y cercanas a la ciencia por parte del estudiantado.

- Para explicitar los modelos construidos a lo largo de la SEA, se evidenciaron diferencias en los constituyentes ontológicos, epistemológicos y psicológicos de los estudiantes referente al tema de reproducción en plantas con flor basados en el ONEPSI, en la primera fase de la modelización de la relación flor-fruto, los estudiantes en su modelo inicial identifican ciertas entidades y propiedades, sin embargo no se establecen



## Facultad de Educación

aspectos de corte psicológicos entre la flor – fruto y su papel en la reproducción de las plantas con flor, por tanto las explicaciones de los estudiantes solo se refieren a las condiciones necesarias para la germinación de una nueva planta.

Para la segunda etapa, el modelo construido por los estudiantes es general y, se presentan de forma sencilla los constituyentes ontológicos, epistemológicos y psicológicos; de igual manera en las explicaciones elaboradas se logró deducir la diferencia entre la reproducción sexual o asexual de las plantas.

En la fase tres de Estructuración y Síntesis, los estudiantes lograron reconocer entidades de una forma detallada, por ello, epistemológicamente construyen los conceptos de polinización y fecundación.

Por último, en la fase de aplicación, el modelo elaborado se complejiza, ya que las entidades explicitadas, se describieron de forma más detallada y establecieron la relación entre flor y fruto, y su importancia para la generación de una nueva planta por su papel en la reproducción sexual de esta. En este modelo se evidencia cómo los estudiantes hicieron una evaluación del modelo planteado en las fases anteriores, logrando que se dieran grandes modificaciones en la forma cómo percibían el fenómeno, y así replantearon sus explicaciones, presentando inferencias significativas.

- La Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje elaborada sobre la función vital de la reproducción en las plantas, al construir la relación flor-fruto, se valora como una herramienta eficiente para contribuir en la evolución de los modelos iniciales, respecto al MCEA, debido a que las explicaciones de los estudiantes tuvieron un acercamiento



---

## Facultad de Educación

significativo a los planteados en este modelo que sirvió como referente, ya que su MEi se fue transformando a uno con más semejanzas al dado por la ciencia. Aunque, los estudiantes no lograron dar las explicaciones de forma equivalente al que se había propuesto en el MCEA, se resalta como en el modelo logrado se consiguió una aproximación relevante.

Por último, se destaca como el ONEPSI a través de sus constituyentes ontológicos, epistemológicos y psicológicos, unido con las demandas de aprendizajes permitieron la descripción, interpretación de los modelos construidos en cada etapa de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje, aportando una perspectiva detallada que favorece el fortalecimiento de la ciencia escolar, debido a esto el enfoque teórico fue fundamental y pertinente para esta investigación. En tanto, se sugiere que sea aprovechado en la enseñanza de las ciencias, para que los estudiantes puedan alcanzar explicaciones complejas, que estén cada vez más próximas a las explicaciones científicas.



### 11. RECOMENDACIONES

La intención de este apartado es realizar algunas sugerencias relacionadas con la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje, la comprensión de los modelos iniciales estudiantiles, y la elección de los participantes, para futuros trabajos que empleen como referencia este proyecto de investigación, como se muestra a continuación:

- En la aplicación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje realizada en este trabajo, se recomiendan algunas modificaciones en la fase de introducción de los nuevos conceptos en la actividad número dos, donde a los estudiantes se les explicó el modo en el que debían clasificar las imágenes de las plantas dependiendo de la ausencia o presencia de flor; se considera importante que el estudiante sea capaz de proponer criterios de clasificación, para conocer de forma adecuada su modelo inicial y lograr una mayor eficacia para el reconocimiento de la flor como la estructura de clasificación de las plantas para definir la forma de su reproducción – Reproducción sexual y asexual-.
- Es de vital importancia que el profesor preste suficiente atención al modelo inicial elaborado por los estudiantes según el tema en cuestión, y no se hagan juicios de valor designándolos como erróneo o equívocos, se deben tener en cuenta para saber en qué estado se encuentran, para rastrear las demandas e incorporarlas en las actividades siguientes, para que así los estudiantes puedan modificar sus modelos complejizando sus explicaciones, teniendo en cuenta esto no se debe pasar por alto las representaciones mentales iniciales, por el contrario deben ser utilizadas como punto de partida, por ello se recomienda que se incluyan para futuras intervenciones en este tema.



En el caso específico de esta investigación, en la planeación de las actividades de la SEA posteriores a la explicitación del modelo estudiantil inicial, se debe tener en cuenta las condiciones de germinación para la reproducción de las plantas con flor, mencionadas por los estudiantes; debido a que en esta investigación se obviaron y no fueron planteadas en su incidencia en la reproducción de las plantas y la relación entre flor-fruto, por consiguiente en el modelo logrado en la fase final de la SEA elaborado por los estudiantes, no se tuvo en cuenta para relacionarlas con el fenómeno de valor educativo y lograr una explicación de mayor proximidad con el Modelo Científico Escolar de Arribo(MCEA).

- En la metodología se sugiere escoger un determinado número de la población de estudiantes del grado quinto, en la medida en que se pueda prestar mayor atención al grupo identificado con características específicas, para tener un mejor control sobre la información y además para permitir un análisis de resultados más específicos.
- A quienes tomen como instrumento la secuencia de enseñanza y aprendizaje planteadas en esta investigación, se les recomienda ser más enfáticos en la elaboración de actividades relacionadas con la demanda de aprendizaje para el adecuado reconocimiento de la flor como estructura de la planta, ya que en los resultados obtenidos se pudo verificar como los estudiantes, persistían en hacer una catalogación errónea frente a este aspecto.
- Los profesores que implementen la presente secuencia de enseñanza y aprendizaje tal y como está diseñada, deben de estar atentos para ajustar las actividades en función de los objetivos planteados y las demandas de aprendizaje de sus propios alumnos. Estas demandas se pueden identificar al analizar el lenguaje que usan los estudiantes al hacer inferencias, emitir



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

---

**Facultad de Educación**

hipótesis, comprobarlas, y al dar explicaciones. Teniendo en cuenta lo anterior se pueden hacer todas las modificaciones pertinentes para responder a esas demandas y así, lograr cumplir en gran medida los objetivos.



## **12. BIBLIOGRAFÍA.**

Adúriz, A. y Ariza, Y. (2014). Una caracterización semanticista de los modelos científicos para la ciencia escolar. *Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 7(13), p. 25-34. Recuperado en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/2990/2679>

Adúriz, A. (2013). A Semantic View of scientific models for science education. *Science & Education*, 22, 1593-1611.

André, M. (1998). *Etnografía da prática escolar*. 2a ed. São Paulo, Papirus Editora.

Barrera, M., López, S. & Morales, S. (2013). El proceso de germinación: modelos expresados por estudiantes de básica primaria. Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado en: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/1891>

Correa, K. (2012). *La secuencia de contenidos de ciencias naturales: compilación bibliográfica (1990-2011)*. [Trabajo de grado]. Universidad del Valle, Santiago de Cali. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4573/1/CB-0460807.pdf>

Curtis, H., Barnes, S., Schenek, A., y Massarini, A. (2008). *Curtis Biología - 7 ed.* Buenos Aires, Argentina: Medica panamericana.

Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In Wittrock, M.C. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan Publishing Co. p. 119-161.

Traducción al español: Erickson, F. (1989) *Métodos cualitativos de investigación sobre la*



enseñanza. In Wittrock, M.C. (Comp.). La investigación en la enseñanza, II. Barcelona, Paidós. p. 195-301.

Escobar, B; y Jeannette, O. (1999). Ciencias naturales 5. Santafé de Bogotá: Santillana.

Espitia, D., Tamayo, M., Roa, V., Remolina, N., y Orbes, A., (1993). Vida y Naturaleza. Santafé de Bogotá: Rei Andes Ltda.

Faustino, M. y Rodríguez, D. (2014). Jerarquizar el Modelo Científico Escolar de Arribo sobre el origen de los terremotos: una herramienta para el Desarrollo Curricular. Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 8 al 10 de octubre de 2014, Bogotá. Recuperado en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/3462/3057>

Felipe, A., Gallareta, S., y Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 (3). Recuperado en: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5\\_Vol4\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N3.pdf)

Fernández, N. (2008). Planeta vivo. Medellín: Fundación secretos para contar.

Gómez, A. (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Tesis (Doctorado en Ciencias de la Educación) - Departament de Didactica de la Matematica i de les Ciencies Experimentals, Universitat Autonoma de Barcelona, Bellaterra, 2005.

Gómez, A. (2014). Enseñanza de la biología basada en modelos y modelización: una introducción. Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. 7 (13). 101-107. Recuperado en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/3055/2806>



Gutiérrez, R. (2001). Mental Models and the fine structure of Conceptual Change. [Formación de los profesores de Física. Más allá del 2000] (p.35-44). París: Elsevier Editions.

Gutiérrez, R. (2004). La modelación y los procesos de enseñanza/aprendizaje. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 42, p. 8-18. Recuperado en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Rufina\\_Gutiérrez/publication/39211925\\_La\\_modelacion\\_y\\_los\\_procesos\\_de\\_ensenanza\\_aprendizaje/links/580756c808ae5ad188188afc/La-modelacion-y-los-procesos-de-ensenanza-aprendizaje.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rufina_Gutiérrez/publication/39211925_La_modelacion_y_los_procesos_de_ensenanza_aprendizaje/links/580756c808ae5ad188188afc/La-modelacion-y-los-procesos-de-ensenanza-aprendizaje.pdf)

Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 7(13), 37-67.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de investigación*. México, D.F: Editorial Mc Graw-Hill, S. A

Ingham, A. y Gilbert, J. (1991). The use of analogal models by students of chemistry at higher education's level. *International Journal of Science Education*, 13 (2), 193-202.

Izquierdo, M. (2014). Los modelos teóricos en la enseñanza de las 'ciencias para todos' (ESO nivel secundario). *Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 7(13). 69–85.

Izquierdo, M y Aduriz – Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la enseñanza escolar. Un ejemplo de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. VII congreso. Recuperado en:  
[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp490modteo.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp490modteo.pdf)



Jaramillo, S. y Álzate, L. (2017). Enseñar y aprender sobre las funciones vitales desde el enfoque de la modelización. Dos estudios de caso con estudiantes de quinto grado de primaria. Trabajo de Investigación para optar al título de Magister en Educación. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Medellín

Justi, R. (2006), La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las Ciencias, 24 (2), 173 – 184. Recuperado en:  
[http://www.joseantoniochamizo.com/proyectos/mm/pdf/archivo/005\\_Ensenanza\\_ciencias\\_basada\\_elaboracion\\_modelos.pdf](http://www.joseantoniochamizo.com/proyectos/mm/pdf/archivo/005_Ensenanza_ciencias_basada_elaboracion_modelos.pdf).

López, A., y Angulo, F. (2016). Modelos - Modelización: un binomio para construir conocimiento científico escolar en las aulas. (E. MEInardi, Entrevistador). Recuperado en:  
<http://www.revistaadbia.com.ar/ojs/index.php/adbia/article/viewFile/445/249>.

López, A. y Angulo, F. (2016). Representaciones estudiantiles sobre nutrición humana como modelo estudiantil inicial para referencia didáctica. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 12(2). 83-108.

López, A. y Moreno, G. (2014). Sustentación teórica y descripción metodológica del proceso de obtención de criterios de diseño y validación para secuencias didácticas basadas en modelos: El Caso del fenómeno de la fermentación. Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, 7 (13). 108-126.

López- Mota, Á. y Pereda, S. (2015). Propuesta de modelización como constructo derivado del concepto Modelo Científico Escolar de Arribo. In: Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias



de la Educación. Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado en:

<http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/convocatoria/actas-2015/trabajos-fisica/Pereda.pdf>

López- Mota, Á. y Pereda, S. (2016). Modelos iniciales de estudiantes de secundaria sobre fenómenos electrostáticos. Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 12 al 14 de octubre de 2016, Bogotá, pp. 487-495. Recuperado en:

<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4565/3758>

López-Mota, A. y Rodríguez, D. (2013). Anclaje de los Modelos y la Modelización Científica en Estrategias Didácticas. Enseñanza de las Ciencias (Número extra), 2008 -2013. Recuperado en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/307675/397652>

Leach, J. y Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*. 38. 115-142.

Miguel, I., Merino, C., Reyes, F. y López- Valentín, D. (2014). Construcción del modelo científico escolar de arribo como eje directriz para el diseño de una secuencia didáctica sobre el cambio químico. In: Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. [Online] Bogotá, pp.792-800. Recuperado en:

<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/viewFile/3388/2945>

Moreira, M. y Greca, M. (1998). Modelos Mentales, Modelos Conceptuales y Modelización. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol. 15 (2), pp. 107-120. Recuperado en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165706>



Moreira, M. (2002). Investigación en Educación en Ciencia: Métodos cualitativos.

Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, España: Universidad de Burgos.

Olvera-Hernández, M. (2016). Evaluación del logro del modelo científico escolar de arribo sobre germinación por estudiantes de biología mediante una secuencia didáctica. (Tesis de maestría inédita). Universidad Pedagógica Nacional, Distrito Federal, México.

Peñaherrera León, M., Ortiz Colón, A. y Cobos Alvarado, F. (2013). ¿Cómo promover la educación científica en el alumnado de primaria? Una experiencia desde el contexto ecuatoriano. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, [online] 10(2), pp.222-232. Recuperado en: [http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15117/7313\\_Penaherrera.pdf?sequence=7](http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15117/7313_Penaherrera.pdf?sequence=7)

Pujol, R. M. (2007). Didáctica de las ciencias en educación primaria. Madrid: SÍNTESIS S.A.

Rojas, Y. (2007). Dificultades de la modelización didáctica del modelo biológico de flor. Un estudio de caso en la Licenciatura en educación básica, énfasis en ciencias naturales y educación ambiental de la Universidad de Antioquia. Trabajo de grado Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado en:

<http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/221/1/DificultadModelizacionDidacticaModeloBiologicoFlor.pdf>

Serrano, G. (1998). Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos. Madrid, La Muralla S.A. p. 230

Tamayo, O. (2013). Modelos y Modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. [online] Girona,



pp.3484- 3487. Recuperado en:

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/308487/398501>

Tamayo, O., Orrego, M., y Dávila, A. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Bio-grafia*, [online] 7(13), pp.129 - 145. Recuperado en:

<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/2998/2864>

Vásquez, C. (2012). Propuesta didáctica para la enseñanza de la reproducción en las plantas angiospermas en el área de las ciencias naturales de la educación básica secundaria. Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/9160/1/98548510.2012.pdf>

Viiri, J. y Savinainen, A. (2008) Teaching-learning sequences: A comparison of learning demand analysis and educational reconstruction. *Education Physicor Vm*. 2(2). 80-87.



**13. ANEXOS**

Anexo 1: Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) sobre la reproducción en plantas con flor.

**SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE:**

**¿Cómo nacen los mangos?**

**ACTIVIDADES**

**I. Explicitación del modelo estudiantil inicial.**

Introducción del fenómeno a modelar, permitiendo en el estudiante la explicitación de sus representaciones frente a la reproducción de las plantas con flor:

**Actividad 1: ¿Cómo nacen los mangos?**



Emmanuel y Sara estudiaban juntos en la casa de Emmanuel y llevaban varias horas estudiando



Así que la Mamá de Emmanuel decidió darles un jugo de mango, pero cuando se fijó en la nevera, ya se habían acabado



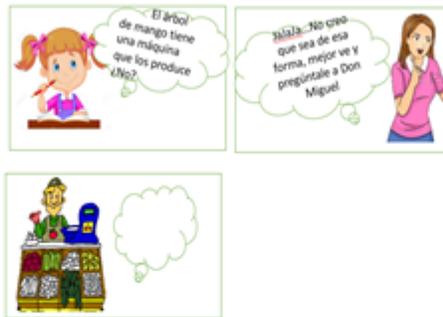


Entonces le pidió a Emmanuel, que fuera a la legumbrería a comprar varios mangos para hacerles el jugo.

¡Emmanuel ve  
y cómprame  
unos mangos  
en la  
legumbrería!

Cuando Emmanuel regresaba a su casa le surgió una pregunta ¿De dónde vienen los mangos?, en cuanto llegó le preguntó a la mamá y a su compañera Sara.





Ayúdanos a construir el final de esta historia. ¿Qué crees que le respondió Don Miguel a Emmanuel y Sara? Responde y dibuja la respuesta de Don Miguel ante la pregunta sobre cómo se producen los mangos.

La actividad anterior se realizó en 7 grupos de 4 estudiantes, quienes debían explicarles a sus compañeros lo que creen que contestó Don Miguel a Emmanuel y Sara.

## II. Introducción de los nuevos conocimientos

Presentar a los estudiantes el nuevo conocimiento, en situaciones progresivamente más abstractas.

En las siguientes actividades se pretende Introducir entidades, propiedades y relaciones, con el fin de construir un nuevo modelo más acorde al científico.

### Actividad 2:



### Entidad: La flor

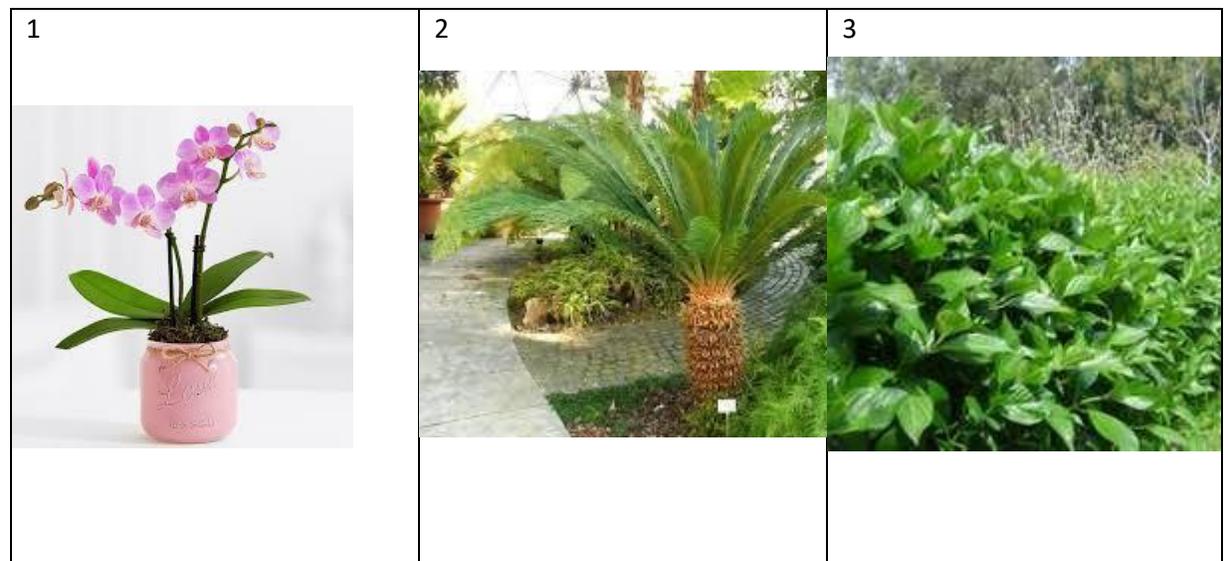
Demanda de aprendizaje: Los estudiantes necesitan reconocer la flor como parte de la planta y como estructura fundamental para la reproducción de la misma.

Objetivo: Reconocer la flor como parte estructural y fundamental en la reproducción de las plantas con flor.

Descripción:

Para esta actividad, se formarán 18 grupos (2 personas) y a cada grupo se le entregará una hoja (Figura 1), y una tabla 1, con el propósito de que los estudiantes agrupen cada uno de los individuos allí presentado, diferenciando las plantas que poseen o no poseen flor.

**Figura 1**





4	5	6
		
7	8	9
		
10	11	12
		

Tabla 1.

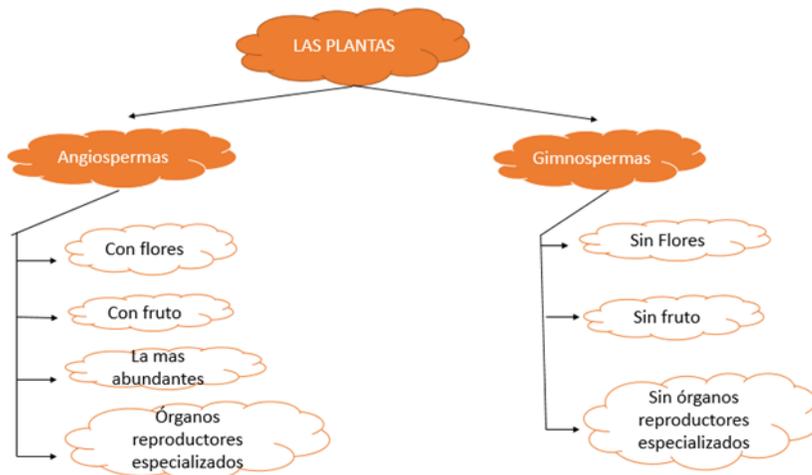


Plantas con flores	Plantas sin flores

Luego para mejor comprensión, se explicará a través de un diagrama de ideas la clasificación de las plantas en gimnospermas y angiospermas, y las partes de cada una de ellas.

**PARA TENER EN CUENTA:** Elena Curtis Biología – Capítulo 35 pág. 941

“A diferencia de los órganos reproductores de los animales, que son estructuras permanentes que se desarrollan en el embrión, las flores son transitorias”





Para la construcción de este diagrama, se formarán tres grupos de 12 estudiantes, a cada uno de ellos se le dará una ficha del diagrama (plantas, angiospermas, gimnospermas, etc.) con la intención de construirlo en tres partes diferentes del salón, a medida que se vaya explicando el tema.

### **Actividad 3: Crea la Flor**

#### **Entidad: La flor, Vectores de Polinización**

Demanda de aprendizaje: Reconocer cada una de las partes u órganos que componen la flor y su función.

Conocer que las entidades como el viento, aves, murciélago, insectos, mamíferos, etc., son agentes polinizadores que permiten la polinización, en tanto que transportan el polen.

Objetivo: Reconocer y determinar las partes de la flor con cada una de sus funciones, en relación con la reproducción de la planta y permitir en los estudiantes el reconocimientos de los agentes polinizadores.

Descripción:

#### 3.1 Observación de las partes de la flor:

Se realizará la exploración de una flor de San Joaquín (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) Figura 2, para observar las partes de las flores como: Pétalos, sépalos, cáliz, antera, estambres, estigma, estilo, ovario, óvulos. Se mantendrá la disposición de 3 grupos con 12 estudiantes. En donde a cada estudiante se le dará una flor para realizar la disección.

Nota: A los estudiantes hay que hacerles saber que la flor de San Joaquín es una flor completa, porque tiene cuatro partes: el cáliz, la corola, los estambres y el pistilo. Pero en la naturaleza en



lo habitual la gran mayoría de flores no cumplen esa estructura, para la realización de nuestra investigación es necesario tener en cuenta este tipo de flores, ya que brinda la posibilidad de observar todas las partes de la flor y el tipo de reproducción sexual.

Figura 2:



Tomado de:

<http://hvplantas.blogspot.com.co/2009/10/nombre-comun-san-joaquin-rosa-de-la.html>

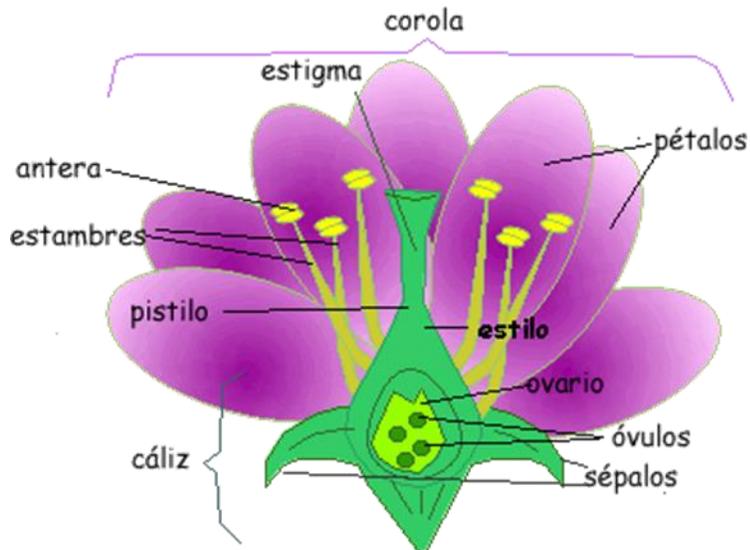
Materiales: Lupa, flores de San Joaquín, cuchilla, dos pedazos de cartón, pinzas (depilador de cejas usados), colbón, cinta adhesiva, tijeras.

En un primer momento, visualizar las partes a simple vista y pedirles a los estudiantes que las enuncien. Posteriormente se le orientará a los estudiantes para ir separando cada parte con la intención de que la visualicen de una forma precisa (se puede utilizar la lupa.)

Durante esta exploración de la flor, iremos hablando de las funciones de cada parte. (Partes y funciones de las estructuras involucradas en la reproducción)

Además en el tablero se puede poner la figura 2 para que sea como una guía, para ir caracterizando cada una de las partes.

Figura 2



En el transcurso de la exploración, se orientará al estudiante para que observe los granos de polen que aparecen, esto servirá para introducir posteriormente los vectores de polinización.

Mencionarles a los estudiantes que los colores de las flores y sus olores atraen a insectos, aves, pequeños mamíferos, etc. que al acercarse a la flor, su cuerpo queda lleno de granos de polen.

Cuando este vector llega a otra flor, si las células masculinas (polen) llegan al estigma se dará paso a la fecundación. Otras flores pueden utilizar al viento o al agua como vector.

Lee la siguiente lectura “El Murciélago”

*“Antes me daba miedo que existieran los murciélagos. Cada vez que oía el negro aleteo en los árboles corría para esconderme, porque creía que iban a venirse en picada hasta mi cuello para sacarme toda la sangre que tuviera. Incluso una vez tuve uno tan cerca que podía ver su extraña nariz y sus ojos apagados. Por la noche, claro, no pude dormir; mi mamá tampoco porque con el susto me pasé a su cama.”*



*Pero hace un mes Paula, mi hermana, me contó que esos animalitos no hacen daño a nadie, y en cambio sirven para acabar con ciertos insectos que perjudican los cultivos. Me dijo, además, que sus alimentos preferidos son el néctar de las flores y algunas frutas. Por eso me dediqué a espiarlos. Me empezó a gustar la manera extraña como duermen, colgados como si fueran racimos de plátanos, pero con alas y cuerpo de ratón. Luego los seguí hasta las flores. Me sorprendió ver cómo introducen la trompita en la flor, sin saber que mientras lamen el néctar los granos de polen se les pegan al cuerpo. Cuando van a buscar más alimento esparcen el polen, y así propiciar la polinización de otras flores...”*

*Gloria Liliana Garzón Molineros*

### **Preguntas orientadoras**

¿Qué observas en la parte superior de la antera?

¿Para qué crees que le sirva a las plantas tener flores con olores y colores llamativos?

¿Qué es polen? y ¿cómo pasa el polen de una flor a otra?

### **III. Estructuración y Evaluación:**

Para la identificación de cada parte del aparato reproductor de la planta, con su respectiva función se realizará una maqueta tipo herbario (Figura 3), separando (pistilo, estambres, ovarios, óvulos) y enumerando sus funciones.

A cada estudiante se le entregará un kit con las funciones de cada parte del aparato reproductor de las angiospermas (Impreso en cartulina), tratando de que mientras se explica la función de cada una, los estudiantes vayan organizando en la maqueta, cada parte con su respectiva función.



Además el kit contará con imágenes de diferentes polinizadores y su función dentro de la reproducción de las plantas.

Para dinamizar el papel que cumple los polinizadores, se repartirá a dos estudiantes de cada grupo, una máscara personalizando a un determinado polinizador para que simule la función de los mismos, transportando granos de polen que anteriormente se pegaron en las maquetas (Estos granos de polen se pegaran en algunas maquetas y serán elaborados de manera que sobresalgan y se pueda llevar a cabo la dinámica).

Esto se realizará después de terminada la maqueta.

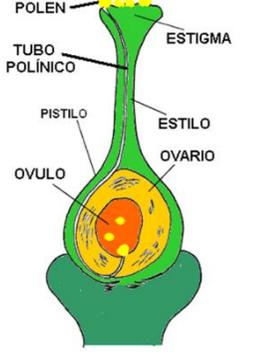


Tomado de: <https://es.pinterest.com/pin/466052261419018361/?!p=true>

Para una evaluación consecuente a los aprendizajes se utilizará la siguiente tabla 2 (individual):

Tema: Partes del aparato reproductor de la planta    Grado: _____    Fecha: _____		
Nombre del estudiante _____		
Parte	¿Qué función cumple?	Ilustración



	<p>Órgano masculino de la flor.....</p> <p>.....</p>	
<p>Antera</p>	<p>Parte del estambre encargado de la producción de polen. Pequeña bolsa amarilla que forma parte del interior de la flor, cuya función es la de sostener los granos de polen.</p>	
<p>Ovarios</p>		
	<p>Son las células femeninas de una flor</p>	
<p>Filamento</p>	<p>Tiene como función sostener las anteras que se encuentran ubicadas en la parte superior, fijar a los estambres</p>	
<p>Estigma</p>	<p>Parte femenina de la planta que está encargada de recibir el polen.</p>	
<p>Estilo</p>		



### **Actividad 5: “Reproducción de las plantas”**

Entidad: Flor, Polen, Ovarios, Óvulos, Semilla y Fruto

Demanda de aprendizaje: Necesitan construir y asimilar los conceptos de polinización y fecundación

Objetivo: Asociar la polinización y la fecundación a la formación de la semilla y el fruto.

Descripción: Introducción

En la siguiente actividad se hará la narración de la lectura “Un viaje hacia lo desconocido” (cuadro 2), acompañado de una flor en 3ra dimensión para permitir en los estudiantes la visualización de cada una de las partes y de los procesos involucrados en la reproducción de las plantas, en este caso angiospermas, y así mientras se hace la narración, los estudiantes reconozcan la función, y el momento de actuación de cada una de las entidades implicadas.

Cuadro 2: UN VIAJE HACIA LO DESCONOCIDO.



Había una vez, un hermoso pueblo llamado Floresta, famoso por los colores y llamativos olores de las flores que adornan sus calles. Un día soleado, ocurría que en una flor de pétalos y hojas verdes brillantes, había unos tubitos largos, llamados estambres, los que tenían como una cabecita llena de granitos amarillos. Esos granitos amarillos, se hacían llamar polen, y cuando el viento las acariciaba, en un vaivén de brisas los granitos volaban y llegaban a muchas flores. Las abejas, mariposas, murciélagos y otros insectos solían divertirse saltando de flor en flor, tomando su dulce néctar, pero sin saber que en sus cuerpos, llevaban un polvo extraño de color amarillento, y cuando se posaban en otras flores, hasta el estigma de otra flor podían llegar ese polvo mágico, así ocurría algo maravilloso, los granos se rompían y viajaban a través de un camino, el cual terminaba en una pequeña bolsita, que contenía un sin número de células femeninas, que al unirse con las células que transportan los granos de polen, daban lugar a un pedacito de vida: la semilla. La semilla tenía el don de dar vida y por eso no podía andar sola, entonces tenía un guarda espaldas, algunos veces era dulce y en otras tantas un poco amargo, pero siempre la protegía, y viajaban juntos a lugares muy lejanos, hasta llegar a tierras desconocidas, en donde desde lo profundo lograba brotar una nueva planta.

Después del cuento se introducirá los conceptos Polinización y fecundación. Posteriormente se les pedirá que determinen el momento donde se describe cada proceso, de manera que subrayen en el texto con diferentes colores para lograr la diferenciación entre estos dos momentos.

Preguntas Orientadoras:

- ¿Cómo llega el polen a otra flor?
- ¿Qué posee el polen?
- ¿Cómo logra llegar las células masculinas al ovario?
- ¿Qué pasa luego de que los gametofitos masculinos fecunda los óvulos?

Y luego orientar bien las ideas para secuenciar el proceso.

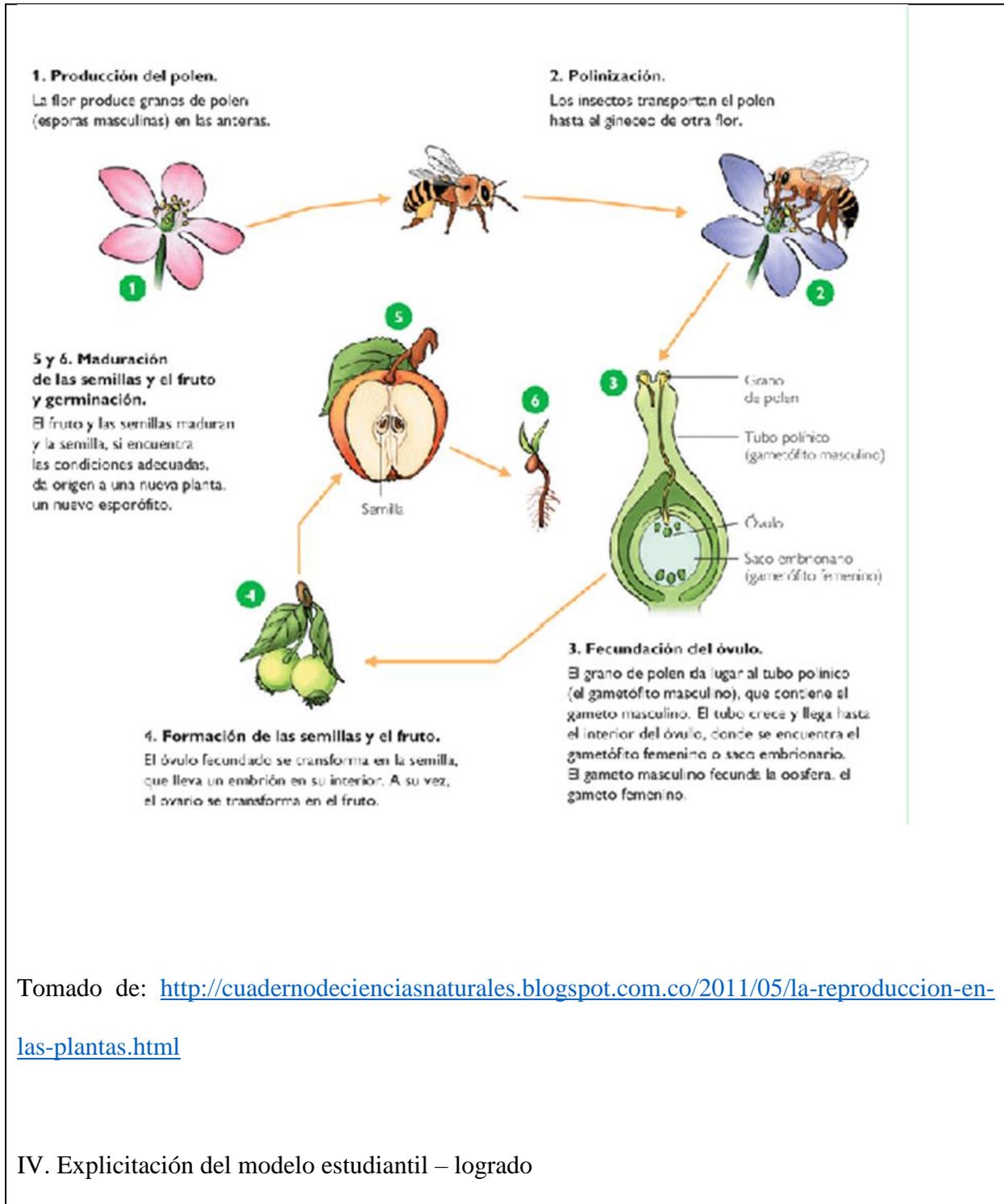
III. Estructuración y Evaluación:



Se continuará con los grupos formados en las actividades anteriores (tres grupos de 12 estudiantes), y cada uno se le asignará un color (amarillo, verde, azul) y además se harán 4 subgrupos de 3 estudiantes. La actividad será en forma de sorteo, en la que se le entregará a cada subgrupo una tabla con 6 casillas y las imágenes que representa cada proceso y que encajan en cada cuadro de la tabla, los estudiantes deberán organizar en la tabla el orden de los procesos en la reproducción de la planta.

Luego, la profesora sacará al azar papelitos que contienen los procesos (Estos papelitos serán de igual colores) y cada subgrupo deberá ir por la descripción de proceso si ha sido sorteado, para pegarlo según la representación. El ganador, es decir, el que complete en forma ordenada la tabla con las figuras y la descripción del proceso, deberá luego explicarlo ante sus compañeros.

Ellos deberán explicar cuando ocurre la polinización y cómo ocurre la fecundación, así como cuál es el producto: la semilla que queda protegida dentro del fruto, es decir, que armen el ciclo de la reproducción de las plantas con flor.



Tomado de: <http://cuadernodecienciasnaturales.blogspot.com.co/2011/05/la-reproduccion-en-las-plantas.html>

IV. Explicitación del modelo estudiantil – logrado



La siguiente actividad, se realizará para identificar el progreso en los modelos de los estudiantes, de acuerdo con el tema explicado

Actividad:

Después de lo aprendido en estas clases, envíale a Don Miguel, Emmanuel y Sara una explicación clara por escrito del proceso por el que pasa las frutas para nacer. Para ello dibuja la fruta que tienes (mango, manzana, pera, etc.) y retrocede en el proceso para llegar al inicio de sus formación, para indicarle a Don Miguel en que de pronto se equivocó o que le faltó en su respuesta. También dibuja el proceso.

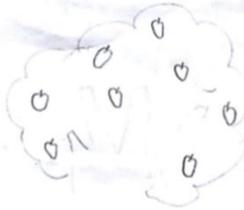
Nota: A los estudiantes se les entregará las respuestas que tuvieron en la exploración, para que después de la secuencia aplicada sea capaces de hacer una comparación antes de y después de la secuencia, validado sus aprendizajes durante la misma.





### Anexo 2: Producciones de los estudiantes de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje.

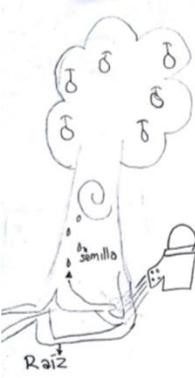
Actividad inicial:



Don Miguel le dice a Emmanuel que los mangos salen de una semilla que se siembra en la tierra y con la luz solar, el dióxido de carbono, sales minerales y agua, la planta va creciendo lentamente hasta convertirse en una planta grande y hermosa de donde salen frutas, en este caso salen mangos.



Primero, enterra la semilla y después esperamos entre 5 y 10 días para que el árbol y así empieza el procedimiento del árbol. Crece el tallo y luego las hojas.



¿Cómo crecen los árboles de mangos?

Primero hay que sembrar una semilla de mango, después hay que regar la semilla con agua para que crezca, luego crecen las raíces. Tiempo después crece el árbol y los mangos.

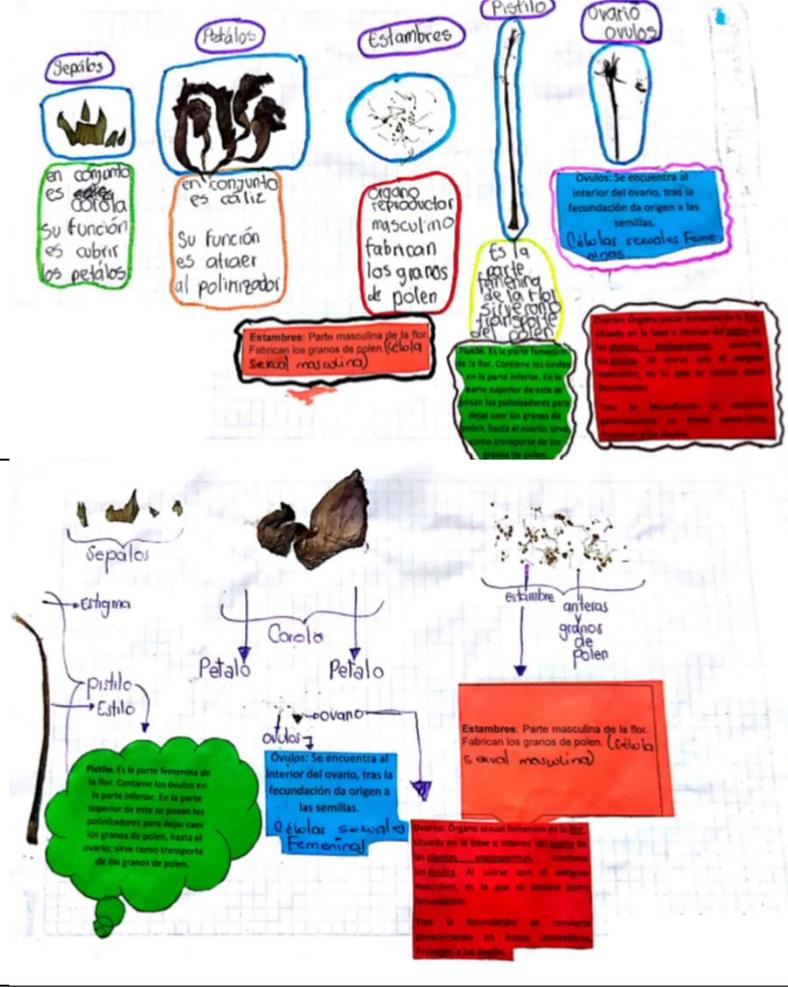
La semilla sale del campo por un cultivo.



Actividad: 2 la flor.



Actividad 2.2 crea la flor





Actividad 3:  
evaluación complete

Tema: Partes del aparato reproductor de la planta Grado: <u>5º</u>		
Nombre del estudiante: _____		
Parte	¿Qué función cumple?	Ilustración
Estambres	Órgano masculino de la flor formado por... las... espolambre... y sus... partes... son las filamentos y las anteras y ahí se contiene el polen	
Antera	Parte del estambre encargado de la producción de polen. Pequeña bolsa amarilla que forma parte del interior de la flor, cuya función es la de sostener los granos de polen.	
Ovarios	Son las futuras Frutos	
Óvulo	Son las células femeninas de una flor	
Filamento	Tiene como función sostener las anteras que se encuentran ubicadas en la parte superior, fijar a los estambres	
Estigma	Parte femenina de la planta que está encargada de recibir el polen.	
Estilo	Es el conducto que comunica el estigma y el ovario y por ahí ingresa el polen	

Actividad 4: lectura murciélago

**SOLUCION**

1. ¿Para que crees que les sirva a las plantas tener flores con olores y colores llamativos?  
 R// Para llamar la atención de las personas, murciélagos, abejas, etc.

2. ¿Que es el Polen?  
 R// La célula sexual masculina

3. ¿Como pasa el Polen de una flor a otra?  
 R// Por los Polinizadores por que el polen es pegajoso y se le queda pegado y cuando van a otra flor este cae en ella



Actividad 5: Un viaje hacia lo desconocido.

### UN VIAJE HACIA LO DESCONOCIDO.

Había una vez, un hermoso pueblo llamado Floresta, famoso por los colores y llamativos olores de las flores que adornan sus calles. Un día soleado, ocurría que en una flor de pétalos rojos y hojas verdes brillantes, había unos tubitos largos, llamados estambres, y estos a su vez tenían como una cabecita llena de granitos amarillos. Esos granitos amarillos, se hacían llamar polen, y cuando el viento las acariciaba, en un vaivén de brisas los granitos volaban y llegaban a posarse en otras flores.

Las abejas, mariposas, murciélagos y otros insectos solían divertirse saltando de flor en flor, tomando su dulce néctar, pero sin saber que en sus cuerpos, llevaban un polvo extraño de color amarillento, y cuando se posaban en otras flores, ese polvo podía llegar hasta el estigma de algunas de estas, así, ocurría algo maravilloso, los granos se rompían y viajaban a través de un camino, el cual terminaba en una pequeña bolsita que contenía un sin número de células femeninas (óvulos), que al unirse con las células que transportan los granos de polen, daban lugar a un pedacito de vida: la semilla.

La semilla tenía el don de dar vida y por eso no podía andar sola, entonces tenía un guarda espaldas, algunas veces era dulce y en otras tantas un poco amargo, pero siempre la protegía, y viajaban juntos a lugares muy lejanos, hasta llegar a tierras desconocidas, en donde desde lo profundo lograba brotar una nueva planta.

Actividad 6: Lotería

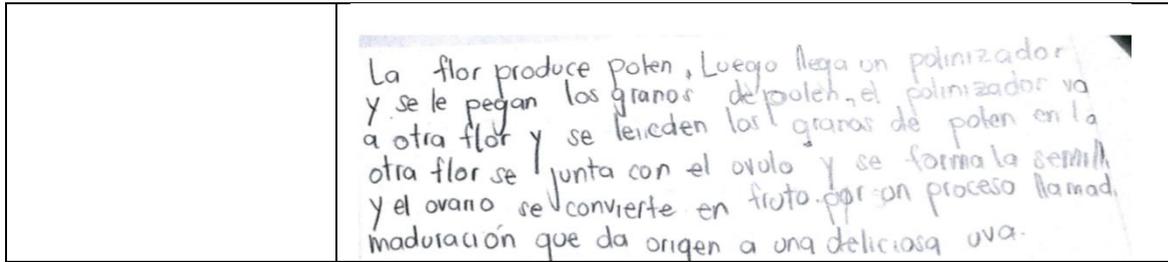


Actividad final: Don Miguel



El órgano reproductor que es la flor, produce el polen, luego los polinizadores cuando toman el néctar de la flor se les queda pegado el polen a su cuerpo y sin saber lo transportan a otra flor luego, se fecunda el óvulo

El polen cae al estigma y le crece un tubo por donde el polen se juntará con óvulo, luego se forma el fruto que la semilla que son el ovario y el óvulo fecundados. Cuando el fruto se madura cae y a veces es arrastrado por el agua o se entierra y así da origen a una nueva planta.



### Anexo 3: Consentimiento Informado

Universidad de Antioquia

Cordial Saludo:

Señores padres de familia la presente es para informales que en el transcurso de este segundo semestre del año 2017, por motivos investigativos se estuvo recogiendo información con los estudiantes del grado quinto tres para obtener el título en licenciatura en ciencias naturales en la Universidad de Antioquia. El nombre de la investigación es "Modelización de la función vital de la reproducción en plantas con flor al construir la relación flor -fruto en los estudiantes de quinto grado".

Por tanto, solicitamos su permiso para hacer uso de la información obtenida, teniendo en cuenta que solo será para fines meramente académicos.

Muchas gracias.

Investigadoras: Hancy Ibarguen Mosquera, Vanesa Cortes Peláez, Nataly Marín Gil

Firma Acudiente: Jennyfer Sanchez