

LA DESCOMPOSICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA MEDIADA POR EL HONGO
***Rhizopus* sp.: UN PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

NATALIA MARÍA CORREDOR RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C.
2026

LA DESCOMPOSICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA MEDIADA POR EL HONGO
***Rhizopus* sp.: UN PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

NATALIA MARÍA CORREDOR RODRÍGUEZ

Trabajo de Grado como requisito para optar por el título de:
MAGISTER EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Asesorado por:
STEINER EDGAR VALENCIA VARGAS
INGRID VERA OSPINA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D. C.

2026

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

JURADO

“Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría; en aquellos casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores, hemos otorgado los respectivos créditos”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi *alma mater* por abrirme las puertas y brindarme las herramientas necesarias para poder cumplir mis metas. Estos logros hicieron parte del esfuerzo, constancia y esperanza por construir y responder a un deseo de superación y crecimiento formativo y personal.

A mi familia por su amor incondicional y apoyo constante en cada paso que doy en mi vida, por ser el pilar fundamental en mi formación, gracias por creer en mí, incluso cuando las cosas se tornaron difíciles y ni yo creía en mí. Su aprecio y comprensión me impulsaron a no desfallecer, quiero que sepan que este logro también es de ustedes

A mis tutores de trabajo de grado por su acompañamiento constante, dedicación, conocimientos valiosos y la paciencia que me proporcionaron en el transcurso del desarrollo de este trabajo. Este proceso, que fue esencial en el fortalecimiento de mis capacidades profesionales y personales, permitió una culminación exitosa de este camino.

Por último, deseo cerrar estos agradecimientos con un verso que marcó profundamente el desarrollo de mi proceso formativo en la Maestría, recordando que el esfuerzo siempre cobra sentido:

“Caminante, no hay camino, se hace camino al andar”

(Antonio Machado, *Campos de Castilla*)

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO.....	4
1.1 CONTEXTO ORIGEN.....	5
1.1.1 Experiencias propias.....	5
1.1.2 Otras experiencias en relación con la enseñanza de los hongos.....	8
1.1.3 Relación con el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales.....	15
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 General.....	19
1.3.2 Específicos.....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	19
2. PROCEDER METODOLÓGICO.....	22
3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA.....	27
3.1 DISCIPLINAR.....	27
3.1.1 El Hongo <i>Rhizopus</i> sp. como objeto de estudio.....	28
3.1.2 Los procesos de Descomposición.....	40
3.1.3 La descomposición y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas.....	51
3.1.4 Relaciones todo-parte.....	55
3.2 PEDAGÓGICA.....	58
3.2.1 Problemas de conocimiento.....	59
3.2.2 Trabajo experimental.....	66

3.2.3 Experiencia sensible.....	70
3.2.4 Papel de la curiosidad.....	74
4. INTERVENCIÓN EN EL AULA.....	80
4.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL.....	80
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN.....	82
4.2.1 Fase 1 La experiencia visual.....	86
4.2.2 Fase 2 Organización de la experiencia visual.....	90
4.2.3 Fase 3 La complejización de la experiencia.....	92
5. RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	94
5.1 AGRUPACIONES.....	95
5.1.1 La experiencia visual.....	99
5.1.2 La organización de la experiencia visual.....	116
5.1.3 La complejización de la experiencia.....	132
6. PRODUCCIÓN DISCURSIVA.....	144
7. BIBLIOGRAFÍA.....	151
8. ANEXOS.....	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del proceder metodológico del trabajo de grado.....	26
Figura 2. Ciclo de vida de <i>Rhizopus</i> sp.....	29
Figura 3. Estructura del esporangio y esporangiosporas de <i>Rhizopus</i> sp.....	30
Figura 4. Hongo <i>Rhizopus</i> sp. y sus partes con sus respectivas funciones.....	32
Figura 5. Características biológicas y ecológicas de <i>Rhizopus</i> sp.....	37
Figura 6. Etapas de la descomposición.....	44
Figura 7. Flujograma del proceso metabólico en la descomposición mediada por el hongo <i>Rhizopus</i> sp.....	49
Figura 8. Esquema de los factores ambientales y papel de los hongos en la descomposición y reciclaje de nutrientes.....	54
Figura 9. Imágenes libro rojo zoom utilizado en la primera sesión.....	87
Figura 10. Hongos utilizados en la práctica de laboratorio.....	89
Figura 11. Imágenes del video utilizado en la actividad.....	91
Figura 12. Infografía procesos de digestión extracelular de <i>Rhizopus</i> sp. en el pan.....	93
Figura 13. Portadas de los diarios de Campo.....	101
Figura 14. Ejercicio zoom.....	107
Figura 15. Estudiantes observando el video realizado en google Earth.....	108
Figura 16. Nube de palabras realizado con base a la infografía.....	114
Figura 17. Preguntas guía de observación resueltas por los estudiantes.....	118
Figura 18. Reflexión guía de observación resuelta por los estudiantes.....	121
Figura 19. Estudiantes realizando la siembra en los medios.....	124
Figura 20. Hongo obtenido del medio de cultivo.....	126
Figura 21. Tabla y dibujos realizados por los estudiantes durante el laboratorio.....	128

Figura 22. Algunas infografías realizadas por los estudiantes..... 134

Figura 23. Algunas reflexiones finales realizadas por los estudiantes..... 141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enzimas del hongo <i>Rhizopus</i> sp.....	35
Tabla 2. Clasificación de los medios de cultivo.....	39
Tabla 3. Tipos de podredumbre causadas por hongos.....	45
Tabla 4. Matriz de intervención en el aula.....	85
Tabla 5. Matriz de agrupaciones emergentes para la recuperación de la experiencia.....	98
Tabla 6. Comentarios realizados por los estudiantes, primer laboratorio de hongos.....	112

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de profundización está centrado en el estudio de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento, el cual emerge a partir de inquietudes que el maestro reconoce en su práctica pedagógica. En el marco de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional dichas inquietudes se consolidan y orientan en la conformación de este trabajo pues posibilita el desarrollo de un conjunto de reflexiones sobre la forma en que se llega a comprender los distintos procesos biológicos en el aula, así como los problemas o dificultades que presentan al abordar y construir explicaciones sobre la descomposición del material orgánico.

La enseñanza de las ciencias en la educación básica se identifica como un campo de reflexión permanente en el que se articulan aspectos disciplinantes, pedagógicos y didácticos, los cuales llegan a orientar la comprensión de distintos procesos biológicos que ocurren en el mundo natural. En este sentido, el abordar el aprendizaje de los hongos y su rol en los procesos de descomposición han permitido reconocer la importancia de replantear algunas prácticas pedagógicas, ya que se considera que estos organismos no deben ser presentados de manera descriptiva y aislada en las dinámicas ecológicas.

A partir de esto, se invita a estudiar este proceso biológico desde la perspectiva de problemas de conocimiento, llegando a situar al estudiante como un sujeto activo en la elaboración de explicaciones. Desde esta perspectiva, cuando se considera al estudiante como sujeto social de conocimiento que construye y reconstruye desde su espacio cultural, posibilita que este sea un sujeto que critica y elabora formas para relacionarse, capaz de emocionarse con el aprendizaje (Valencia et al., 2003). Lo ya mencionado, hace de este proceso un espacio que favorece la indagación, reflexión, análisis y comprensión del objeto de estudio a partir de sus experiencias e interacción con su contexto.

De acuerdo con lo anterior, se plantea como problema del trabajo *¿cómo hacer del estudio de los procesos de descomposición que lleva a cabo el hongo Rhizopus sp. un problema de conocimiento con estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas?* abordando la transformación de la materia orgánica y las relaciones ecológicas en la que participan estos organismos.

Para dar cuenta de estas dinámicas se propone el objetivo general: *analizar los aspectos de orden disciplinar, pedagógico y didáctico que contribuyen a la configuración de la descomposición como problema de conocimiento en la enseñanza de las ciencias naturales*. De esta manera, las tensiones, cuestionamientos y reflexiones derivados de la práctica docente se llegan a constituir como marco inicial del presente trabajo, ya que permite problematizar las percepciones o comprensiones que se establecen en el contexto escolar sobre los hongos y los procesos de descomposición. Por ende, esto supone la búsqueda y el análisis de referentes teóricos que favorece la delimitación del problema y orienta la construcción de una propuesta de enseñanza acorde a las necesidades del contexto educativo.

En este sentido, el trabajo se organiza en varias secciones. En primer lugar, el primer capítulo presenta el contexto problemático en el cual se evidencia las tensiones que se generan cuando se aborda la enseñanza de la descomposición mediada por los hongos, así como la delimitación del problema, los objetivos y la justificación. Seguidamente, el segundo capítulo el proceder metodológico que tiene en cuenta el conjunto de pasos, estrategias, decisiones y acciones orientando la forma en cómo se lleva a cabo el trabajo de profundización.

Además, se encuentra el tercer capítulo que desarrolla la profundización teórica en el que se abordan elementos disciplinares, epistemológicos y pedagógicos, sustentando la comprensión del objeto de estudio y el abordaje de este en la enseñanza de las ciencias. Luego el cuarto capítulo es fundamentado en la intervención de aula en el que se establece el diseño e implementación de la propuesta pedagógica, allí se detallan características de la población, las fases del trabajo y las actividades realizadas en cada sesión.

Posteriormente, el quinto capítulo presenta la recuperación de la experiencia en el que se retoma, reconstruye y reorganiza lo que ocurrió durante la implementación, identificando elementos clave en el entendimiento del objeto de estudio, así como, modos de proceder que posibilitan interpretar, reflexionar y desarrollar explicaciones frente a cómo los estudiantes elaboran, transforman y resignifican sus comprensiones.

Finalmente se encuentra el sexto capítulo, la producción discursiva que se entiende como un proceso de reflexión sobre la práctica pedagógica. En la que además se da cuenta del problema planteado en este trabajo, allí se analizan alcances y dificultades de la propuesta que se implementó en el aula y del desarrollo del trabajo de grado, además, se destacan aportes a la enseñanza de las ciencias, particularmente relacionado a la comprensión de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento.

1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO

El presente capítulo expone el contexto problemático que orienta este trabajo de grado a partir de la identificación de elementos que posibilitan el análisis y la construcción de nuevas comprensiones relacionadas con el aprendizaje de las ciencias naturales. En el nivel de bachillerato la enseñanza de fenómenos biológicos enfrenta distintos desafíos, especialmente en la manera en que estos llegan a ser abordados en el aula.

En lo que respecta el reconocimiento de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como objeto de estudio implica considerar las tensiones en torno a cómo se aborda este proceso biológico en el contexto escolar. Por ello, la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales ha permitido problematizar este proceso desde las dimensiones epistemológicas, pedagógicas e históricas.

De esta forma, el estudio de la descomposición se llega a problematizar no solo como un proceso biológico enfocado en la degradación de la materia orgánica, sino que también es un proceso que involucra distintas interacciones entre organismos, condiciones ambientales y transformaciones de la materia. Esto exige ir más allá de las visiones reduccionistas que se centran únicamente en la descripción del proceso para llegar a comprenderlo como complejo y dinámico. De esta manera, se considera esencial dar cuenta de las reflexiones sobre cómo se ha construido conocimiento en torno a la descomposición, así como las implicaciones que tiene su enseñanza en las ciencias naturales, permitiendo delimitar el problema de investigación en relación con dichas tensiones.

Para abordar el capítulo, se organiza en distintas secciones. En primer lugar, se presentan las experiencias propias y de otros que fundamentan el problema de estudio y en segundo lugar, se detalla la delimitación del problema, objetivos y justificación que sustenta la reflexión sobre la enseñanza de las ciencias.

1.1 CONTEXTO ORIGEN

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica, se configura como un espacio que aborda diversos fenómenos del mundo natural que son desarrollados desde actividades y experiencias en el aula. En lo que respecta a la comprensión del estudio de la descomposición de la materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp., estos tienden a ser tratados desde enfoques que describen aspectos observables sin que necesariamente se profundice en los procesos implicados en esta actividad biológica. En este sentido, se reconoce que entender los procesos biológicos requiere desarrollar modelos explicativos que permitan ir más allá de la descripción de los hechos observables (Sanmartí, 2002). Esta situación puede llegar a generar dificultades para construir explicaciones, puesto que la ausencia de profundización puede reducir el objeto de estudio a ideas generales o fragmentadas.

Dado que el maestro en su quehacer tiene un rol fundamental en las prácticas pedagógicas, en la medida en que su labor invita a la reflexión y a la conformación de saberes, estos se fortalecen mediante el desarrollo de experiencias de aprendizaje que promueven el análisis, indagación y comprensión de los procesos biológicos desde una perspectiva contextualizada. Por ende, se reconoce que no se restringe únicamente a lo que se interpreta sobre los hongos, sino que involucra las formas en que estos son abordados en la enseñanza, así como las decisiones y vivencias pedagógicas que se establecen en el aula para la construcción de explicaciones.

1.1.1 Experiencias propias

En mi formación académica como Licenciada en Biología me involucré en actividades que me permitieron conocer y enriquecer la comprensión sobre los hongos, la relación que establece en el ecosistema, con algunos organismos y su importancia en la enseñanza de las ciencias.

Este recorrido académico inició desde el pregrado en Licenciatura en Biología, en el que se desarrolló un trabajo de grado titulado “*Caracterización de la relación ecológica del*

frailejón-microhongo fitopatígeno en el Parque Natural Nacional Chingaza como una alternativa para fortalecer los valores ambientales del ecosistema de Páramo en los estudiantes del Comité Ambiental Escolar del Colegio Emilio Valenzuela” (Corredor y Delgadillo, 2019), en el cual se abarcaron dos fases. La primera, hizo énfasis en la relación del hongo *Sclerotinia* sp., con la flora endémica de los páramos, el frailejón *Espeletia grandiflora*, y la segunda con el desarrollo de una cartilla que dio un acercamiento al Páramo Chingaza, en la cual se mostró la relación del frailejón (*Espeletia grandiflora*) y el microhongo fitopatígeno (*Sclerotinia* sp.).

Inicialmente, en el trabajo de grado se reconoció que se produce una interrupción del ciclo de vida del frailejón como consecuencia de la relación patógena realizada por el hongo *Sclerotinia* sp., interacción que provoca entorchamiento, marchitamiento y podredumbre blanca en el frailejón llevándolo a un deterioro progresivo, impidiendo que cumpla sus funciones vitales proceso que posteriormente provoca la muerte de esta especie.

Seguido a esto, se realizó un material didáctico a través del desarrollo de una cartilla titulada *el Páramo según Ava*. Con la elaboración de esta se pretendió que los estudiantes reconocieran las interacciones que se establecen en el ecosistema de Páramo, en especial, la relación que tiene dicho hongo con el frailejón, fortaleciendo las prácticas, la indagación e intercambio de ideas constantes en el estudiante.

De Igual manera, un aspecto de gran relevancia que permitió tener una cercanía a los microorganismos, en especial los hongos, fue pertenecer al grupo de investigación *Biodiversidad, Biotecnología y Conservación (BBC)* del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, el cual no solo me llevó a aplicar teorías aprendidas en el aula, sino que también me brindó una experiencia práctica valiosa en el manejo de cultivos de hongos y análisis de resultados.

Dentro de las distintas prácticas se realizó la siembra de microorganismos como hongos y bacterias, donde se utilizaron técnicas de aislamiento en medios sólidos y el manejo de condiciones controladas de temperatura y humedad para promover el

crecimiento de los cultivos. Además, se realizó la identificación morfológica de estos organismos mediante la observación a través del microscopio.

Estas prácticas me permitieron no solo afianzar los conocimientos disciplinares contruidos en el pregrado, sino también comprender los desafíos, las técnicas y métodos involucradas en la investigación y el manejo de estos microorganismos. La interacción constante con estos procedimientos también fomentó en mí una apreciación más amplia de la biotecnología, especialmente en su relación con la conservación y su potencial uso en diversas áreas, como la medicina, la agricultura y el medio ambiente.

Con el conocimiento consolidado durante mi proceso formativo, al ejercer como profesional he desarrollado clases basadas en la clasificación, las características y las funciones de los hongos en los ecosistemas, destacando su papel principal en la descomposición. Además, a través de distintas prácticas de laboratorio con los estudiantes se han cultivado estos organismos utilizando medios como agar o material orgánico (frutas o pan). Estos materiales se han dispuesto en lugares oscuros y húmedos, condiciones que propician el crecimiento del hongo *Rhizopus* sp., para posteriormente montar muestras que serán observadas al microscopio.

Esta experiencia dentro de mi profesión y ejercicio docente ha llegado a generar inquietudes en torno a cómo las vivencias pueden llegar a contribuir a la construcción de conocimiento y de qué forma es posible articular y llegar a entender la descomposición como una dinámica compleja. Dicha práctica brinda elementos para replantear la enseñanza de las ciencias, fomentando el interés de continuar con la profundización frente al reconocimiento de este como objeto de estudio y posibilitando la comprensión de las diversas dinámicas ecológicas en las que interviene el proceso de descomposición, lo que aporta a la problematización del objeto de estudio.

1.1.2 Otras experiencias en relación con la enseñanza de los hongos

El estudio de los microorganismos como los hongos ha tenido un gran impacto en las ciencias naturales desde las primeras observaciones que comenzaron con Antonie Van Leeuwenhoek hace 250 años. En este sentido, Kruif (1926) afirma:

Se asomó por vez primera a un mundo nuevo y misterioso poblado por millares de diferentes especies de seres diminutos, algunos muy feroces y mortíferos, otros útiles y benéficos, e, incluso, muchos cuyo hallazgo ha sido importantísimo para la Humanidad que el descubrimiento de cualquier continente o archipiélago (p.5).

Los descubrimientos narrados por Kruif (1926), impulsados por la curiosidad e ingenio de 13 científicos, dieron lugar al estudio de distintas enfermedades como la tuberculosis, el cólera y la fiebre amarilla. Además, contribuyeron al desarrollo de avances fundamentales como la teoría germinal de las enfermedades, la pasteurización, la mejora de lentes ópticos, que darían origen al microscopio, e incluso aplicaciones en procesos como la fermentación en la elaboración de la cerveza. Con el paso del tiempo, dichos aportes permitieron la confirmación del papel crucial de estos organismos incluyendo a los hongos, en la comprensión de sus funciones ecológicas y dinámicas biológicas.

Por esta razón los avances históricos en el estudio de los microorganismos llegaron a transformar la comprensión de la vida microscópica, ofreciendo un escenario importante para la enseñanza de las ciencias. Retomar estas experiencias en el aula, permite reconocer su construcción histórica la cual es mediada por la observación, curiosidad y la experimentación. Por ende, el estudio de los hongos se convierte en una oportunidad para comprender los procesos de descomposición y las interacciones ecológicas.

De la misma manera, se presentan trabajos de posgrado y publicaciones científicas centrados en microorganismos, hongos y técnicas de cultivo, campos de estudio que fomentan la curiosidad en el estudiante a través de diversas experiencias e intercambio de ideas, además de replantear la educación desde enfoques que favorezcan la comprensión del mecanismo de la descomposición. Así como reconocer a los microorganismos, más allá de ideas apresuradas y hasta equívocas al vincularlos como seres vivos exclusivamente

patógenos, en hacer de estos un objeto de estudio para la ciencia y su enseñanza desde nuevas comprensiones (García, 2021).

Aplicando este conocimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje con los estudiantes, se busca favorecer la construcción de su saber. En un principio, se encuentra a García (2021) quien desarrolló su tesis de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, titulada *Los microorganismos y la transformación de las sustancias como problema de conocimiento*. En ella, la autora profundiza en algunas condiciones teóricas y técnicas para la comprensión de los microorganismos, fundamentando su trabajo en la problematización de esta investigación que tiene como propósito principal, profundizar en aspectos histórico-epistemológicos que a lo largo de los siglos favorecieron la consolidación de un cuerpo teórico haciendo énfasis en la necesidad de cuestionar las aproximaciones tradicionales. Al respecto, García (2021) propone:

Plantear una ruptura con la manera habitual, en la que son asumidos los microorganismos como seres vivos, dentro de unas categorías taxonómicas y desligadas de su entorno y además, que parecieran no tener ninguna relevancia para la vida en el planeta (p.20)

Frente a ello, se plantean actividades que permitan salir de procesos superficiales basados únicamente en la transmisión de conceptos y que en cambio lleguen a promover la construcción de explicaciones por parte de los estudiantes. Bajo esta óptica, García (2021) plantea estrategias que den lugar a la experiencia y que lleguen a favorecer el desarrollo de argumentos. Afirmando que:

Posibilitar la construcción de explicaciones en la enseñanza de las ciencias naturales es todo un reto, y es allí donde los problemas de conocimiento cobran sentido, como una categoría alternativa y donde se reconoce la importancia del diseño de propuestas de aula como “un ejercicio académico que permite a los maestros abordar preguntas que tienen que ver con la naturaleza del conocimiento” [...] además, porque interpelan al maestro hacia la comprensión de los fenómenos desde diversas perspectivas, que implican preguntarse por el objeto de estudio e interrogarlo y con ello, a hacer del aula un escenario propicio para su problematización más allá de las prácticas habituales de concebir y favorecer la comprensión de los fenómenos de la naturaleza (García, 2021, p.32).

Por lo anterior, ofrece aportes importantes para mi trabajo, especialmente en la manera en que este aborda la enseñanza de los microorganismos, donde se destaca la

necesidad de superar las formas actuales en las que se aborda un proceso biológico en el aula, promoviendo un aprendizaje experiencial en el que se articulan la observación, la problematización, la construcción de explicaciones y artificialización de fenómenos biológicos.

De acuerdo con García (2021), el énfasis en la observación, la experimentación y la comprensión situada de los microorganismos resulta crucial para propiciar una construcción de conocimiento. En esta línea, este enfoque que se desarrolla permite que desde mi propuesta se pueda replantear la enseñanza de los hongos, llevando a los estudiantes hacia la indagación y el desarrollo de su curiosidad a partir del proceso de descomposición que llevan a cabo estos organismos.

En este sentido la parte experiencial y el cuestionamiento de esta misma adquieren un lugar esencial en el desarrollo educativo. Por ende, se hace necesario impulsar en los estudiantes una formación reflexiva en la que estos comprendan tanto el concepto de los hongos, como su rol en la transformación de materia orgánica como una acción clave en los flujos de materia y energía en un ambiente natural.

Finalmente, es importante mencionar que la implementación de actividades con relación a microorganismos puede enfrentar diversas dificultades, pues llegan a persistir limitaciones en el desarrollo de prácticas pedagógicas como lo es el tiempo y los recursos disponibles.

En concordancia con lo anterior, sobre la enseñanza de los microorganismos se encuentra también a Parra (2015) con su estudio de maestría de la Universidad Nacional de Colombia de Bogotá, titulado *Los microorganismos un mundo por descubrir, una estrategia de aula para desarrollar habilidades científicas para estudiantes de ciclo dos*. En este trabajo se señala que, comprender la biología de los microorganismos requiere que los estudiantes tengan conocimientos ya construidos. En particular, menciona que estos saberes posibilitan reconocerlos como seres vivos puesto que cumplen las mismas funciones vitales de los demás organismos, facilitando su desarrollo y relación con el medio. En este contexto, Parra (2015) afirma:

Comprender la biología de los microorganismos exige que los estudiantes tengan algunos conceptos básicos que les permitan identificarlos como organismos vivos, que cumplen las mismas funciones que los demás organismos y que poseen una estructura que les permite desarrollarse y relacionarse con el medio. (p.22)

Igualmente, la tesis del autor menciona una propuesta de enseñanza basada en problemas, que fomenta el desarrollo de habilidades científicas, el autocuidado y la construcción de conocimiento sobre los microorganismos.

La propuesta de aula que se presenta busca diseñar una estrategia didáctica para desarrollar las habilidades de pensamiento científico en los estudiantes ... utilizando como temática central la microbiología y facilitar la comprensión de los conceptos básicos de este campo de las ciencias (Parra, 2015. p 4).

Ahora bien, el autor procede a la realización de una evaluación, lo que ayuda a evidenciar los conocimientos previos, para posteriormente establecer el diseño de actividades orientadas a la comprensión de los microorganismos. Parra (2015) afirma que “La prueba diagnóstica se utiliza para identificar los conflictos cognitivos de los estudiantes antes de desarrollar un contenido de una asignatura [...]. A partir de los resultados de la prueba diagnóstica se plantean las actividades de la estrategia de aula” (p.22). Esta tesis muestra estrategias valiosas para abordar la enseñanza de las ciencias, en especial porque plantea la enseñanza de los microorganismos a través de la asociación con los conocimientos construidos por los estudiantes en su cotidianidad.

En conclusión, el documento de Parra (2015) permite identificar la importancia de partir de las vivencias previas de los estudiantes. También muestra cómo desarrollar estrategias para enseñar procesos biológicos basadas en el cuestionamiento de la experiencia. Por eso, su propuesta menciona elementos esenciales. Ya que destaca la importancia de construir explicaciones desde la comprensión de los procesos implicados en el objeto de estudio, sin dejar de lado la vivencia del estudiante.

Referente a otras experiencias relacionadas con la enseñanza de los hongos, se encuentran trabajos como los de Urcelay et al. (2015) de la Universidad Nacional de Córdoba en Argentina, quienes realizaron un estudio titulado *La enseñanza de la diversidad de hongos: una propuesta para la recuperación, integración y articulación de contenidos*.

En este texto se buscaba promover la recuperación de los contenidos de las clases teóricas y prácticas de biología. En consonancia con esta intención, Urcelay et al. (2015) plantean que “el objetivo de la propuesta es, entonces, recuperar e integrar contenidos, articular estrechamente las clases teóricas y prácticas y hacer partícipes a los alumnos de la construcción de dichos contenidos para lograr una mayor apropiación de los mismos” (p.380).

En el desarrollo de la propuesta didáctica presentada por Urcelay et al. (2015), se abordaron distintos grupos de hongos y mohos gelatinosos vinculados a una problemática ambiental de la región como lo son invasiones biológicas¹. Inicialmente, se desarrolló un ejercicio de campo en el que los estudiantes recolectaron hongos de diferentes tipos de bosques, con el objetivo de comparar su diversidad según el ambiente en el que se encontraban. Tal como señalan Urcelay et al. (2015) “cada grupo realizó muestreos en cada tipo de bosque: bosque chaqueño serrano (nativo) y bosque de pinos (exótico)” (p. 382).

Posteriormente, se realizó trabajo experimental, donde los estudiantes llegaron a observar las muestras biológicas con ayuda de estereoscopios y microscopios (Urcelay et al., 2015). Se debe tener presente que esta actividad no sólo procuraba desarrollar habilidades de observación, reflexión y análisis sino también fomentar en el estudiante una comprensión sobre procesos ecológicos, actividad que permitió la construcción de explicaciones, evidenciándose en los resultados del trabajo.

De acuerdo con lo anterior, lo realizado por Urcelay et al. (2015) es valioso para mi trabajo de grado, ya que muestra cómo articular experiencia, observación y reflexión en el aula para repensar la manera de enseñar la descomposición mediada por los hongos y el rol ecológico que tiene.

¹ El concepto de invasiones biológicas es retomado por Urcelay et al. (2015) quienes abordan este tema para llegar a contextualizar la problemática ambiental y ecológica que hay en Córdoba, Argentina. Mencionan que las invasiones biológicas son un proceso ecológico en el que especies exóticas invasoras se introducen, se establecen y se expanden en un ecosistema, haciendo que este se modifique en un lapso corto de tiempo, llegando a tal punto que sea imposible erradicar estas especies del medio provocando la muerte de especies nativas.

Esto posibilita que los estudiantes puedan vivir las situaciones de recolectar, cultivar, observar y analizar a los hongos en su contexto, generando el interés y desarrollo de conocimiento respecto a las relaciones que establecen los hongos en un ambiente natural. En mi trabajo, busco promover la observación, la experimentación, la curiosidad y la experiencia como procesos clave en la construcción de conocimiento, por lo que el integrar estas actividades contribuye a que los estudiantes formulen explicaciones, analicen y comprendan las transformaciones en la descomposición mediada por los hongos como problema de conocimiento.

Por otro lado, encontramos a Garzón, León y Rodríguez (2018) de la universidad de Antioquia con su trabajo titulado *Producción de láminas de hongos para la enseñanza*. Los autores consideran importante desarrollar un método basado en producción de láminas, ya que esto contribuye en la formación y optimiza la forma de aprendizaje, facilitando la observación de estructuras. Tal como lo expresan Garzón, León y Rodríguez (2018):

En este artículo, se describe un método para preparar bloques de agar coloreados con tintes vegetales y azul de lactofenol, que permite la producción de material didáctico, de utilidad para estudiantes y docentes de la cátedra de Micología, gracias a su larga preservación y la presencia de estructuras fúngicas completas para el estudio de la conidiogénesis. (p.21)

Lo anterior es relevante dado que se evidencia la importancia del uso de materiales para la enseñanza de los hongos, específicamente aquellos que permiten observar las estructuras microscópicas, lo que contribuye a fortalecer la construcción de conocimiento experimental, el desarrollo de competencias en la manipulación de elementos o materiales de laboratorio y la capacidad de conformar interpretaciones fundamentadas en lo que el estudiante observa.

En el trabajo, se expone que la producción de láminas o cultivos de hongos, propicia el desarrollo de una herramienta didáctica que motiva a los estudiantes a observarlos, facilitando un aprendizaje visual y práctico, haciendo que el estudio de estos organismos sea más accesible y estimulante para los estudiantes, lo cual lleva a cuestionar y tratar de dar una explicación para la construcción de saber.

Por otro lado, una dificultad que podría presentarse es que la producción de este tipo de láminas y cultivos implica un apropiado manejo de instrumentos y conocimientos técnicos que permitan el desarrollo de las actividades experimentales. Esto podría representar una barrera para algunos docentes de ciencias que no cuentan con recursos suficientes, una formación específica o experiencia en técnicas, lo que dificulta la implementación efectiva de actividades experimentales en sus clases.

Finalmente, se encuentra a Marín (2018) de la Universidad Austral de Chile con su trabajo titulado *Conceptos fundamentales en ecología de hongos del suelo: una propuesta pedagógica y de divulgación*, que se basa en la indagación de los procesos bioquímicos como un aspecto que implica comprender que los nutrientes que se encuentran en los seres vivos se desplazan de un lugar a otro del ecosistema (atmósfera, organismos, suelos etc.) generando la existencia de una estabilidad ecosistémica. Además, Marín (2018) señala que:

La biogeoquímica estudia las interacciones entre los compuestos geoquímicos y los organismos. Específicamente, la biogeoquímica estudia cómo los nutrientes que componen los seres vivos se mueven de un componente a otro del ecosistema (incluyendo la atmósfera, organismos, suelo, cuerpos de agua, etc.). Estos nutrientes se clasifican en macronutrientes (carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, magnesio y potasio) y micronutrientes (hierro, cobre, zinc, cloro, yodo, entre otros). Se trata entonces de entender cómo se alcanza la estabilidad ecosistémica: mediante interacciones complejas entre sus componentes abióticos y bióticos (p.33)

Aunque los hongos se consideran como aquellos que establecen un rol esencial en los ecosistemas, su estudio suele ser insuficiente. En consecuencia, Marín (2018) menciona que “el rol de los hongos en los ciclos biogeoquímicos se suele estudiar superficialmente” (p.33), lo que limita la comprensión del impacto ecológico e invita a replantear la enseñanza de estos organismos, con el fin de enfatizar en la importancia de su función en los ciclos biogeoquímicos y en el equilibrio ecosistémico.

En este sentido, uno de los roles más relevantes que cumplen los hongos es el de la descomposición, una función clave en el flujo de materia y energía y en el mantenimiento de los ambientes naturales. A partir de ello, se sugiere las formas en que se aborda este fenómeno en el aula, partiendo del proceso ecológico, su interacción con hongos y otros organismos. Esta perspectiva parte del reconocimiento de que dichas dinámicas pueden

verse alteradas por diversas variables como puede ser las condiciones climáticas, las características fisicoquímicas del suelo y los flujos biogeoquímicos. Como señala Marín (2018), “la descomposición de diferentes formas de materia orgánica (madera, animales muertos, hojarasca, etc.) es uno de los roles más importantes de los hongos, dado que mediante este proceso se da un reciclaje de nutrientes en el ecosistema” (p.34).

En el trabajo de Marín (2018), se destaca el rol esencial de los hongos en los ciclos biogeoquímicos fundamentales para la estabilidad del ecosistema. Además, la propuesta invita a explorar las distintas interacciones que se establecen entre los hongos y otros organismos, proporcionando una visión integral y crítica de su relevancia ecológica y del papel que desempeña en los ambientes naturales.

1.1.3 Relación con el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

El desarrollo de este trabajo se vincula al proceso formativo de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, dado que ha posibilitado una mirada reflexiva respecto al abordaje de los procesos biológicos en la enseñanza de las ciencias. Así, el maestro se concibe como un sujeto que reflexiona y transforma su práctica. Según Schön (1992) señala que el maestro “reacciona ante lo inesperado o lo extraño reestructurando algunas de sus estrategias de acción, teorías de los fenómenos o modos de configurar el problema; e inventa experimentos sobre la marcha para poner a prueba su nueva comprensión” (p.45).

De este modo, la maestría ha permitido problematizar la práctica docente lo que permite reconocer que enseñar ciencias implica la construcción del saber, articulando aspectos pedagógicos, epistemológicos y disciplinares. Por consiguiente, el interés por abordar los procesos de descomposición mediados por el hongo *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento, surge de la intención por transformar las prácticas dentro del aula y favorecer una construcción de conocimiento complejo.

De la misma manera, los espacios de formación dentro de la maestría han permitido comprender la importancia del enfoque epistemológico al reconocer que el conocimiento no es lineal ni acabado, sino que éste se reconstruye constantemente a partir de preguntas,

problemas y procesos de indagación. Es por esto que se asume que la ciencia no es acumulativa, sino que, a través de rupturas conceptuales y transformaciones, se llega a replantear la enseñanza como una posibilidad de llevar a los estudiantes a formas en que se construye el conocimiento.

Por otro lado, la maestría ha permitido diseñar propuestas de enseñanza que respondan a las necesidades del contexto educativo en el que el maestro se desenvuelve, en el caso de este trabajo, se orienta a desarrollar una alternativa que posibilite abordar la descomposición como un proceso que es cuestionado, analizado y entendido, desde la experiencia de los estudiantes, pues el aprender ciencias implica que se construya explicaciones del mundo natural.

De la misma manera, se considera que la enseñanza de las ciencias hace parte de una práctica social, ya que esta posibilita comprender los procesos naturales que tienen implicaciones ambientales y culturales. Al respecto Valencia et al. (2003) señalan que es importante “asumir el conocimiento como una actividad de la cultura y la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. Es decir, como un tipo de actividad que está social e históricamente legitimada y que como tal es contextual” (p.1). En consonancia con lo anterior, la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. se vincula a problemáticas asociadas con el entorno, particularmente con el entendimiento de los flujos de materia y energía y transformación de las sustancias en un ambiente natural, favoreciendo una aproximación a la comprensión de la función biológica por medio de la indagación orientada al desarrollo de explicaciones concebida como una actividad propia de la cultura.

Por último, este trabajo se articula con la maestría en cuanto a la formación de maestros capaces de desarrollar propuestas educativas contextualizadas, por lo tanto, el abordaje de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento posibilita la construcción de explicaciones y movilización de pensamiento en los estudiantes. Tal como lo plantean Valencia et al. (2003), la propuesta de aula permite que los maestros planteen preguntas con relación a la naturaleza del conocimiento, la

producción y las metodologías de legitimación social. De esta manera, el abordar este objeto de estudio no solo responde a la inquietud de cómo se estudia dentro del aula, sino que se configura como un ejercicio de profundización que busca aportar a la comprensión y enseñanza de los procesos biológicos.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

A partir de las reflexiones que se desarrollan en torno a la enseñanza de las ciencias naturales, se reconoce que la descomposición de la materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp. suele abordarse en el contexto escolar como cambios visibles asociados a la degradación de los alimentos, sin profundizar en las explicaciones biológicas que pueden sustentar dicho proceso. Como resultado, esto genera que se reduzca a descripciones generales, sin tener en cuenta que es dinámico en el que intervienen relaciones con el entorno y cambios de la materia orgánica. Posada (2002) señala la importancia de diferenciar entre un conocimiento basado en la memorización, en el que los nuevos conocimientos no se integran con los saberes existentes, y un conocimiento con un enfoque explicativo y profundo que permita a los estudiantes construir estructuras conceptuales capaces de explicar dinámicas biológicas.

En el caso del hongo *Rhizopus* sp., el cual es posible encontrarlo en los alimentos como el pan o algunas frutas, lo convierte en un organismo accesible para la observación en el aula. Sin embargo, se entiende que no necesariamente esta cercanía se traduce en una comprensión del papel en el proceso de la descomposición, pues los estudiantes lo reconocen únicamente como moho sin llegar a establecer relaciones con los procesos de transformación de materia orgánica.

A partir de este caso en particular, surgen preguntas esenciales para orientar el trabajo de grado: ¿Cuáles son las condiciones estructurales y funcionales relacionadas con la descomposición de sustancias orgánicas llevadas a cabo por el hongo *Rhizopus* sp.?,

¿Qué estrategias didácticas se pueden implementar para hacer del estudio de la descomposición del hongo *Rhizopus* sp. un problema de conocimiento?

Con relación a estas inquietudes, es importante considerar que estos procesos en el contexto escolar muchas veces no son tratados a profundidad con el estudiante, como los relacionados con la biología de los hongos y su papel en la descomposición y el intercambio de materia y energía. En el contexto del Centro Educativo Scalas, específicamente en grado séptimo, se llega a identificar que el estudio de procesos biológicos son abordados desde actividades descriptivas; sin embargo, no se privilegia el cuestionamiento, la construcción de explicaciones, ni los procesos de indagación, lo que llega a dificultar la comprensión del proceso biológico, pues se limita a lo que considera como evidente. En este sentido, Driver et al. (2000) afirman que la enseñanza de las ciencias debe partir del desarrollo de argumentos e interpretaciones y no limitarse a la descripción; debe ir más allá de un conocimiento empírico, llegando a tener nuevas interpretaciones de la información.

Por esta razón, se hace esencial delimitar el problema en torno al estudio de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp., esto implica reconocer que cuando se observa el proceso biológico se desarrollan explicaciones a partir de las experiencias y relación con el entorno. De este modo, Valencia et al. (2003) señalan que “los sujetos ponen en juego diferentes estrategias para construir explicaciones a situaciones del mundo natural y social” (p.3).

En este contexto, situar la práctica pedagógica como un proceso de reflexión constante permite reconocer las dificultades en la enseñanza de las ciencias y las posibilidades de generar espacios de indagación que favorezcan la construcción de conocimiento. Por lo tanto, la delimitación de este trabajo se orienta a fomentar la indagación y el desarrollo de experiencias relevantes, promoviendo un conocimiento basado en la exploración del mundo natural. Esta actividad parte de la curiosidad y la fascinación por lo que se observa, lo que desarrolla una dinámica cambiante en el aula de clase y en la comprensión que el estudiante tiene de distintas transformaciones en las que participan los hongos. En coherencia con lo anterior, surge la siguiente pregunta problema:

¿Cómo hacer del estudio de los procesos de descomposición que lleva a cabo el hongo *Rhizopus* sp. un problema de conocimiento con estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Profundizar en aspectos disciplinares y pedagógicos que aportan al estudio de los procesos de descomposición realizados por el hongo *Rhizopus* sp., como un problema de conocimiento.

1.3.2 Específicos

- Documentar los aspectos teóricos y técnicos que aportan en la constitución de la descomposición de *Rhizopus* sp. como un problema de conocimiento en la educación básica.
- Elaborar una propuesta de aula para el estudio de los procesos de descomposición llevados a cabo por el hongo *Rhizopus* sp. con estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas.
- Recuperar la experiencia de la intervención realizada con estudiantes de grado séptimo acerca de la descomposición de materia orgánica mediada por *Rhizopus* sp.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La educación en ciencias se considera un pilar fundamental para la construcción de conocimiento en los estudiantes, ya que, a partir de distintos procesos de enseñanza en ciencias, se favorece la emergencia de nuevos sentidos, promoviendo propuestas que reconozcan al estudiante como un sujeto activo capaz de interpretar y elaborar explicaciones sobre el mundo natural. En este sentido, Valencia et al. (2003) señalan que la enseñanza de las ciencias “se piensa como la puesta en acción de estrategias de transformación cultural [...] en las que se actualiza el universo representacional de cada sujeto y es posible construir sentidos colectivos” (p. 7)

Desde esta perspectiva, el estudio de los hongos, y en específico de los procesos de descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp., cobra importancia en el contexto escolar, pues constituye un proceso biológico cercano a la vida cotidiana del estudiante, su presencia es fácilmente identificable en alimentos como frutas, pan u hortalizas que se están descomponiendo y permite establecer relaciones entre situaciones contextuales y el conocimiento biológico. Además, posibilita la problematización de aspectos relacionados con la transformación del sustrato, el flujo de materia y energía y las relaciones ecológicas.

Estos temas, a pesar de su relevancia, suelen abordarse solo de manera descriptiva o superficial, priorizando la memorización de contenidos y minimizando la complejidad biológica de la descomposición.

En este contexto, se propone abordar los procesos de descomposición no como un contenido dentro del currículo sino como una situación de estudio para hacer de ella un problema de conocimiento. De este modo, la enseñanza se entiende como la construcción colectiva de explicaciones, en el que los estudiantes no solo describen el proceso, sino que también interpretan, intercambian ideas, establecen relaciones y plantean preguntas, desarrollando habilidades de análisis, argumentación y reflexión. Por ello, “los problemas de conocimiento requieren una construcción continua de preguntas, acciones y diseños experimentales” (Valencia et al., 2003, p. 8). Reconocer el aula como un espacio dinámico favorece transformar el conocimiento a partir de la interacción y la experiencia.

De la misma manera, la pertinencia de este trabajo se sustenta en las orientaciones de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, en el que se reconoce la enseñanza de las ciencias como aquella que articula las dimensiones pedagógicas, epistemológicas y disciplinares. Desde esta perspectiva, abordar la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento implica reconocer que el conocimiento es dinámico, el cual es configurado mediante la interacción, la indagación y la discusión, y que permite desarrollar nuevos sentidos colectivos en el aula. Esta articulación posibilita que los estudiantes desarrollen distintos vínculos para la construcción y reconstrucción del fenómeno, con el fin de impactar significativamente la actividad en el aula de clase.

En consecuencia, este trabajo es relevante porque centra su aporte en la reestructuración de las prácticas pedagógicas, facilita la comprensión de fenómenos biológicos y fomenta el desarrollo de habilidades en los estudiantes. De esta forma, amplía el conocimiento sobre la descomposición y contribuye a formar estudiantes capaces de relacionar las ciencias naturales con su entorno y participar activamente en su estructuración.

2. PROCEDER METODOLÓGICO

El presente trabajo de grado se inscribe en el contexto de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, cuyo fin es fortalecer el papel del docente como un profesional reflexivo y crítico de su práctica educativa. (Facultad de Ciencia y Tecnología, UPN, s.f.) En este marco se considera esencial formar docentes que profundicen en la historia y la epistemología de las ciencias lo que fortalezca las prácticas de enseñanza construyendo un espacio de formación en el que se desarrolle una postura crítica. (Facultad de Ciencia y Tecnología, UPN, s.f.) Por eso, se busca que los profesores hagan de su práctica un ejercicio de comprensión y reflexión para resignificar la formación en ciencias naturales.

El trabajo de grado se realiza como una propuesta de profundización teórica y pedagógica, sustentada en los lineamientos vigentes establecidos en los trabajos de grado realizados hasta el momento dentro del programa, pues de este modo se ha ido concibiendo como un espacio de reflexión y fortalecimiento para el docente, con el fin de ampliar la comprensión del objeto de estudio seleccionado.

En coherencia con lo anterior, este trabajo aborda el estudio de los procesos de descomposición que lleva a cabo el hongo *Rhizopus* sp. como un problema de conocimiento. En este marco, se realiza una profundización en aspectos disciplinares pedagógicos y didácticos desde los cuales es posible abordar problemas relativos a la enseñanza de este fenómeno.

Para ello, se delimita y encuadra el objeto de estudio, se parte de un contexto de origen, entendido como el que orienta la construcción del trabajo de grado, a partir de experiencias establecidas en este ámbito. En primer lugar, se consideran las vivencias propias, como las técnicas y prácticas de laboratorio desarrolladas durante el pregrado. También se tiene en cuenta la actividad de trabajo de grado en la licenciatura, que permitió un acercamiento al estudio de los hongos y de algunos procesos metabólicos que realizaban. En segundo lugar, se revisan experiencias de otros docentes e investigadores

que constituyen antecedentes relevantes para este trabajo, a fin de aportar sustento a la comprensión y enseñanza de este fenómeno.

De la misma manera, se tuvieron en cuenta las reflexiones provenientes de los espacios académicos de la Maestría, que brindaron fundamentos conceptuales, pedagógicos y metodológicos para la consolidación del proceso. Estos espacios fueron de construcción y discusión colectiva, estableciendo conexiones entre la práctica educativa y los marcos teóricos de referencia que contribuyen a la enseñanza de las ciencias.

Este trabajo utiliza documentación teórica disciplinar para recopilar, organizar y analizar la información. Para ello, se buscan fuentes relevantes, que luego se clasifican e interpretan. Esto permite reflexionar sobre el objeto de estudio y evidenciar aspectos biológicos, fisiológicos y ecológicos de los hongos, así como los fundamentos técnicos de su estudio. Así, se consolida la elaboración del trabajo de grado.

Al mismo tiempo, se consideró la documentación teórica pedagógica que aborda los Problemas de Conocimiento (PC). Estos problemas se vinculan al cuestionamiento de la experiencia, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones para desarrollar explicaciones. De este modo, se concibe la ciencia como una actividad de construcción de representaciones del mundo natural y social (Valencia et al., 2003). Así, esto se constituye como un elemento importante al proponer estrategias de enseñanza de las ciencias, pues permite a los estudiantes poner en cuestión su conocimiento sobre los procesos de descomposición.

A partir de lo expuesto, se derivaron criterios pedagógicos y didácticos basados en los problemas de conocimiento para diseñar e implementar la intervención en el aula titulada **“Los hongos: alquimistas de la naturaleza”**. Esta intervención tuvo como objetivo que los estudiantes elaborarán una explicación sobre el papel del hongo *Rhizopus* sp. en los procesos de descomposición de la materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas, promoviendo el trabajo colaborativo y la construcción de conocimientos a partir del cuestionamiento de la experiencia.

Se desarrollaron tres fases, considerando la experiencia visual, la organización y la complejización. Se fomentó la observación de un ambiente natural, delimitando la descomposición de los hongos como objeto de estudio. Para recuperar la vivencia, se generaron agrupaciones que organizan las tendencias y las declaraciones de los estudiantes, lo que favoreció la comprensión y la explicación de lo desarrollado.

Concluida esta etapa, se realiza la recuperación de la experiencia, entendida como una reflexión sistemática orientada a analizar e interpretar lo ocurrido durante la implementación de la propuesta de aula. Este ejercicio va más allá de describir las actividades realizadas, pues busca entender a fondo los desarrollos, aprendizajes y dificultades surgidos, considerando siempre la relación con los objetivos planteados.

La interpretación de la experiencia² permite la comprensión de vivencias que llegan a compartir conocimiento y generar reflexiones para la transformación de la práctica, puesto que están cargados de vivencias, roles, formas de participación etc. En las cuales la observación y las interacciones llegan a fortalecer sus procesos de aprendizaje y enseñanza, reconociendo que son actividades intencionadas sustentadas en conocimientos ya construidos, y que favorece una transformación a partir de una situación en específico.

Por lo anterior, la recuperación se convierte en un espacio de construcción de saber pedagógico para el profesor, en el que no sólo reconoce lo sucedido, sino que lo convierte en un aprendizaje para futuras transformaciones de las prácticas educativas.

Respecto a las formas de proceder, este trabajo se desarrolló a partir de las asesorías. Estos han sido espacios de diálogo en los que se ofrecieron orientaciones, recomendaciones y retroalimentación. Además, permitió fortalecer cada etapa de la conformación de la propuesta, matrices, diagramas para organizar la información y visualizar las relaciones entre sus componentes, facilitando el análisis e identificación de

² En este trabajo de profundización la experiencia se entiende como un proceso de construcción de conocimiento con carácter epistemológico, en tanto que llega a posibilitar la construcción de explicaciones sobre los fenómenos naturales. A partir de esto se comprende que no se reduce a una actividad sino que estos implican una relación dinámica entre el objeto de conocimiento y el sujeto. Bachelard (1948) señala que “el conocimiento de lo real ... jamás es inmediato y pleno” (p.304) comprendiendo que la experiencia no es una acción directa de conocimiento sino que esta debe ser problematizada. Por su parte, la observación se configura como un proceso que constituye las experiencias.

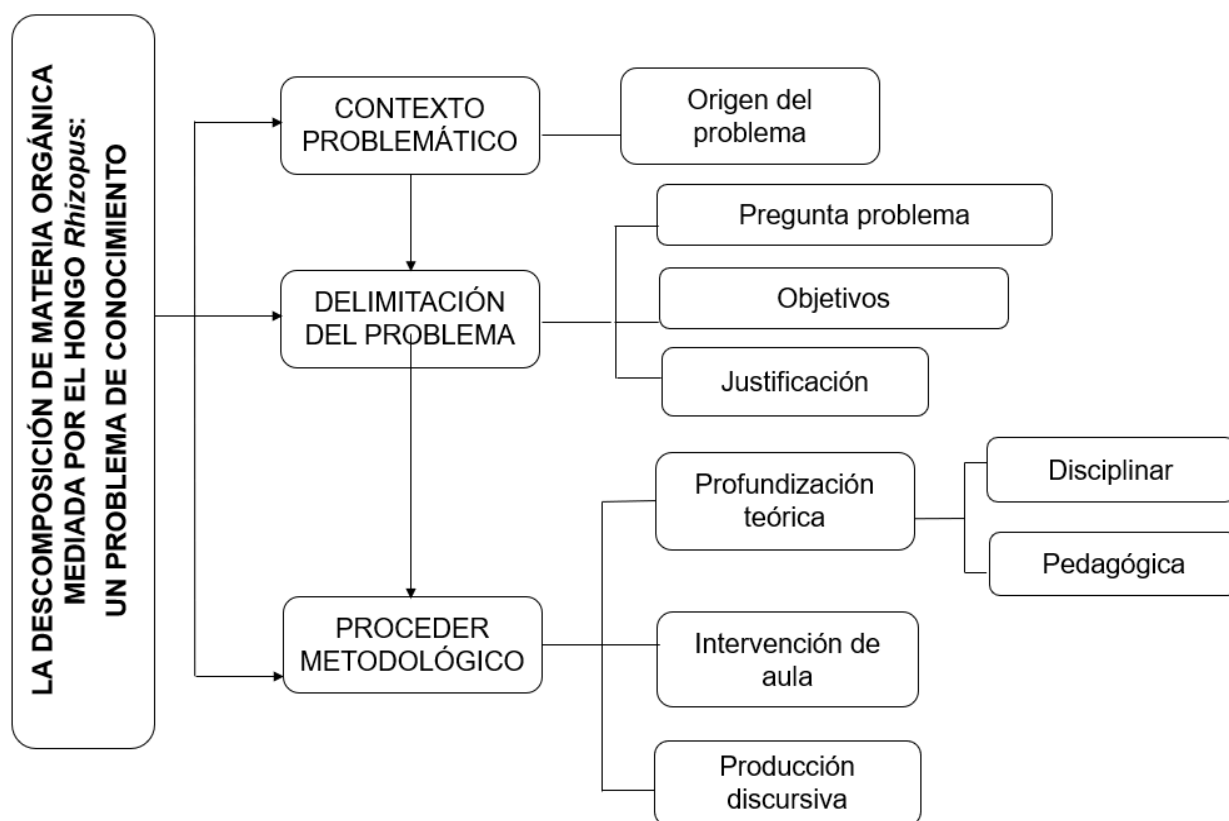
aprendizajes y emergencias. De este modo, se constituyó un escenario de acompañamiento que permitió delimitar el objeto de estudio, revisar y documentar los aspectos teóricos, pedagógicos y disciplinares y diseñar la propuesta de aula.

Seguidamente, se realiza la producción discursiva que constituye una reflexión del maestro en su calidad de sujeto epistémico, acerca de la manera en que ha venido desarrollando la enseñanza de las ciencias. En este proceso, cuestiona y construye conocimiento basado en las estrategias empleadas, logros alcanzados y situaciones surgidas, reconstruyendo de manera constante su concepción y el aprendizaje de los diferentes fenómenos.

Por ende, el proceder metodológico (*véase la figura 1*) permite identificar la organización del trabajo de grado. En el que se presentan las etapas que orientaron el desarrollo de la propuesta de profundización, comprendido desde la delimitación del problema, la documentación disciplinar y pedagógica, el diseño e implementación del aula, recuperación de la experiencia hasta la producción discursiva. De esta manera, se configura el trabajo como un proceso de reflexión al desarrollar la práctica pedagógica.

Figura 1.

Flujograma del proceder metodológico del trabajo de grado



Nota. Mapa de procesos que muestra el desarrollo del trabajo de grado. Realizada en el espacio de asesorías académicas para la organización del documento de trabajo de grado.

Por último, cada etapa se concibe como un aspecto que permite la interpretación del objeto de estudio y la consolidación de este trabajo de grado de profundización, el cual se enmarca en la coherencia con los propósitos de formación del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. De este modo, el trabajo se comprende como una actividad reflexiva que se asume como un espacio de construcción de conocimiento en el que el docente ya no es un administrador de contenidos, sino aquel que llega a poner en cuestión visiones y saberes que se tienen respecto al objeto de estudio.

3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

Este capítulo tiene como finalidad desarrollar los aspectos disciplinares y pedagógicos con relación al objeto de estudio, el cual está enmarcado en la comprensión de los procesos de descomposición mediados por el hongo *Rhizopus* sp. Para ello, se abordarán elementos claves que permitan entender sus caracteres estructurales, funcionales y biológicos. Además, se analizarán las condiciones que posibilitan la descomposición de materia orgánica relacionándola con los flujos de materia y energía en los ambientes naturales, destacando el papel de estos organismos en el funcionamiento integral del ambiente natural.

En este sentido, se concibe como un ejercicio que permite problematizar distintas perspectivas para comprender tanto el proceso biológico como su enseñanza. Respecto a la organización de este capítulo, inicialmente se presentan los referentes disciplinares relacionados con los hongos, su papel ecológico y, en particular, los procesos de descomposición que ocurren en la materia orgánica teniendo en cuenta al hongo *Rhizopus* sp. Posteriormente, se considerará como estrategia pedagógica las contribuciones de los Problemas de Conocimiento desde el que se plantea su enseñanza en el aula, destacando sus aportes como una propuesta para favorecer la construcción de explicaciones.

3.1 DISCIPLINAR

Esta sección se orienta a comprender la descomposición de la materia orgánica como un proceso dinámico, en la cual se desencadenan distintas relaciones, condiciones ambientales y transformaciones de las sustancias. En este contexto, la atención se centrará en el estudio de los hongos teniendo en cuenta el género *Rhizopus* sp., pues se considera un organismo representativo en la actividad descomponedora y de fácil observación en el ambiente, aspectos que hacen posible problematizar su papel en la transformación de las sustancias.

A partir de este enfoque, se retoman las condiciones y técnicas que aportan al estudio de la descomposición, lo que constituye una parte fundamental en la medida en que se aborda con mayor precisión los conceptos, transformaciones y fenómenos que sustentan la configuración del objeto de estudio.

3.1.1 El Hongo *Rhizopus* sp. como objeto de estudio

Los hongos han sido comprendidos a través de la historia como organismos asociados a la descomposición o putrefacción de materia orgánica, en relación con su papel como principal degradador de materia orgánica (Odum, 1972). Desde una mirada biológica se encuentran procesos que muestran que estas dinámicas de transformación son resultados de mecanismos relacionados con la nutrición y metabolismo fúngico.

Desde esta perspectiva, el reconocimiento del hongo *Rhizopus* sp. viabiliza analizar dichas actividades biológicas. Su organización estructural y funcional facilita la comprensión de las dinámicas metabólicas de estos hongos. Cabe señalar que este género pertenece al orden Mucorales, comúnmente llamados hongos negros. Cuando sus micelios están bien desarrollados, forman hifas ramificadas, tanto macroscópicas como microscópicas, no septadas. Al culminar su vida, muchas hifas se pigmentan de color café, desarrollan una gran cantidad de vacuolas y se tabican. La mayoría de las veces, las hifas se introducen en el material orgánico fijando el micelio, lo que les permite absorber nutrientes. Las demás hifas forman un micelio aéreo en el que se desarrollan las estructuras reproductoras (Herrera y Ulloa, 1990).

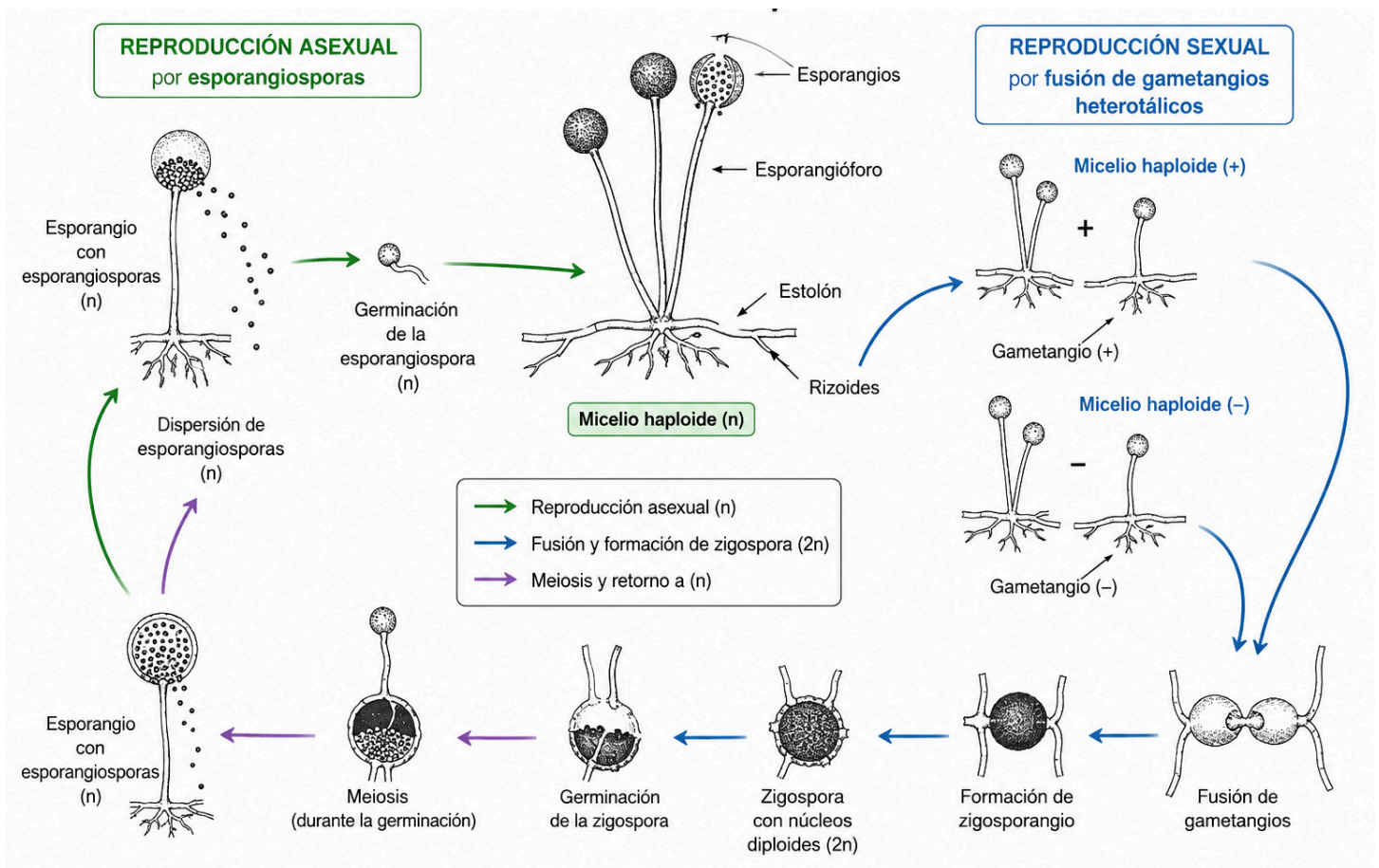
Cabe señalar, que en este orden se encuentran géneros que tienen hifas específicas las cuales son llamadas rizoides que crecen en la parte del micelio que se pone en contacto con el sustrato; tienen una reproducción asexual (véase *la figura 2*) por medio de esporangiosporas los cuales se desarrollan dentro de los esporangios en el que se forman esporangióforos, estos están delimitados por una estructura que soporta al esporangio

conocido como columela, la cual puede presentarse de distintas maneras generalmente aplanadas o redondeadas (Segundo et al., 2019)

La reproducción sexual (véase la figura 2) es por fusión de gametangios en el que se fusionan dos gametangios heterotálicos. Los gametangios “son hifas modificadas, morfológicamente. Estas fusiones terminan con la producción de paredes gruesas, estructuras resistentes llamadas esporangiosporas” (Pérez, 2016).

Figura 2.

Ciclo de vida de Rhizopus sp.

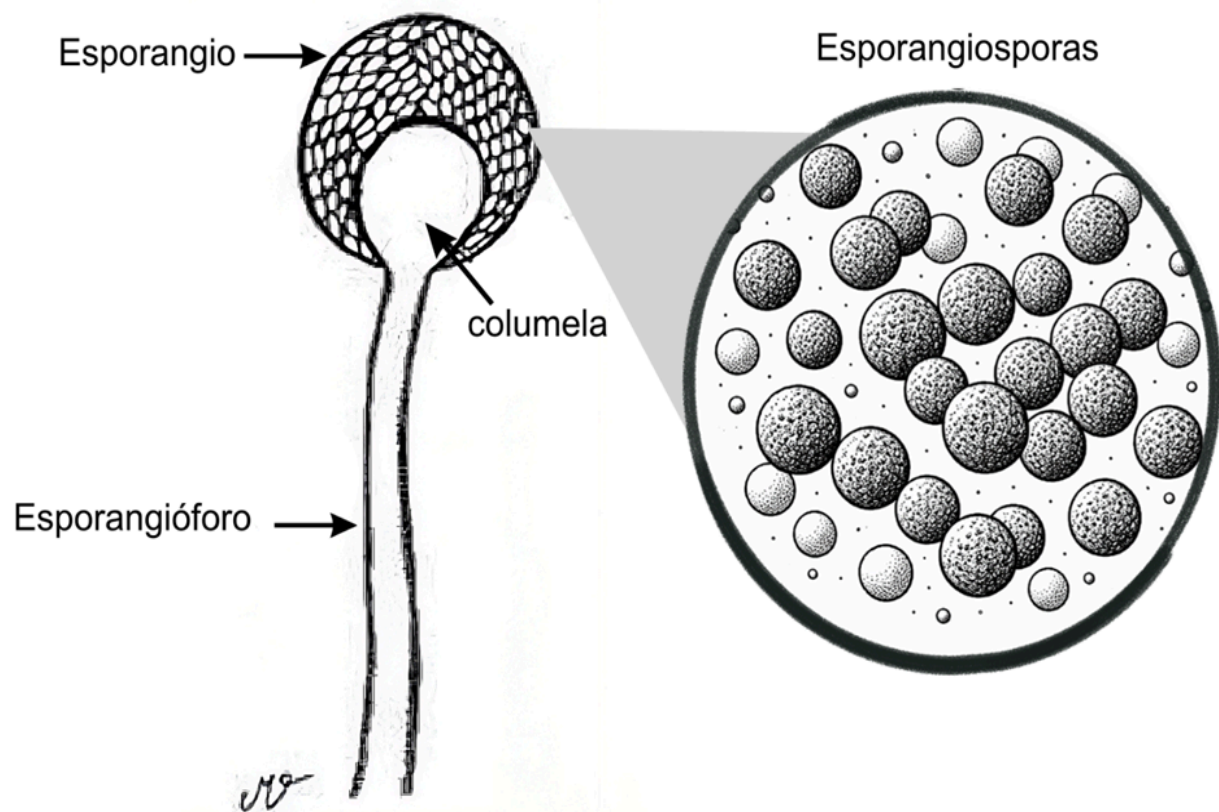


Nota. Adaptado del ciclo de vida de *Rhizopus sp.* [Ilustración], por Pérez (2016).
Universidad Autónoma del Estado de México. ri.uaemex.mx

En esta línea, el género *Rhizopus* sp. perteneciente al orden de los mucorales se caracteriza por encontrarse en distintas partes del mundo ya que colonizan sustratos ricos de materia orgánica y productos que contienen almidón y azúcares (Herrera y Ulloa, 1990). En cuanto a su reproducción, las esporas conocidas como esporangiosporas (véase la figura 3) se distinguen por ser unidades de dispersión producidas en gran cantidad. Estas se desarrollan por la segmentación de protoplasma de unas estructuras multiceluladas que se conocen como esporangios. Así mismo, se proliferan en ambientes acuáticos, terrestres y aéreos “de manera que fácilmente se pueden obtener micelios de los mismos exponiendo ante estos, medios o sustratos apropiados húmedos, como frutos, dulces, pastas, jaleas, quesos y, sobre todo, fragmentos de pan” (Herrera y Ulloa, 1990, p. 122).

Figura 3.

Estructura del esporangio y esporangiosporas de Rhizopus sp.



Nota: Imagen adaptada a partir del esquema de Marleny Vargas, tomado de Cepero de García et al. (2012).

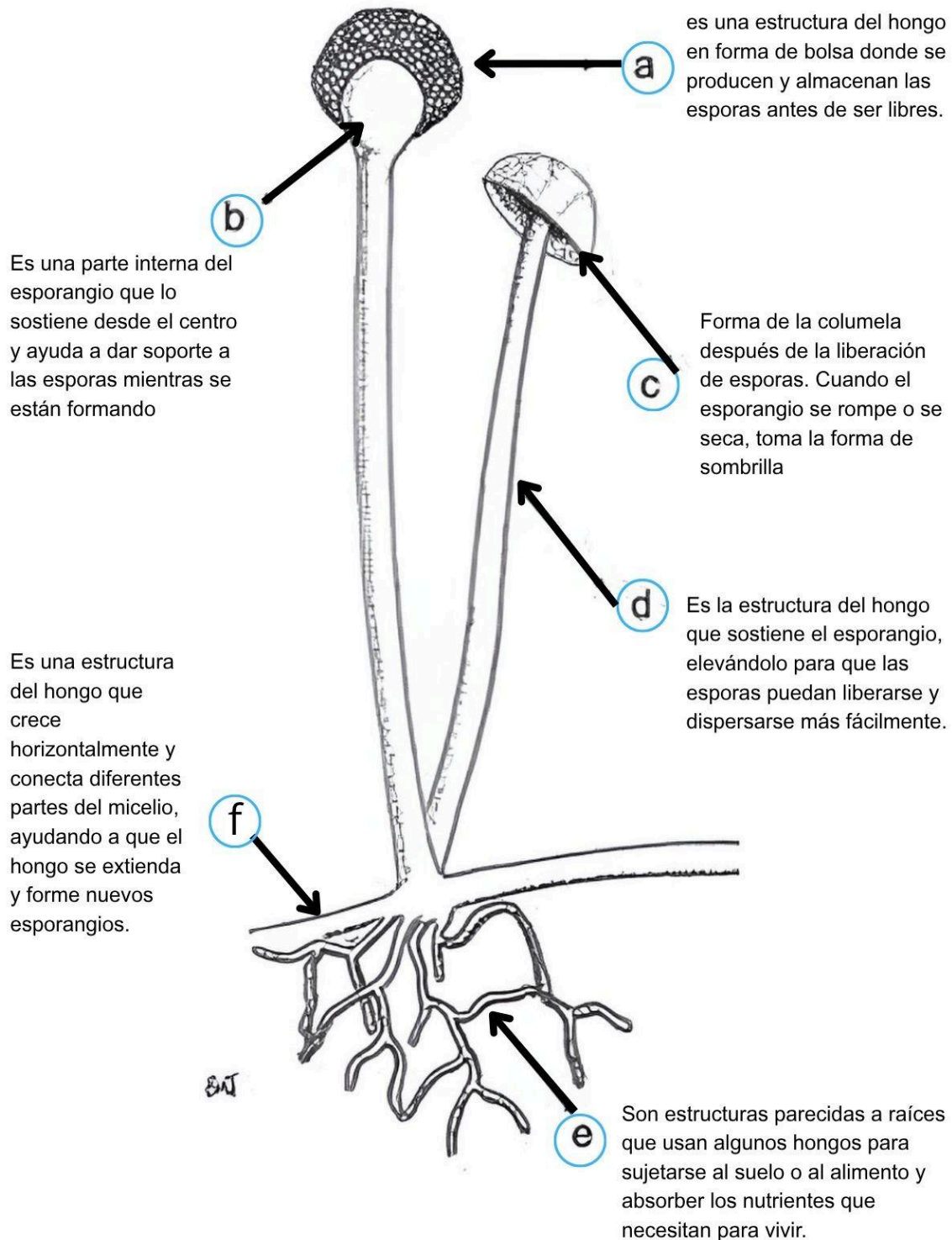
Lo anterior permite considerar a *Rhizopus* sp. como un organismo que se encuentra ampliamente distribuido en distintos ambientes y, al mismo tiempo, como un objeto de estudio para comprender procesos biológicos que caracterizan a los hongos, en cuanto a su fisiología, metabolismo y la interacción que tienen con el entorno. Debe señalarse que la configuración estructural de *Rhizopus* sp. como sistema vivo parte de una organización entre sus filamentos, hifas y micelio, que aportan a su crecimiento, nutrición y mantenimiento en un ambiente natural.

Este género se caracteriza por sus hifas conocidas como estolones “que se disponen paralelamente a la superficie del sustrato y, en ciertos sitios, forman rizoides” (Herrera y Ulloa, 1990, p. 123). Esta organización estructural posibilita la expansión del hongo sobre el sustrato favoreciendo los mecanismos de absorción de nutrientes de la materia orgánica que se está degradando; además de la producción de esporas para su reproducción (Piepenbring, 2015).

De la misma manera, el hongo desarrolla esporangióforos que nacen por encima de los estolones y sostienen la estructura reproductiva del mismo denominada esporangiosporas. Tras la liberación de estas estructuras se hace visible un collarite el cual se puede ver en el cimio de la columela (Silva et al., 2019). Estas estructuras (véase la *figura 4*) posibilitan la identificación de una organización en la que el crecimiento y desarrollo se articulan para configurar el funcionamiento del organismo.

Figura 4.

Hongo Rhizopus sp. y sus partes con sus respectivas funciones



Nota: Esquema de Edgar Medina, tomado de Cepero de García et al. (2012). Las definiciones fueron elaboradas por la autora. a) Esporangio b) Columela con apófisis c) Columela colapsada d) Esporangióforo e) Rizoides f) Estolón.

Adicionalmente, *Rhizopus* sp. se caracteriza por tener un metabolismo heterótrofo, requiriendo de materia orgánica para desarrollarse, pues es un organismo que no dispone de clorofila y, por ende, no realiza el proceso de fotosíntesis. Por consiguiente, “La obtención de alimentos es de tipo absorbente y por tanto se efectúa directamente por ósmosis” (Herrera y Ulloa, 1990, p.14). Esta forma de nutrición permite comprender que este organismo se alimenta mediante digestión extracelular, pues no hay una ingestión sino absorción de moléculas simples obtenidas previamente a partir de la descomposición del material disponible en su medio, lo que pone en evidencia que la forma y la función responden a una estrategia de adaptación ligada a la degradación del material orgánico.

Por ende, su nutrición implica un proceso de digestión previa antes de absorber los nutrientes por la pared fúngica conocida como digestión extracelular la cual se genera mediante la liberación de enzimas proteolíticas, glucolíticas o lipolíticas por medio de la hifa, estas enzimas degradan la materia orgánica compleja como los restos vegetales o de alimentos en moléculas más simples como azúcares, aminoácidos o ácidos grasos (Barón et al., 1996).

A diferencia de otros seres vivos que realizan una digestión dentro del organismos Cepero de García et al. (2012) señalan que los hongos secretan exoenzimas al medio externo, una vez las sustancias han sido degradadas en el exterior los productos llegan a ser absorbidos a través de la pared celular. Este tipo de nutrición conocido como osmotrofia, permite reconocer el papel esencial de estos organismos en el ecosistema pues contribuye a la transformación de la materia orgánica, lo que posibilita el flujo de materia y energía en el ambiente.

En este sentido, la digestión extracelular que realiza *Rhizopus* sp. involucra la secreción de enzimas hacia el medio externo actuando sobre la materia orgánica, ya que “con sus enzimas, descomponen y transforman estos restos en sustancias más sencillas, muchas de las cuales utilizan ellos mismos” (Herrera y Ulloa, 1990, p. 22). Esto implica la

transformación de moléculas complejas en compuestos más simples y solubles permitiendo que los productos resultantes de este proceso sean absorbidos a través de la pared celular.

Por lo anterior, se considera que la producción de enzimas no es un fenómeno aislado, sino que hace parte de una dinámica metabólica “en el que secretan numerosas enzimas, llamadas exoenzimas” (Piepenbring, 2015, p.17); estrategia fisiológica que permite interactuar al hongo con el entorno pues modifica químicamente el sustrato antes de ser incorporado como una fuente de nutrientes.

De este modo, la digestión extracelular se configura como una actividad fundamental en los procesos vitales de *Rhizopus* sp. pues integra la secreción de enzimas, además de la transformación de materia orgánica y la absorción como parte de un funcionamiento biológico para su mantenimiento en su entorno.

En esta misma línea, se evidencia que las enzimas producidas por *Rhizopus* sp. pertenecen al grupo de las hidrolasas, caracterizadas por romper enlaces químicos complejos mediante reacciones de hidrólisis, utilizando moléculas de agua (El-Gendi et al., 2022). Es decir, que esta interacción permite la degradación de las moléculas como proteínas, lípidos, entre otros; para posteriormente ser absorbidos por la célula.

Una vez dentro de la célula, las moléculas se someten al catabolismo, una fase metabólica en la que se degradan para convertirse en moléculas más simples, como el piruvato, el etanol y el dióxido de carbono. Esta degradación se caracteriza por la liberación de energía combustible y su posterior captura (Cuellas, 2019). En consecuencia, se considera que *Rhizopus* sp. relaciona la digestión extracelular con el catabolismo, asegurando su nutrición y la transformación de la materia y la energía en un ambiente natural. A continuación, se expone algunas enzimas utilizadas por *Rhizopus* sp. en su proceso de nutrición y metabolismo (véase la tabla 1):

Tabla 1.*Enzimas del hongo Rhizopus sp.*

Enzima	Tipo de sustrato	Función
Proteasas	Proteínas	Descomponen proteínas en aminoácidos, es importante para la obtención de nitrógeno y otros nutrientes esenciales.
Amilasas	Almidón	Descomponen el almidón en azúcares simples, proporcionando una fuente adicional de carbono.
Lipasas	Lípidos	Descomponen grasas en ácidos grasos y glicerol. Es relevante en la descomposición de la materia orgánica que contiene grasas.
Celulasas	Celulosa	Descompone la celulosa de las plantas, liberando azúcares simples que pueden ser utilizados por los hongos como fuente de energía.
Quitinasa	Quitina	Descompone la quitina, permitiendo acceder a nutrientes adicionales de su entorno.

Nota. Elaboración propia a partir de El-Gendi et al. (2021)

La producción de diversas enzimas evidencia la capacidad metabólica de los organismos. En esta capacidad, se produce un conjunto de transformaciones de sustancias en la célula, regulando y produciendo energía para distintas reacciones del sistema. Esta actividad es coordinada y dirigida y cumple cuatro funciones. En primer lugar, se obtiene energía química a partir de la degradación de nutrientes. En segundo lugar, convierte las moléculas en nutrientes. En tercer lugar, forma componentes celulares mediante la polimerización de monómeros precursores. Finalmente, sintetiza y degrada biomoléculas para funciones específicas (Cuellas, 2019).

En el caso de *Rhizopus sp.*, estas funciones enzimáticas se reflejan en la capacidad que tienen las enzimas expulsadas, que pueden actuar sobre distintos tipos de materia orgánica generando una amplia interacción con el sustrato. Esto lleva a comprender el papel de estos organismos en los procesos biológicos asociados a la transformación de materia y energía en un ambiente natural.

Por otro lado, se debe tener presente que el crecimiento y desarrollo de *Rhizopus* sp. no ocurre de forma independiente, sino que también está influenciado por condiciones ambientales que llegan a regular su actividad metabólica y el crecimiento del micelio, proceso que implica dinámicas que le permiten a la célula obtener energía, sintetizar componentes celulares y mantener las funciones vitales.

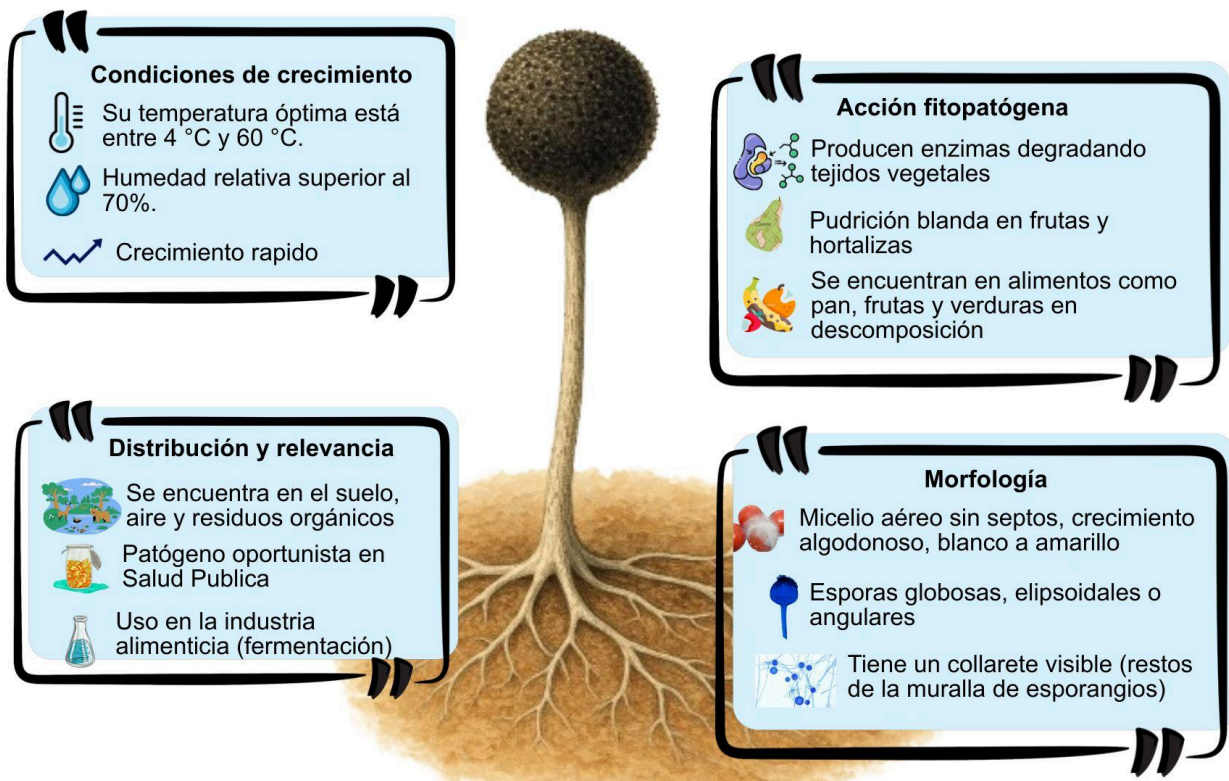
De acuerdo con lo anterior, este proceso es conocido como fase logarítmica o exponencial en la que se identifica que el crecimiento es máximo “la población en cuanto a composición, actividad metabólica y otras características fisiológicas es casi uniforme. La acumulación de micelio en peso seco es máxima” (Estrada y Ramírez, 2019, p. 65).

Dicha influencia se debe a que su desarrollo depende de temperaturas entre 4 y 60°C viviendo en regiones climáticas tropicales, subtropicales, fríos y templados, además de no estar en altitudes de más de 4.000 m.s.n.m. Para su crecimiento, por lo general requieren de ambientes con humedad relativa superior al 70%, ya que esta condición favorece su desarrollo, por lo que suelen aparecer en lugares cerrados, poco ventilados o donde haya restos de materia orgánica húmeda (Herrera y Ulloa, 1990).

Los aspectos abordados permiten comprender que los procesos biológicos de *Rhizopus* sp. están estrechamente vinculados con las condiciones del entorno, la integración entre su morfología, la estrategia de nutrición y la influencia de factores ambientales (véase la figura 5). En consecuencia, se configura un sistema dinámico que regula su crecimiento y funcionamiento. A continuación, se muestra una representación esquemática del hongo *Rhizopus* sp. en el cual se evidencian sus caracteres biológicos y condiciones de crecimiento.

Figura 5.

Características biológicas y ecológicas de Rhizopus sp.



Nota. Imagen del hongo *Rhizopus* sp. realizada con IA (Chatgpt, 2025) con el prompt: Realizar una imagen del hongo *Rhizopus* sp. en el que se muestre detalladamente sus estructuras morfológicas. Información y estructura de la infografía realizada por la autora.

El estudio del hongo *Rhizopus* sp. no solo se fundamenta en la revisión teórica de sus actividades biológicas sino también en la aplicación de aspectos técnicos, lo que facilita su observación. Entre estos se encuentran los medios de cultivo, preparaciones que cumplen una función clave ya que aportan nutrientes y condiciones controladas para el mantenimiento y crecimiento de estos organismos, lo que permite su posterior análisis.

En este caso, uno de los medios más empleados es el cultivo sólido Papa Dextrosa Agar (PDA) caracterizado por tener extracto de papa, que favorece el crecimiento; dextrosa, que se utiliza como fuente de carbono y agar, que contiene agente solidificante (Rodríguez y Zhurbenko, 2018). Por lo tanto, se considera que este medio favorece el desarrollo de las

hifas y sus estructuras reproductivas, permitiendo observarlas a nivel microscópico y macroscópico.

En cuanto a las condiciones de cultivo, “el medio se inocula por estría en superficie y se incuba hasta 5 días a temperatura ambiente 21 °C aproximadamente” (Rodríguez y Zhurbenko, 2018, p. 101). Este proceso permite la diferenciación de estructuras y características del hongo, encontrando un crecimiento algodonoso de *Rhizopus* sp., inicialmente color blanco y gris con una rápida expansión radial.

Los medios de cultivo se clasifican de acuerdo con la naturaleza de sus ingredientes, el crecimiento de determinados organismos y la finalidad que cumplen en el estudio microbiológico. Esta clasificación posibilita comprender las características y el alcance que puede llegar a tener los medios empleados:

Tabla 2.*Clasificación de los medios de cultivo*

SEGÚN LA NATURALEZA DE SUS INGREDIENTES	
Proteicos	Estos medios contienen peptonas, hidrolizados o extractos, lo que permite la degradación de proteínas
Sintéticos	En estos no se encuentran sustancias de naturaleza proteica
Intermedios	Estos medios contienen compuestos nitrogenados de procedencia proteica, teniendo una composición identificada como aminoácidos.
SEGÚN LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO DE DETERMINADOS MICROORGANISMOS	
De enriquecimiento	Son medios sólidos, semisólidos o líquidos que poseen compuestos que posibilitan el crecimiento de los microorganismos, se caracterizan por ofrecer condiciones favorables que pueden estimular el desarrollo de algunos organismos o por el contrario inhibir el crecimiento de otros dentro del medio de cultivo
Selectivos	Son medios sólidos que contienen sustancias que inhiben el crecimiento de determinados microorganismos que se consideran indeseables en el medio de cultivo
Electivos	Llegan a tolerar el desarrollo de distintas especies de microorganismos, facilitando el reconocimiento de colonias específicas, pues le garantiza nutrientes indispensables para su desarrollo.
SEGÚN SU FINALIDAD	
Comunes	Potencian el desarrollo de la mayoría de los microorganismos, pues no tiene alguna necesidad nutricional específica
Especiales	Elaborado para organismos que tienen necesidades nutricionales específicas
Diferenciales	Permiten distinguir microorganismos mediante cambios visibles en el medio como el color, tinción entre otros.
Selectivos	Tiene ingredientes que inhiben el desarrollo de algunos microorganismos, promoviendo el crecimiento de otros

Nota. Elaboración propia a partir de Rodríguez y Zhurbenko (2018)

En el caso del Papa Dextrosa Agar (PDA) se reconoce como un medio de enriquecimiento que poseen compuestos que posibilitan el crecimiento de los microorganismos y común potenciando el desarrollo de los hongos al no tener alguna necesidad nutricional específica. Por lo tanto, se considera esencial realizar la elección de este medio para estudiar a *Rhizopus* sp. debido a la capacidad que tiene para favorecer el

crecimiento y desarrollo de las estructuras fúngicas en condiciones controladas ([véase el anexo A](#)).

En conclusión, abordar a este organismo como objeto de estudio permite reconocer que existe una interdependencia entre el metabolismo, la estructura, el ambiente y la técnica, comprendiendo que no solo se está describiendo un organismo, sino que también se problematizan las dinámicas biológicas que sustentan la transformación de la materia en los ambientes.

3.1.2 Los procesos de Descomposición

La descomposición suele reconocerse como un proceso clave en la renovación de los ciclos biogeoquímicos, pues permite el retorno de materia y energía al sistema a través de la acción microbiana sobre la cadena de detritus, implicando una renovación cíclica en el ambiente (Odum, 1972). Este mecanismo comúnmente se reduce a la transformación de compuestos complejos en más simples. No obstante, es necesario comprenderla desde su carácter dinámico, relacional y bioquímico, debido a que no es un evento aislado, sino que, por el contrario, constituye una red de interacciones entre sustratos, condiciones ambientales y organismos que posibilitan la continuidad de la vida en un ambiente natural (Bonilla et al., 2020).

En ese marco, la descomposición se presenta como “un proceso en cascada por el cual el material orgánico muerto primario experimenta una sucesión de transformaciones físicas y químicas en el suelo” (Cruz et al., 2023, p. 122). En este sentido la descomposición no ocurre de una sola vez ni por un solo organismo, sino que se da en etapas sucesivas, donde cada fase depende de la anterior y se va preparando la siguiente. Se entiende que estas etapas hacen parte de transformaciones biológicas, pero también termodinámicas en el que la materia orgánica es transformada y la energía se transfiere y degrada.

De acuerdo con Odum (1972), la energía puede transformarse de una clase a otra, pero no se crea ni se destruye. Lo anterior corresponde a la primera ley de la termodinámica. Sin embargo, cada transformación implica que parte de la energía se disperse en forma de calor, lo que disminuye su disponibilidad. Esto evidencia un aumento de la entropía del sistema. Según la segunda ley de la termodinámica, “ningún proceso que implique la transformación de energía se producirá espontáneamente a menos que ocurra la degradación de la energía de una forma concentrada a una forma dispersa” (Odum, 1972, p. 38).

Así, durante el proceso de descomposición, organismos como *Rhizopus* sp. participan en la transformación de la materia, liberando energía y aportando a su disipación en un ambiente natural. Este planteamiento enfatiza el carácter secuencial del fenómeno, pues en cada transformación se generan condiciones para que se desarrollen las demás etapas; por ende, la descomposición no debe interpretarse únicamente como una secuencia lineal que conduce a interpretaciones que invisibilizan su carácter dinámico y regulado.

En este sentido, los organismos, el ambiente natural y la biosfera tienen características termodinámicas para que estos sean capaces de desarrollar un orden por medio de la disipación continua de energía que se utiliza constantemente como lo es los alimentos o la luz convirtiéndose en una que se utiliza poco como el calor (Odum, 1972). Con respecto a la descomposición, esta se hace evidente ya que *Rhizopus* sp. transforma la materia orgánica mientras utiliza su energía para desarrollar sus funciones vitales. Por consiguiente, la descomposición implica la transformación de materia y un proceso de degradación energética que aporta al mantenimiento del orden en los sistemas biológicos.

Respecto a las etapas de la descomposición de la materia orgánica, estas se desarrollan de manera progresiva y dinámica, mostrando una interacción entre distintos factores químicos, físicos y biológicos que intervienen en la transformación de sustancias, lo cual resulta un paso fundamental para la continuidad de los organismos. Por lo tanto,

dichos procesos se comprenden como parte de un sistema disipativo, es decir sistemas dinámicos y abiertos que están lejos del equilibrio, los cuales degradan energía y desarrollan ciclos materiales y energéticos (Schneider y Sagan, 2008). Por esta razón, la descomposición es una dinámica continua que reorganiza la materia y energía dentro de un sistema favoreciendo la continuidad de los ciclos en la naturaleza.

En correspondencia con lo anterior, Álvarez (2001) señala que la descomposición está conformada por cuatro etapas fundamentales (*véase la figura 6*) que deben ser tenidas en cuenta para su comprensión. En primer lugar, se encuentra la “**trituración**”, fase inicial en la que ocurre el fraccionamiento de tejidos, en esta etapa se genera la fragmentación física de los restos de materia orgánica, proceso que facilita la acción de los organismos descomponedores, esta dinámica inicial resulta fundamental puesto que condiciona la velocidad y el rendimiento de las etapas posteriores de la descomposición (Álvarez, 2001).

En el caso de *Rhizopus* sp., participa activamente en esta fase mediante la colonización de sustratos por medio de la penetración a través de sus hifas, actividad que contribuye a debilitar el material orgánico. De esta manera, la trituración responde a interacciones biológicas que preparan el sustrato para su posterior transformación química.

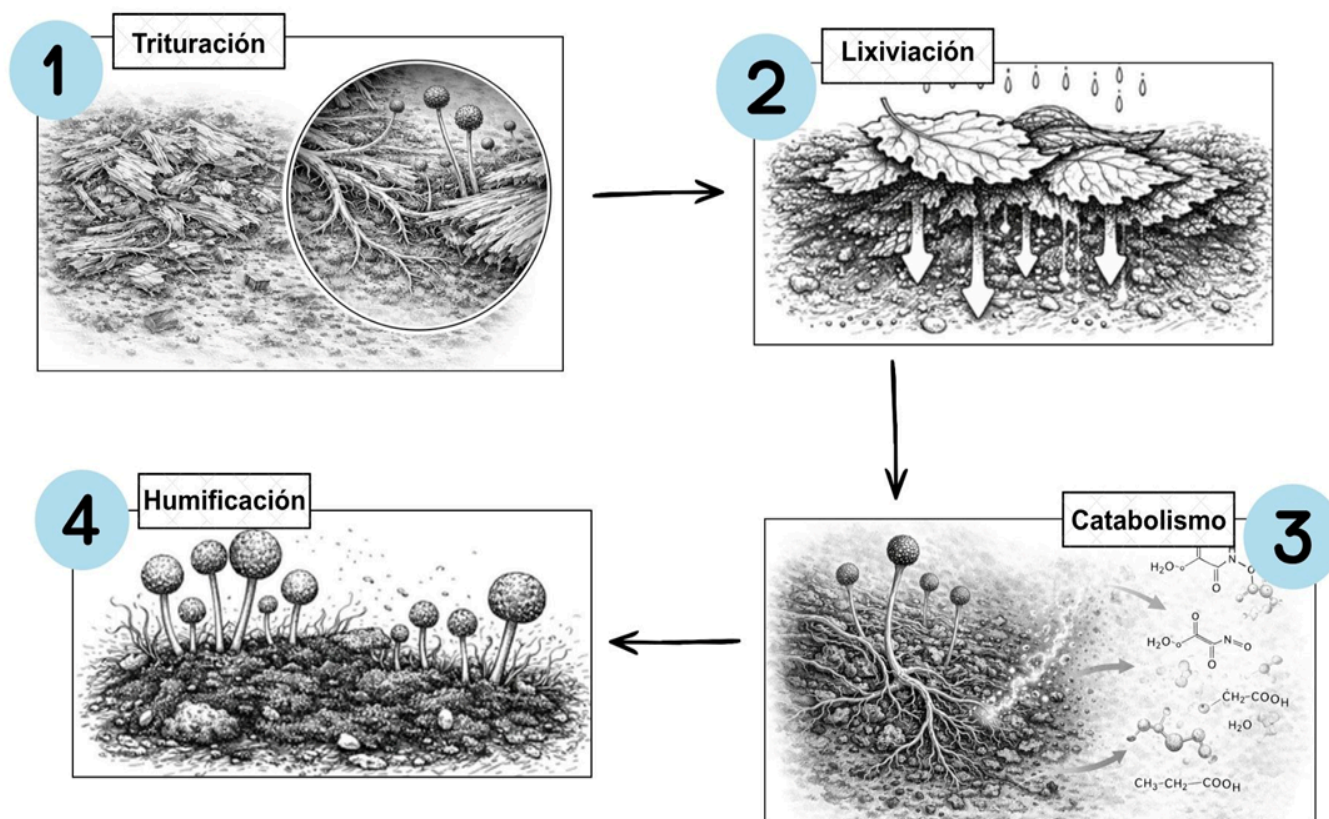
Luego, se evidencia la etapa de “**lixiviación**” que da lugar a la pérdida de los compuestos más solubles por medio de corrientes de agua que se encuentran en el ambiente. Este proceso implica la disolución de algunas sustancias de bajo peso molecular como lo son azúcares, aminoácidos, lo que permite la movilización hacia otros lugares del sistema (Álvarez, 2001). Esta etapa llega a representarse como clave puesto que redistribuye los nutrientes en el ecosistema.

La lixiviación favorece la disponibilidad de compuestos que pueden ser absorbidos fácilmente por el hongo para su metabolismo; de este modo, la interacción entre el agua, la materia orgánica y organismos como *Rhizopus* sp. permite comprender esta etapa como

una dinámica en la que se integran factores físicos y biológicos en la transformación de sustratos.

En la siguiente instancia está el “**catabolismo**”, comprendido como la degradación a compuestos orgánicos complejos en sustancias más simples, en el desarrollo de esta etapa se genera la liberación de energía, constituyendo el núcleo de las transformaciones en la descomposición pues llega a transformar bioquímicamente la materia orgánica (Álvarez, 2001). Con respecto a los hongos es un proceso que se desarrolla por medio de la secreción de enzimas extracelulares las cuales degradan el sustrato, lo que posibilita la absorción de compuestos más sencillos, parte de la energía que se encuentra en el material que absorbe es utilizada para su crecimiento y mantenimiento mientras que la otra se libera en forma de calor.

Por último, se encuentra la etapa de la “**humificación**”, que desencadena la creación o síntesis de nuevas sustancias o estructuras a partir de materiales preexistentes de materia orgánica, dando lugar a la formación de humus, proceso fundamental para el ecosistema (Álvarez, 2001). Es por esto que la humificación puede comprenderse como el resultado de una serie de transformaciones sucesivas en las que intervienen diversos organismos, entre ellos los hongos, lo que consolida la reorganización de la materia dentro del sistema.

Figura 6.*Etapas de la descomposición*

Nota: Imagen elaborada por la autora con apoyo de inteligencia artificial (ChatGPT, 2026), basada en Álvarez (2001).

En consecuencia, se considera que la descomposición implica una serie de cambios observables, químicos y metabólicos que varían de acuerdo con las condiciones ambientales y el tipo de sustrato, llevando al desarrollo de rutas metabólicas³ en los organismos. Este proceso se manifiesta en distintas formas de descomposición que pueden llegar a ser visibles en el sustrato y que son denominadas podredumbre. A continuación, se encuentra una comparación entre cada uno de los tipos de descomposición producidas por los hongos (*véase la tabla 3*).

³ Serie de reacciones químicas catalizadas por enzimas, en estas el producto de una reacción es el sustrato de la siguiente reacción, lo que permite la transformación de moléculas como carbohidratos, lípidos, aminoácidos y nucleótidos dentro del metabolismo celular (Nelson y Cox, 2009)

Tabla 3.*Tipos de podredumbre causadas por hongos*

Tipo de podredumbre	Componentes que degradan	Mecanismos	Característica final del sustrato
Blanca	Celulosa, hemicelulosa y lignina	Degradación enzimática oxidativa	Aspecto blanquecino y fibroso
Marrón	celulosa, hemicelulosa	Degradación polisacáridos	Estructura quebradiza color oscuro
Blanda	Celulosa y hemicelulosa en condiciones de alta humedad	Degradación de capas superficiales de material orgánico	Estructura blanda

Nota. Elaboración propia a partir de Cepero de García et al. (2012)

Las diferencias entre los tipos de podredumbre provocadas por los hongos responden a las variaciones estructurales del sustrato, a las rutas metabólicas activadas y a las condiciones que posibilitan la degradación. En este contexto, una ruta metabólica activada es una secuencia de reacciones enzimáticas que necesitan de una regulación, en el que deben activarse y desactivarse para llegar a mantener la homeostasis en el organismo, estas rutas pueden ser tanto catabólicas que degradan como anabólicas que sintetizan (Universidad Abierta y a Distancia de México, 2025).

Esta activación depende de series secuenciales de reacciones enzimáticas que obedecen a cambios internos y externos, proceso que se activa según la disponibilidad de energía y nutrientes, así como las necesidades celulares. De esta manera, ocurre la regulación de las rutas metabólicas en la que tiene en cuenta las enzimas reguladoras ejerciendo su acción en la catalización de la secuencia metabólica para la formación de ATP y el control de la concentración de las enzimas siendo este el resultado entre la velocidad de síntesis y la degradación (Garrido et al., 2006).

En este contexto, el género *Rhizopus* sp. que hace parte del objeto de estudio se asocia al desarrollo de podredumbre blanda, caracterizada por la secreción de enzimas

hidrolíticas que disuelven las células vegetales (Velázquez et al., 2008). Este proceso involucra la activación de rutas metabólicas principalmente catabólicas lo que llega a generar la degradación de los compuestos presentes en el material orgánico, evidenciando la relación entre la actividad enzimática, la regulación metabólica y las condiciones.

Desde esta perspectiva, la descomposición constituye la base del sistema de nutrición y metabolismo de los hongos en el que se obtienen las sustancias necesarias para su crecimiento y desarrollo a partir de la degradación extracelular del sustrato. Por lo anterior, se considera que la nutrición “consiste en absorber los nutrientes orgánicos solubles que requieren como fuente de energía a través de la pared y la membrana” (Cepero de García et al., 2012, p.45). Es así que se comprende que la pared celular fúngica es importante en el mantenimiento y supervivencia de los hongos y estructuras como las esporas (Kalita et al., 2023).

Esta función es regulada por la digestión celular, el transporte de nutrientes y el metabolismo. Los macroelementos, como oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno, constituyen el micelio y las células. Los microelementos, como el hierro, el zinc y el calcio, son activadores enzimáticos y participan en la síntesis de vitaminas, la esporulación y el crecimiento. Ambos tipos de elementos son esenciales para el desarrollo del hongo (Cepero de García et al., 2012).

Por esta razón, al ser organismos heterótrofos por absorción, primero secretan enzimas al medio externo. Estas enzimas degradan moléculas complejas mediante la digestión extracelular. Posteriormente, incorporan los compuestos resultantes mediante mecanismos de transporte a través de la membrana (Álvarez, 2001). Así, la nutrición de los hongos depende de la clase de sustratos que aprovechan del ambiente en el que se encuentran. Se reconocen como quimiorganotrofos porque requieren de sustratos orgánicos como fuente de energía (Cepero de García et al., 2012).

Por ende, desarrollan estrategias nutricionales que se clasifican en: saprobias, que se alimentan de materia orgánica muerta; parásitas, que causan daño a otros organismos al alimentarse de sus tejidos; y mutualistas, que viven en asociación con otros organismos, obteniendo beneficio mutuo (Piepenbring, 2015). Esta clasificación, por lo tanto, muestra la variabilidad funcional que caracteriza a los hongos a nivel metabólico. Como señalan Cepero de García et al. (2012): “debido a la gran diversidad de enzimas que pueden sintetizar, los hongos degradan una gran variedad de compuestos, tanto simples como complejos” (p.45).

Este carácter enzimático posibilita que los hongos ajusten su metabolismo a las condiciones ambientales. Por ejemplo, factores como la temperatura, la humedad, la luz y la aireación, entre otros, influyen directamente en la tasa metabólica, especialmente en la actividad enzimática del organismo (Cepero de García et al., 2012). En consecuencia, la descomposición dependerá de la secreción de enzimas que activan rutas específicas, lo que permite la degradación del sustrato y el intercambio de materia y energía.

En este sentido, es clave entender el metabolismo como “la suma de todas las transformaciones químicas que se producen en una célula u organismo, que tiene lugar en una serie de reacciones catalizadas enzimáticamente que constituyen las rutas metabólicas” (Nelson y Cox, 2009, p. 486). Por lo tanto, desde esta perspectiva, la estrategia nutricional no es un fenómeno aislado; forma parte de la expresión enzimática y de la activación de rutas metabólicas en respuesta a las condiciones del entorno y a la disponibilidad de material orgánico.

Como resultado, los procesos de podredumbre descritos no son eventos aislados, sino expresiones de una estrategia nutricional basada en la degradación del sustrato, consolidada en un sistema metabólico complejo. De este modo, “la interacción de células fúngicas con su sustrato es posible gracias a un metabolismo secundario muy complejo e increíblemente activo” (Piepenbring, 2015, p. 1).

Esta complejidad metabólica de los hongos tiene que ver, según Slot (2017), con la presencia de genes metabólicos (MGC). Específicamente, estos genes codifican rutas enzimáticas implicadas en la obtención de nutrientes, la síntesis de vitaminas y la degradación de compuestos orgánicos. Asimismo, la activación de estos genes permite controlar la capacidad degradativa del hongo según las condiciones ambientales y el tipo de sustrato, como proteínas, lípidos, carbohidratos y celulosa, entre otros. Por último, esto constituye una respuesta activa que puede ser regulada genéticamente.

Al ser metabólicamente versátiles, los hongos pueden producir enzimas según la disponibilidad de nutrientes y las condiciones ambientales del entorno. Las enzimas desempeñan un papel importante en la descomposición de material orgánico ya que constituyen el pilar de los procesos bioquímicos dentro de la célula, “actuando en secuencias organizadas, catalizan cientos de reacciones consecutivas en las que se degradan nutrientes, se conserva y se transforma la energía química y se fabrican las macromoléculas biológicas a partir de precursores sencillos” (Nelson y Cox, 2009, p. 183).

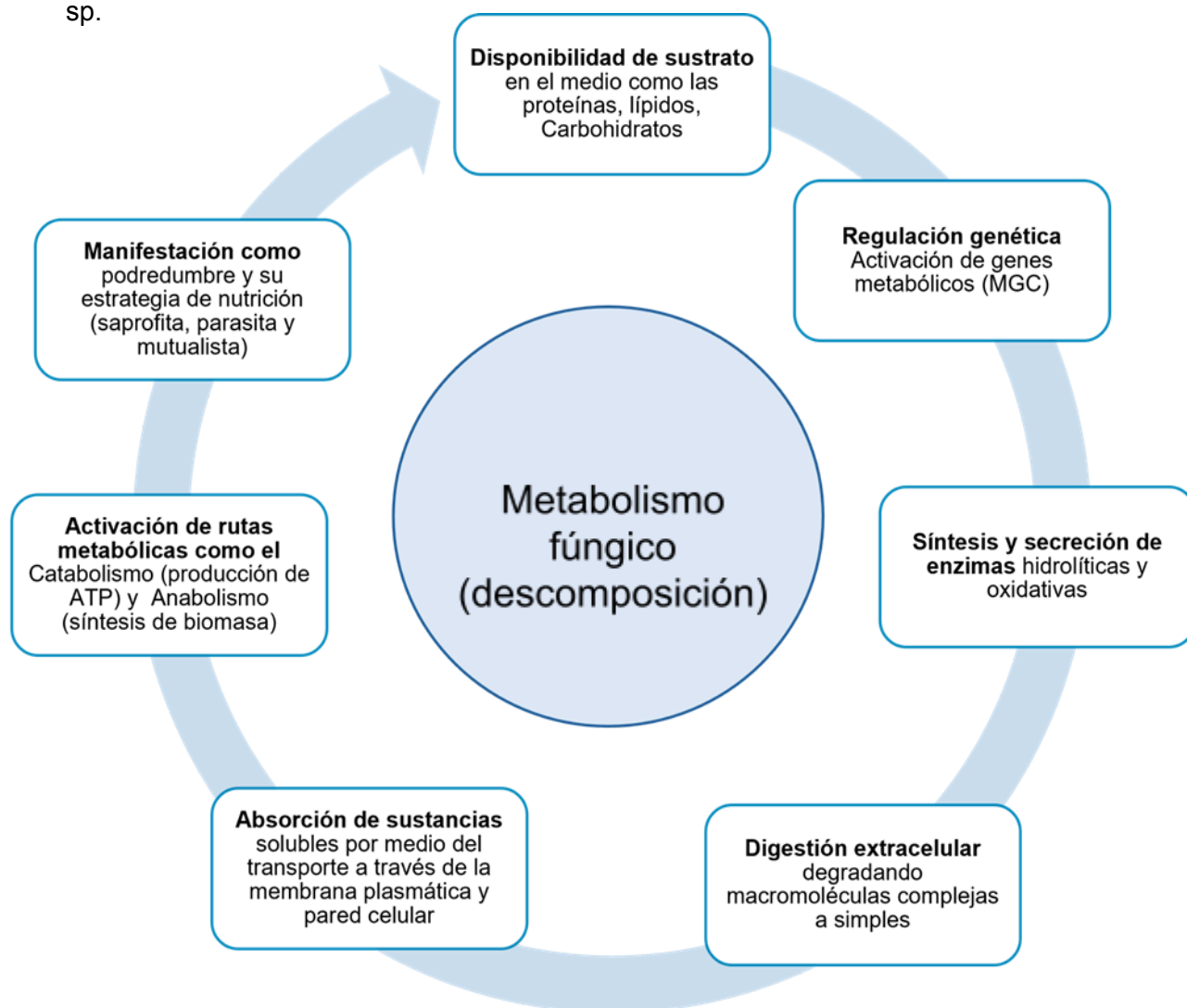
En coherencia con lo anterior, los hongos llevan a cabo la descomposición de compuestos orgánicos complejos mediante la secreción de enzimas, que los degradan en moléculas más simples para su absorción. Cabe resaltar que “todas las enzimas conocidas son proteínas. Muchas necesitan de coenzimas no proteicos o cofactores para desempeñar su acción catalítica” (Nelson y Cox, 2009, p. 185). Este proceso evidencia la organización y regulación bioquímica del metabolismo fúngico. Así, la producción y actividad enzimática no solo cataliza las reacciones de descomposición, sino que también determina cómo el hongo se adapta al medio. Esto constituye un sistema coordinado de rutas metabólicas en el que se obtiene energía y se sintetizan sustratos, lo que garantiza el crecimiento, desarrollo y reproducción del hongo.

De este modo, la descomposición no es solo la fragmentación de material orgánico, sino un proceso conformado por una red coordinada de reacciones enzimáticas y rutas

metabólicas, en el que la expresión genética, la disponibilidad de sustrato y las condiciones ambientales interactúan, configurando una estrategia de nutrición en los hongos. Con la finalidad de comprender las interacciones de descomposición, las rutas metabólicas y la regulación genética de los hongos se muestra a continuación (*véase la figura 7*) relacionado al metabolismo asociado a la degradación.

Figura 7.

*Flujograma del proceso metabólico en la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp.*



Nota. Elaboración propia a partir de Nelson y Cox (2009), Piepenbring (2015), Cepero de García et al. (2012) y Slot (2017).

Por otro lado, estudiar la descomposición mediada por los hongos también requiere de la integración de herramientas que permitan identificar los cambios físicos y químicos del material orgánico que se está degradando. Desde una perspectiva técnica, el seguimiento de estos procesos se realiza mediante la observación de transformaciones macroscópicas como la coloración, pérdida de masa, cambios en la textura, crecimiento, entre otros.

En el caso de los hongos filamentosos el crecimiento hace parte de un indicador físico relevante ya que generalmente se mide “por peso seco, por tasa de crecimiento hifal o por el aumento en el diámetro o radio de las colonias; en los hongos unicelulares se mide por turbidez o por conteo de células” (Cepero de García et al., 2012, p. 40). Estas mediciones posibilitan establecer relaciones entre el desarrollo del hongo y la cantidad de sustrato que se ha transformado, proporcionando un parámetro que llega a ser cuantificable para evidenciar el proceso de descomposición del material orgánico.

Respecto a los daños ocasionados en el sustrato, llegan a variar desde impactos leves hasta la completa destrucción del tejido que ha sido invadido. Herrera y Ulloa (1990) señalan que los hongos son causantes de una gran cantidad de enfermedades en plantas siendo estas denominadas tizones, marchitamientos, pudriciones, cánceres, manchas foliares, muerte regresiva, entre otras. Estas manifestaciones llegan a representar las consecuencias visibles, la actividad enzimática y metabólica de los hongos sobre los sustratos.

Entre las afecciones más frecuentes se encuentran “las pudriciones suaves de los frutos y tubérculos, caracterizadas por la aparición de áreas acuosas, a menudo de color café o blanco, en los tejidos destruidos” (Herrera y Ulloa, 1990, p. 321). Este tipo de degradación evidencia la descomposición de los componentes estructurales como son las pectinas, hemicelulosa y celulosa, cuya hidrólisis genera el reblandecimiento y muerte celular del sustrato, mostrando el proceso de degradación mediado por enzimas extracelulares.

El seguimiento de la actividad enzimática se considera fundamental en el estudio de la descomposición, pues se establece una relación entre la expresión metabólica y la transformación del sustrato en el que hay variaciones de pH y liberación de azúcares (Nelson y Cox, 2009). Por lo anterior, la integración de cambios físicos y químicos permite una comprensión del proceso de degradación, evidenciando no solo el fenómeno visible al microscopio, sino también una actividad bioquímica regulada en términos moleculares.

3.1.3 La descomposición y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas

La descomposición por lo general se presenta en esquemas ecológicos como la etapa final de los ciclos de la materia, donde los hongos y otros descomponedores suelen aparecer como el último eslabón de una secuencia trófica que inicia desde los organismos productores y continúa con los consumidores (Odum, 1972). Esta representación, aunque puede llegar a ser clara, tiende a configurar un proceso lineal del funcionamiento de un ambiente natural, en la que los descomponedores aparecen como sujetos terminales más no como organismos que llegan a estructurar el sistema.

Esta perspectiva, que puede llegar a limitar la comprensión de la dinámica del ecosistema, no tiene en cuenta los procesos de transformación de materia que están articulados con los flujos de energía; ya que se reconoce que “la diversidad de las manifestaciones de la vida va acompañada toda ella de cambios de energía, pese a que no se cree o destruya energía alguna” (Odum, 1972, p.38). Es por esto, que se llega a entender que la descomposición es un punto de transformación energética en el que la energía química almacenada en la materia orgánica se distribuye y disipa manteniendo una continuidad en el ambiente.

En consecuencia, se considera que el ciclo de vida de los hongos se basa en una actividad metabólica continua reflejada en el crecimiento, reproducción y formación de estructuras materiales que llegan a ser complejos. Sin el intercambio de energía que

acompaña a cada uno de estos procesos, no habría vida, ni sería posible el funcionamiento de los sistemas biológicos (Odum, 1972).

La materia y energía que circulan en los ecosistemas se incorpora inicialmente desde una fuente primaria, mediante las sustancias orgánicas producidas por la fotosíntesis vegetal; posteriormente, los organismos consumidores y descomponedores “absorben energía potencial química de los alimentos y convierte una gran parte de ella en calor, para permitir que una pequeña parte de la misma se vuelva a establecer en forma de energía potencial química de un nuevo protoplasma” (Odum, 1972, p. 39). En este contexto, la descomposición se integra en una interacción termodinámica, pues se considera que los restos orgánicos conservan energía química susceptible de ser nuevamente transformada por la actividad metabólica de los organismos descomponedores.

Paralelamente, en este flujo de materia y energía se encuentra el movimiento de los elementos y compuestos inorgánicos indispensables para la vida, puesto que los “elementos esenciales del protoplasma, propenden a circular en la biosfera por vías características, del ambiente a los organismos y de éstos otra vez a aquél. Estas vías más o menos circulares se conocen como ciclos biogeoquímicos” (Odum, 1972, p. 94). A diferencia del flujo energético que se establece como unidireccional y disipativo, los elementos químicos llegan a circular de manera cíclica entre los componentes del entorno, por lo cual, la descomposición no solo libera energía, sino que posibilita la obtención de nutrientes asegurando la disponibilidad de compuestos para nuevos procesos.

En este marco, se puede identificar que el ciclo biogeoquímico no se desarrolla de manera independiente, sino que este integra el flujo de energía que hay en un ecosistema. Odum (1972) plantea que, al sobreponer un ciclo biogeoquímico a un diagrama simplificado de flujo energético, se llega a evidenciar que es precisamente esa energía que va en sentido único la que impulsa el movimiento de la materia; por ende, se comprende que la energía ingresa al sistema y se transforma a lo largo de los eslabones tróficos, permitiendo

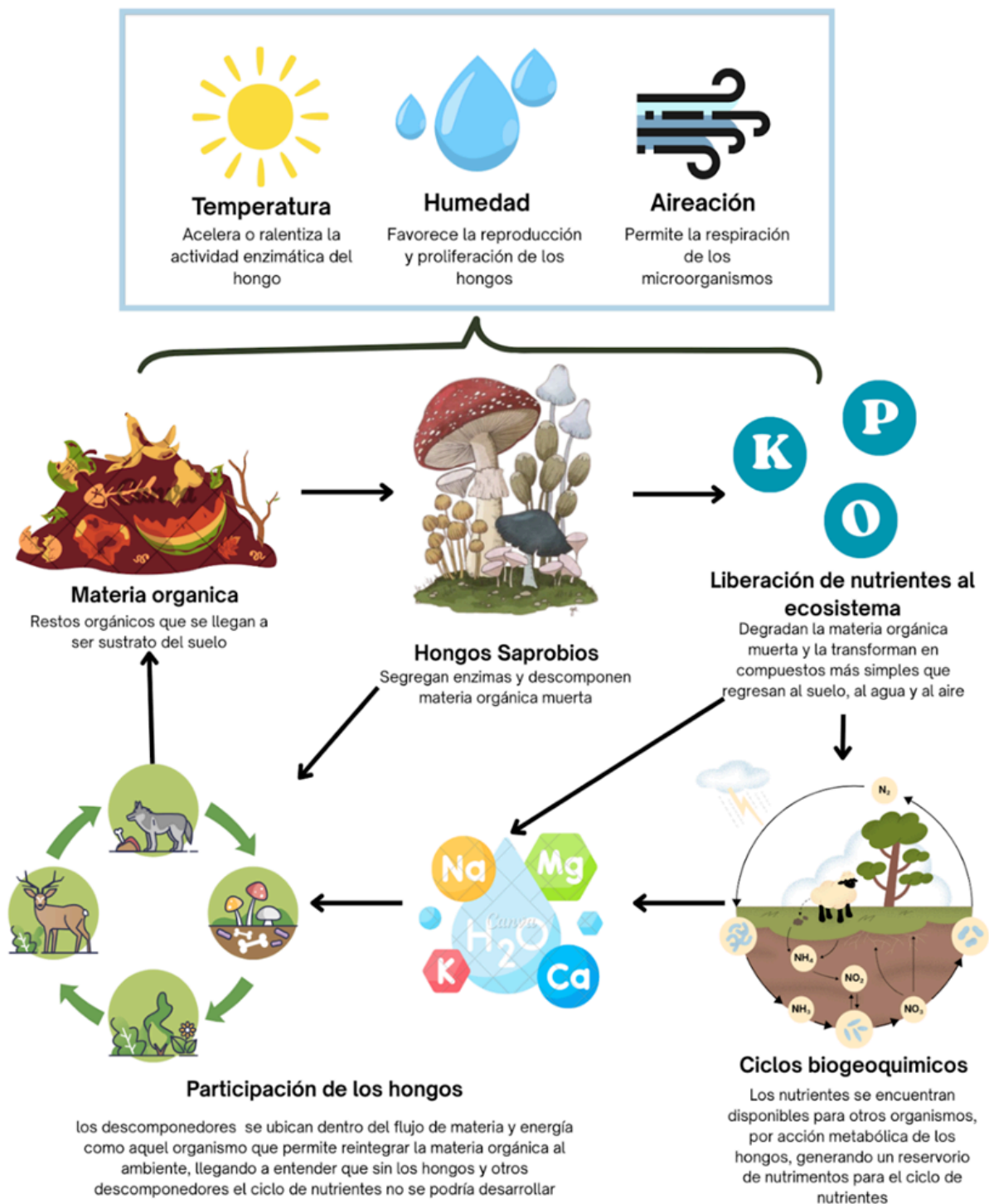
que los elementos químicos cambien de forma, ubicación y disponibilidad dentro del ambiente natural.

Esta relación muestra claramente una diferencia clave entre la materia, la energía y el funcionamiento del ambiente. Malacalza et al. (2017) señalan: "La materia, aunque pueda combinarse y recombinarse, persiste, mientras que la energía –que posibilita esos cambios– fluye y pierde su capacidad de realizar trabajo, degradándose en forma de calor" (p.12). Los elementos químicos se reincorporan al sistema de forma cíclica; podría decirse que una parte de la energía se utiliza para realizar trabajo y otra se disipa. Así, la descomposición no solo reorganiza la materia, sino que transforma irreversiblemente la energía y reafirma su papel clave en los ciclos biogeoquímicos y en el flujo de materia y energía.

La representación gráfica que se presenta a continuación (*véase figura 8*) muestra cómo la descomposición es un proceso central que conecta el flujo de materia y de energía en el ecosistema. Este no solo transforma la materia, sino que también estructura las dinámicas tróficas y facilita la disponibilidad de nutrientes, asegurando la continuidad de los ciclos biogeoquímicos.

Figura 8.

Esquema de los factores ambientales y papel de los hongos en la descomposición y reciclaje de nutrientes



Nota. Elaboración propia a partir de Odum, (1972) y Malacalza et al. (2017)

3.1.4 Relaciones todo-parte

La relación todo-parte constituye un núcleo epistemológico desde el cual se reconfigura la comprensión de lo vivo como un sistema complejo, en el que no tiene lugar el considerar los componentes de un ambiente natural como partes aisladas o autosuficientes. Considerar al hongo, el suelo, el agua, el aire de un ambiente natural de manera separada, requiere de “una estrategia de selección-disyunción que, al centrar la atención en la parte, no sólo desdibuja el todo que la hace posible, sino que no involucra las condiciones, las retroacciones, los requerimientos y los procesos” (Valencia et al., 2019, p. 17).

Se pone en evidencia que describir las partes de manera aislada puede llevar a desconocer las dinámicas de interdependencia que constituye a un sistema. Aunque este enfoque produce información, no necesariamente construye una comprensión; pues se pierden las condiciones relacionales que lo constituyen y la dinámica que hace posible dichas relaciones.

En esta misma línea, el todo no debe entenderse como la suma de elementos debido a que se comprende que “el todo es al mismo tiempo más y menos que la sumatoria de las partes” (Valencia et al., 2019, p. 23). Esto permite identificar una complejidad, pues en la interacción emergen propiedades y procesos que no están en los componentes de manera separada; pero, tampoco el todo borra las diferencias de las partes, exigiendo entonces reconocer que cada elemento tiene un papel en función de la red de relaciones que sostiene y evidenciando que establece una interacción configuracional.

Respecto a la materia, energía y organización que se establece en el proceso de descomposición mediado por el hongo *Rhizopus* sp., se articulan en una dinámica compleja; pues no puede entenderse como una parte aislada dentro del sistema, sino que en este proceso se articulan transformaciones químicas, intercambios energéticos y reorganizaciones materiales que configuran una red de relaciones. En este sentido, dicho fenómeno hace parte de “un sistema abierto alejado del equilibrio que aumenta sus niveles

de complejidad a través de los flujos de materia y energía que establece con su entorno” (Valencia et al., 2019, p. 24). En consecuencia, permite entender que la descomposición mediada por los hongos no constituye un evento aislado ni un momento terminal de un ciclo dentro de la naturaleza, sino que se integra a una dinámica que posibilita reincorporar nutrientes y redistribuir energía en un ambiente.

Esta interacción se comprende cuando se reconoce que los organismos son sistemas organizados que establecen barreras funcionales frente al entorno. Estas barreras no implican aislamiento, sino una distinción funcional que posibilita intercambios constantes de materia y energía. Por ende, los organismos “estructuran un límite para diferenciarse del medio y la plasticidad del límite que configuran hace posible responder a las alteraciones y exigencias ambientales, modificando y/o poniendo a prueba su estructura, para tratar de conservar su organización” (Valencia et al., 2019, p. 23).

Desde esta perspectiva, se considera que el hongo no actúa de manera independiente del medio, sino que hace parte de una organización; la plasticidad del sistema permite que la dinámica no se destruya, sino que se reorganice para responder a los cambios que se puedan presentar en el entorno.

Por esta razón, desde la perspectiva del todo y la parte, la descomposición no es únicamente una función biológica, sino también una condición que contribuye a las dinámicas en un ecosistema, y el no realizarse implica alterar la red de relaciones, evidenciando que cada parte que participa en este proceso se hace esencial en función de su participación en la organización sistémica.

Esta organización que se establece no responde a un proceso predecible, pues “en las situaciones y procesos caóticos, el azar, las fluctuaciones, o como se quiera llamar a esa ración de mínima contingencia, pueden arrastrar un sistema hacia estados totalmente imprevisibles” (Valencia et al., 2019, p. 14). Esto permite comprender que la descomposición, como una dinámica que se establece dentro de un sistema abierto, está

sujeta a variaciones ambientales, cambios en las condiciones del sustrato y las variaciones energéticas que pueden modificar la interacción del medio.

De la misma manera, se comprende que estas interacciones no son lineales, pues se evidencia que en “los sistemas no lineales hay propiedades emergentes, que aparecen como resultado de la interacción entre sus partes y que no pueden explicarse a partir de las propiedades de sus elementos componentes” (Valencia et al., 2019, p. 39). Por consiguiente, las características nuevas y complejas que emergen de las interacciones entre los elementos constituyentes de un sistema, modificando el reduccionismo, ya que la autorregulación, la estabilidad dinámica, la reorganización de la materia surgen de las interacciones constantes entre los flujos y procesos que se establecen en un ambiente natural.

De igual manera, hay una imposibilidad de entender lo vivo desde la separación. Valencia et al. (2019) mencionan que no se puede aislar al ser vivo para estudiar y conceptualizar fuera de su entorno, ya que esto implicaría perder la comprensión de las relaciones que hacen posible su presencia. El romper con la separación tradicional entre las partes y el todo permite entender que el entorno no es algo secundario, sino que forma parte importante del sistema, pues las partes no pueden existir sin el conjunto y el conjunto no puede existir sin la red de relaciones que llegan a conectar las partes con el ambiente natural.

En conclusión, esta interpretación da lugar a identificar que la relación todo-parte se vuelve autoorganizada pues las partes transforman el todo y el todo define constantemente las condiciones para que existan cada una de esas partes, lo que propicia llegar a la consolidación de la comprensión de lo vivo como una organización compleja, dinámica y abierta.

De acuerdo con lo anterior, *Rhizopus* sp., como organismo descomponedor, permite identificar la relación todo-parte, pues no actúa de manera aislada, sino que su actividad

depende de las condiciones del ambiente, como la disponibilidad del sustrato, la humedad, la temperatura y la presencia de otros organismos. Mediante la liberación de enzimas hidrolíticas, este organismo degrada compuestos complejos presentes en el medio, transformándolos en moléculas simples, lo que implica que su acción no solo responde a la necesidad metabólica, sino que también influye en la dinámica del ecosistema, como en las transformaciones de la materia orgánica.

En este mecanismo, la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. interviene en la activación de rutas metabólicas específicas que da lugar a la degradación de celulosa, almidones y otros compuestos, lo que permite identificar que las partes del proceso como las enzimas, rutas metabólicas, estructuras del hongo se llegan a articular llegando a entender que aquello que resulta de la descomposición se utiliza para el crecimiento y desarrollo del mismo y para la dinámica ecosistémica por medio de la reintegración de compuestos en los ciclos biogeoquímicos.

Por esta razón *Rhizopus* sp. no se llega a identificar únicamente como un organismo individual sino que hace parte de los procesos de autoorganización de un sistema, en el que contribuye a la estabilidad y continuidad de dinámicas ecológicas, su papel como organismo descomponedor posibilita la redistribución de energía y materia, haciendo énfasis en que no es terminal sino dinámica reflejado en la interdependencia entre las partes y el todo, en la que cada transformación metabólica incide en el ambiente.

3.2 PEDAGÓGICA

En el presente apartado se desarrollan reflexiones pedagógicas respecto a algunos elementos que llegan a ser relevantes en la enseñanza de las ciencias naturales, particularmente en relación con la manera en que se llega a configurar los procesos de entendimiento de fenómenos en el aula. En este sentido, se considera que la experiencia, la observación y la curiosidad son elementos que pueden llegar a favorecer la construcción de explicaciones sobre actividades naturales cuando se articulan a escenarios de aprendizaje.

De este modo, se comprende que la enseñanza de las ciencias trasciende el abordaje de contenido en la medida que se llega a problematizar los procesos biológicos, pues esto permite la aproximación a procesos naturales que no siempre son evidentes en la cotidianidad, a su vez posibilita que los estudiantes participen en la construcción de su conocimiento.

Es consecuencia, dentro de esta sección se abordan distintos autores que señalan la importancia de situar el aprendizaje en torno al desarrollo de explicaciones, cuestionamiento de la experiencia, la experiencia sensible, la curiosidad y el ejercicio experimental, estos asumiéndose como referentes que permiten orientar la reflexión de la enseñanza del fenómeno de la descomposición en el marco de este trabajo.

3.2.1 Problemas de conocimiento

Considerar la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como contenido escolar no asegura la construcción del saber. En algunos casos este proceso biológico se aborda desde una lista de conceptos asociados a ciclos biogeoquímicos o a la clasificación de organismos, lo que suele reducirse a descripciones, situación que fue objeto de análisis dentro del contexto problemático de este trabajo. A este respecto, el plantear la descomposición como problema de conocimiento configura un escenario en el que el objeto de estudio se cuestiona, pues no se trata únicamente de explicar qué ocurre sino de configurar explicaciones y representaciones que pueden transformarse en el aula

Desde la perspectiva de problemas de conocimiento, se puede pensar en la enseñanza de las ciencias “en términos de actividad de la cultura, en donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico” (Valencia, et al., 2003, p. 7).

En este sentido, se considera un proceso dinámico en el que los fenómenos se llegan a convertir en objetos de indagación y construcción grupal, lo que propicia condiciones en las que los sujetos contrastan y transforman sus ideas y representaciones. Así el aula se constituye como un espacio en el que el conocimiento se enriquece, complejiza y se desarrolla en relación con el contexto y las vivencias de los estudiantes.

En este marco, los problemas de conocimiento no se limitan a procedimientos o enfoques instrumentales, sino que requieren el desarrollo de estrategias para desarrollar saber, integrando cultura y ciencia como una actividad generadora de explicaciones (Valencia et al., 2003). Considerar la ciencia de esta forma implica entender que el conocimiento es una construcción histórica y social, en la que los sujetos elaboran representaciones para dar sentido a lo que conocen. En el contexto escolar, Valencia et al. (2003) destacan la necesidad de propuestas innovadoras que incluyan estrategias didácticas y metodológicas para que los estudiantes participen en la construcción del conocimiento y los docentes reflexionen sobre los procesos pedagógicos.

De la misma manera, se debe tener presente que las representaciones que circulan en el aula sobre la descomposición no son neutras, pues llegan a configurar tensiones relacionadas a los saberes cotidianos y discursos disciplinares que se han construido a través del tiempo. Tal como se evidencia en el contexto problemático de este trabajo, en el que los estudiantes de séptimo del Centro Educativo Scalas tienden a asociar la descomposición con cambios visibles en los alimentos sin llegar a establecer relaciones con los procesos biológicos que están implicados, dando cuenta de la coexistencia de las diferentes formas de comprender el fenómeno.

En consecuencia, cuando se asume la descomposición como problema de conocimiento se generan condiciones pedagógicas que favorecen la construcción de explicación. De esta manera, la enseñanza de las ciencias se convierte en un espacio de diálogo, en el que se reflexiona en torno a la escuela y su papel en la sociedad.

Desde los referentes epistemológicos, el ejercicio académico como lo afirman Valencia et al. (2003) “[...] permite a los maestros abordar preguntas que tienen que ver con la naturaleza del conocimiento, sus procesos de producción y sus estrategias de legitimación social” (p.2). Esto implica entender que la ciencia no es una acumulación de verdades acabadas, sino que es una actividad cultural en la que el conocimiento se asume como contextual y provisional y en la que describe fenómenos que dan paso a la conformación de sentidos y representaciones que se reinterpreta en el marco de las prácticas culturales y sociales.

En esta perspectiva, la ciencia hace parte de una “actividad de construcción de representaciones del mundo natural y social, las prácticas de su enseñanza como la emergencia de nuevas subjetividades y los problemas de conocimiento como una categoría alternativa para dar cuenta de su complejo devenir” (Valencia et al., 2003, p. 1). Por ende, se considera que la acción de conocer no significa simplemente describir, sino que hace parte del ejercicio de representar las maneras en que los individuos se relacionan con el mundo.

Estas representaciones se configuran en contextos culturales específicos que, al circular en la escuela, se establecen territorios de tensión y conflicto cultural (Valencia et al., 2003). En este sentido, la enseñanza de la ciencia no es transmisión de conceptos disciplinares, puesto que en el aula convergen saberes, discursos e interpretaciones que los estudiantes han construido. Además, estos se enfrentan a la transformación de representaciones que permiten comprender el proceso biológico desde distintas dimensiones.

Desde esta perspectiva, concebir la ciencia como actividad cultural implica reconocer que el objeto de estudio, “descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp.”, no puede abordarse de manera aislada sino como un proceso que permite problematizar. Esto propicia que los docentes replanteen la manera en que se han desarrollado las

propuestas pedagógicas y didácticas en el aula, favoreciendo escenarios que fomenten la curiosidad y el análisis de los procesos naturales que ocurren en su entorno. En este aspecto, la enseñanza de las ciencias promueve la correspondencia entre las diversas formas de representar la ciencia, en la que los individuos condicionan las representaciones que han construido en distintos espacios, desempeñando un rol fundamental en el desarrollo de propuestas pedagógicas y didácticas (Valencia et al., 2003).

Ahora bien, respecto a la complejización de las relaciones que parte de la experiencia, Valencia et al. (2003) plantean que el pensamiento contemporáneo se caracteriza por “la creciente complejización de los saberes y la constitución de relación sujeto-objeto como una unidad dialéctica de mutua constitución. Estos aspectos implican ciertas concesiones epistemológicas que cambian la forma como el sujeto se sitúa frente al mundo” (p. 3). Por ende, se considera que se llega a transformar las concepciones tradicionales, debido a que se reconoce que el aprendizaje no es lineal ni estático, sino que es un proceso gradual de configuración. Abordar la descomposición como problema de conocimiento exige complejizar la relación sujeto-objeto para entender que el fenómeno no está esperando a ser descrito, sino que se establece a partir de la experiencia, la artificialización y la construcción de explicaciones, desplazando las miradas reduccionistas y mecanicistas que reducen el objeto de estudio a hechos aislados, con el fin de comenzar a favorecer nociones sistémicas.

En este sentido, el desarrollo de conocimiento implica generar el cuestionamiento de la experiencia básica, en la que las aproximaciones a los acontecimientos de la naturaleza permitan asombrarse con lo que se percibe como creativo e inquietarse con lo que no se conoce, fascinándose del universo en el cual se habita. Valencia et al., (2003) mencionan que esto implica buscar principios, verificar leyes, contrastar teorías, elaborar supuestos, establecer relaciones y formular preguntas, lo que lleva a abandonar certezas cotidianas y comenzar a construir mediante incertidumbres, orientado a una comprensión del mundo.

De acuerdo con lo anterior, la artificialización del mundo natural se entiende como un proceso mediante el cual el individuo se separa de la experiencia básica, para convertirla en un objeto de estudio en el que se establecen condiciones y se interrogan para obtener una mayor información. Al respecto, Valencia et al. (2003) señalan que “el sujeto se provee de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y define estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de los fenómenos” (p. 4).

En consecuencia, se considera la complejización de las relaciones que incide en la construcción del fenómeno, el cual puede entenderse desde una dimensión compleja. Esto exige transformar la manera de ver, de hacer y de pensar del individuo que conoce; promoviendo un pensamiento capaz de dialogar y de interactuar con la realidad (Valencia et al., 2003). Abordar la descomposición implica crear escenarios en los que no solo se observe el proceso, sino que se artificialice el proceso biológico mediante el experimento, el desarrollo de variables y el análisis de relaciones, entendiendo que no se trata solo de una manipulación técnica. Así, se favorece la comprensión de la estructura del organismo y de los mecanismos de degradación de la materia orgánica, lo que orienta hacia explicaciones integrales del proceso.

En cuanto a las dinámicas culturales actuales, marcadas por las nuevas tecnologías, la emergencia de los grandes referentes del pensamiento occidental y la demanda de generar dinámicas de resistencia a los modelos de globalización cultural e ideológica cuestionan la forma de desarrollo de los saberes. Reconocer estos escenarios permite la acción pedagógica para orientar alternativas que hagan del aula un espacio de configuración de individuos en sus procesos de aprendizaje, asistiendo a la emergencia de nuevas subjetividades desde la construcción de problemas de conocimiento (Valencia et al., 2003).

Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias demanda que los docentes reconstruyan las maneras en que se llegan a abordar los procesos naturales, relacionándolos con los intereses o experiencias de los estudiantes, para generar nuevas estrategias que contribuyan a que estos se conviertan en sujetos reflexivos con relación al mundo que los rodea. Por ende, el aula se llega a entender como un lugar en donde se expresa, contrasta y transforman puntos de vista. De esta manera, Valencia et al. (2003) señalan que los textos, currículo y productos de la ciencia son aquellos insumos que permiten dinamizar relaciones, propiciar nuevos sentidos colectivos y configurar nuevas dinámicas educativas.

En correspondencia con lo mencionado, se entiende que la escuela y el aula hacen del estudiante un sujeto de transformación cultural, que conoce interpreta y construye su saber y se involucra en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Retomar la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. como un problema de conocimiento, permite abrir escenarios de observación, análisis, reflexión y comprensión de este fenómeno.

En lo que respecta a los referentes didácticos, se considera esencial tener en cuenta “el papel de los intereses de los estudiantes, las motivaciones que permiten definir las temáticas y problemas a trabajar; el tipo de relaciones con los textos, el uso de material audiovisual, las salidas pedagógicas y las socializaciones, entre otros” (Valencia et al., 2003, p. 8). De este modo, el proceso articula referentes didácticos, epistemológicos y pedagógicos, considerando que estos permiten identificar la complejidad y la singularidad de la práctica educativa. Además, se establecen criterios de intervención y estrategias de trabajo para definir los procedimientos implicados en la constitución de los problemas de conocimiento.

Desde esta lógica, los problemas de conocimiento como lo señalan Valencia et al. (2003) reflejan la vivencia del aula, involucrándose en el diario vivir por medio de distintas actividades. Por esta razón, es necesario establecer criterios de actuación que orienten la

intervención del docente, no como transmisor de contenidos, sino como aquel que forma condiciones para problematizar el proceso biológico.

De la misma manera, se mencionan las situaciones desencadenantes en las que el aula es vista como un espacio colectivo, en el que confluyen los intereses de los estudiantes, orientando los procesos de aprendizaje. Estas situaciones “no se definen a priori, no se prescriben, por el contrario, emergen en la confluencia de preguntas, en la contrastación de hipótesis, en la delimitación colectiva de intereses, en el comentario improvisado, entre otros” (Valencia et al., 2003, p. 9), actividad que abre espacio a nuevos interrogantes y orientan los desarrollos de las dinámicas de aprendizaje.

Igualmente, se destacan los ambientes comunicativos que adquieren un papel esencial ya que el individuo se configura mediante la palabra, lo que implica desarrollar actividades en el aula que favorezcan hablar, escuchar y escribir, promoviendo el intercambio de opinión y puntos de vista (Valencia et al., 2003). Lo anterior permite que los estudiantes se reconozcan desde sus diferencias, valoren sus creaciones e inicien procesos de aprendizaje de manera intersubjetiva.

Finalmente, las formas de trabajo deben configurar un ambiente en el aula en el que se establezcan responsabilidades, intereses y en el que el deseo de saber integre una búsqueda común para propiciar el diseño y desarrollo de un proyecto, elaborando explicaciones, argumentaciones y resolviendo problemas. Estas dinámicas, de manera individual y colectiva, permiten que las experiencias se vinculen en construcciones compartidas de conocimiento (Valencia et al., 2003). En este contexto, la clase de ciencias se convierte en un espacio de problematización, aportando al reconocimiento de la ciencia como actividad cultural y el docente como un posibilitador de dinámicas orientadas a la transformación del saber.

3.2.2 Trabajo experimental

En la enseñanza de las ciencias naturales el trabajo experimental se considera una parte esencial dentro de las prácticas educativas, sin embargo, en algunas ocasiones estos procesos se han simplificado a la repetición de procedimientos que ya están establecidos, sin dar cabida a la reflexión sobre el fenómeno que se está estudiando. En este sentido Hodson (1994) señala que los estudiantes desarrollan ejercicios “sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que han llevado a escoger tal o cual práctica, [...] Parece que estén haciendo poco más que «seguir unas recetas»” (p. 302). Esta visión impide que los estudiantes se aproximen de manera reflexiva al objeto de estudio y se les dificulte la construcción de explicaciones.

Al considerar la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. como objeto de estudio, el trabajo experimental se considera una estrategia que permite organizar y formalizar el proceso estudiado. Es por esto por lo que se hace importante identificar las características que intervienen en este fenómeno y las relaciones que se desarrollan a partir de la interacción entre el hongo, el material orgánico y las condiciones ambientales. En concordancia con lo anterior “al estar vinculada con una técnica definida [...] es preciso hacer un rodeo que nos conduzca a un estudio de las relaciones de los fenómenos, es decir, a una ciencia racional” (Bachelard, 1948, pp. 5-6). Así la interpretación de los resultados, el contraste con explicaciones teóricas y el uso de técnicas empleadas como la observación el registro de cambios, el control de variables se integra a la actividad experimental para favorecer la comprensión no solo de lo que ocurre sino de cómo se construye el conocimiento sobre el proceso de la descomposición.

En consecuencia, se genera la necesidad de repensar el papel del trabajo experimental en el aula, no solo como una actividad práctica, sino como aquel que posibilita la indagación y construcción de conocimiento desde la experiencia, asegurando que los estudiantes, tengan en cuenta, además de saberes específicos, la capacidad de entender cómo se ha llegado a hablar de ellos, experimentarlos y aplicarlos en su contexto.

A partir de esto, el trabajo experimental llega a tener una relevancia en la medida en que propicia que los estudiantes puedan aproximarse a los distintos fenómenos naturales desde la observación, el manejo de materiales y el cuestionamiento de la experiencia. Desde esta perspectiva, Malagón et al. (2013) señalan que el trabajo experimental “tiene que ver principalmente con la construcción y comprensión de las fenomenologías en estudio, y con ello con la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones” (p. 124). Esto permite que los estudiantes participen en su aprendizaje y en la apropiación de saberes científicos.

El trabajo experimental ofrece a los estudiantes la oportunidad de ampliar y organizar su vivencia relacionada con los procesos biológicos estudiados. Esta actividad moviliza los experimentos, transformando lo vivido, el hacer y las explicaciones, lo que, a su vez, genera nuevas experiencias vinculadas a alguna vivencia sensorial (Malagón et al. 2013). En este sentido, se considera necesario proponer prácticas abiertas con una menor cantidad de pautas, en las que los estudiantes puedan desarrollar en mayor medida sus procesos de aprendizaje, observación, formulación de preguntas y construcción de explicaciones frente a los acontecimientos que estudian.

Resulta relevante mencionar que estas prácticas de trabajo experimental se convierten en un espacio que permite a los estudiantes confrontar ideas, hipótesis con los resultados contruidos durante la exploración del fenómeno, este proceso que propicia el análisis de interpretaciones iniciales y la consideración de explicaciones alternativas y fundamentadas, las cuales pueden ser comunicadas dentro del aula.

En el caso particular de este trabajo, estas prácticas posibilitan que los alumnos lleguen a ser protagonistas de su propio aprendizaje, favoreciendo procesos de observación, comprensión y análisis de los objetos sin limitarse únicamente a la transmisión de contenidos.

Por lo anterior, se considera que el trabajo experimental favorece el desarrollo de procesos de indagación en los estudiantes, en tanto que “el experimento permite plantear problemas conceptuales importantes para la enseñanza de las ciencias” (Sandoval et al. 2011, p. 160). En correspondencia con lo mencionado, el trabajo experimental contribuye a que los estudiantes formulen preguntas, hipótesis y una observación detallada, lo que facilita la comprensión de los procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

En esta misma línea, Marín (2010) señala que la ciencia puede entenderse como una acción humana orientada al desarrollo de conocimiento y de modelos para interpretar la realidad. En este sentido, la ciencia se reconoce como un proceso dinámico en el que se busca dar sentido a los fenómenos por medio de explicaciones. Esta perspectiva, también reconoce el papel de la cultura convirtiéndose en aquella que posibilita la aproximación a distintas formas de entender el mundo. Bachelard (1948) menciona que el conocimiento científico se establece a partir de un proceso de construcción racional mediado por técnicas y relaciones entre fenómenos, lo cual implica ir más allá de lo inmediato, por ende, esta favorece la comprensión de procesos naturales como la descomposición de la materia orgánica como una dinámica explicativa dentro de un sistema de relaciones.

Frente al trabajo experimental, Marín (2010) menciona que si las actividades prácticas son “desvinculadas⁴ de contenido teórico puede ser útil para el aprendizaje de habilidades y técnicas, y en ciertos contextos una fuente de motivación” (p. 42). Esto invita a cuestionar aquellas prácticas experimentales que se realizan dentro del aula y a establecer relaciones teóricas que permitan su comprensión.

⁴ Marín (2010) señala que las actividades experimentales desvinculadas son aquellas en que la experimentación se presenta de manera aislada sin un marco teórico, reduciéndose a ejercicios de verificación. En este sentido el autor menciona que hay un “divorcio entre la teoría y la experimentación, cuya finalidad principal es acumular, repetir y memorizar los conocimientos conceptuales, quedando en un segundo plano o incluso ignorados los conocimientos de tipo procedimental y actitudinal.” (p. 39).

Por este motivo, el trabajo experimental adquiere mayor sentido cuando se reflexiona y se discute, lo que facilita el desarrollo de destrezas en el estudiante y lo concibe como una actividad que atiende a las relaciones entre lo natural y lo social, expresadas en la interacción del experimentador con sus pares, configurando un proceso cognitivo en el que el observador involucra la comprensión del objeto de estudio (Marín, 2010).

Desde una perspectiva pedagógica estas prácticas permiten que el aula sea un espacio en el que los estudiantes reflexionan sobre el proceso biológico, además las variables y las técnicas empleadas para llegar al reconocimiento de este hace posible que el maestro desarrolle estrategias para orientar la construcción de explicaciones, lo que fortalece la capacidad de entender la ciencia como dinámica y contextualizada.

En este sentido, Sandoval et al. (2011) plantean que el experimento ocupa un lugar central en la enseñanza a partir de tres posibilidades que están estrechamente relacionadas como lo es la organización de la experiencia y procesos de formalización, el planteamiento de problemas conceptuales relevantes para la enseñanza de las ciencias y la construcción o ampliación de una base fenomenológica o hechos que son estructurados a partir de una cierta teoría. Estas dimensiones permiten entender el trabajo experimental más allá de su característica instrumental, llegando a conocerlo como aquella que articula la reflexión, experiencia y construcción de conocimiento.

En síntesis, el trabajo experimental favorece la conexión entre las distintas dinámicas que se dan en el aula, relacionando la explicación y la práctica logrando estimular la indagación en los estudiantes a partir de la observación, el cuestionamiento y la búsqueda de explicaciones, lo que contribuye a la comprensión de que el conocimiento se construye de una manera dinámica y contextualizada.

3.2.3 Experiencia sensible

La experiencia sensible constituye una parte fundamental para que los estudiantes se aproximen a los acontecimientos del mundo natural, pues el conocimiento no puede ser únicamente estructuras formales sin tener en cuenta la vivencia. Como lo señala Maturana y Varela (1998) “toda formalización es necesariamente secundaria al entendimiento conceptual y operacional de lo que se quiere formalizar, y que de otro modo el formalismo se aleja de la experiencia” (p.17). En este sentido la formalización se hace necesaria en la medida en que se desarrolla un proceso vivencial que llegue a sustentarla.

En muchos contextos escolares el conocimiento en ciencias naturales se puede presentar como un conjunto de conceptos, lo que llega a reducir la posibilidad de que los estudiantes se aproximen a los procesos biológicos desde la observación, el asombro y el cuestionamiento. Es por esta razón, que es necesario reconocer el papel de la experiencia sensible como un camino que posibilita establecer relaciones entre el sujeto que conoce y el objeto de estudio que busca comprender.

Desde este punto de vista, la experiencia sensible se considera como un proceso cognoscitivo mediante el cual el individuo ordena sus actos con el fin de desarrollar el entendimiento de algún proceso biológico. Lo anterior, se relaciona con lo que menciona Osés (2014) “Nuestros primeros maestros son nuestros ojos, nuestras manos, nuestros pies, durante los primeros meses de vida es a través de las sensaciones como vamos acercándonos al mundo... la primera razón del hombre es una razón sensible” (p. 38).

Lo señalado, permite comprender que por medio de la experiencia sensible los estudiantes tienen un primer acercamiento a las dinámicas naturales a partir de la observación, el asombro y la exploración. Estas prácticas iniciales favorecen el planteamiento de preguntas y la búsqueda de explicaciones, actividades que fortalecen la construcción de representaciones mentales y teóricas en el estudiante. En esa línea, “se trata de que sea el propio alumno, activo y conectado con el hacer, quien busque

respuestas, generando su propio proceso de aprendizaje [...]despertando la curiosidad por aprender de sí mismo no sólo en el aula sino en la vida” (Osés, 2014, p. 39).

Respecto a la descomposición de la materia orgánica, la observación de los cambios en los sustratos da la oportunidad de que los estudiantes se comiencen a cuestionar cómo y por qué ocurren estas transformaciones, abriendo paso a la comprensión de este proceso natural. Por ende, la experiencia con la actividad biológica posibilita la descripción de los cambios y la construcción de explicaciones.

Por otra parte, en palabras de Maturana y Varela (1998) las vivencias de un organismo modifican el sistema nervioso y actúan factores causales en la determinación de su manera de actuar. En este sentido, a lo largo de la vida de un individuo la actividad neuronal recae en los estímulos sensoriales, lo que permite continuar despertando y desarrollando dinámicas mentales; no obstante, con el tiempo este, pierde protagonismo y se le da mayor importancia a la razón. Por consiguiente, se considera necesario retomar esta experiencia en donde se despierte una percepción, capaz de responder a lo que sucede alrededor y que posibilita el desarrollo del saber y entender procesos biológicos.

De acuerdo con lo anterior, la experiencia sensible no es solo un momento inicial del aprendizaje, sino que es permanente pues llega a orientar el cuestionamiento en el aula, en el caso de la descomposición de materia orgánica este implica que los estudiantes observen los cambios y que a partir de esto sean capaces de interpretarlos, relacionarlos y darle sentido a partir de las vivencias, así la observación se convierte en un acto intencionado en el que llega a intervenir la percepción como el conocimiento previo del sujeto.

Por ende, esto requiere que el maestro diseñe situaciones en las que la experiencia sensible no se limite a los cambios visibles, sino que se oriente a la atención hacia aspectos relevantes del proceso biológico como las condiciones en las que ocurre la descomposición.

En relación con lo anterior, es relevante reconocer que la *observación* no es neutral ya que está condicionada por el saber previo y las experiencias construidas por el sujeto que observa, en el que las distintas interpretaciones de la realidad permiten la comprensión de los diversos procesos naturales. En este sentido Hanson (2005) plantea que la observación es un proceso centrado en las diferencias que se logran ver en la interpretación de cada uno de los sujetos, donde los datos visuales de ambos observadores no son la misma cosa, aun cuando estos estén observando el mismo objeto.

De ahí, que lo que se ve no solo depende de lo que está frente al observador, sino también de las teorías, interacciones y conocimientos construidos de cada individuo que influyen en el desarrollo de su percepción, dando como resultado que los datos que se perciben por los sujetos son moldeados a partir de sus desarrollos intelectuales. Al respecto, Hanson (2005) señala que “la visión es una experiencia. Una reacción de la retina es solamente un estado físico [...] Son las personas las que ven, no sus ojos” (p. 4).

Desde esta perspectiva, la observación no implica únicamente registrar información visual, sino que es un aspecto que se percibe y que a partir de los marcos de conocimientos a construidos se realiza una interpretación, por ende, en el caso de la descomposición, es común que inicialmente se asocie a la idea de algo podrido. No obstante, a partir de la observación se comienzan a configurar interpretaciones y explicaciones relacionadas con los procesos biológicos que están involucrados, reconociendo la intervención de organismos, las condiciones del proceso biológico y las transformaciones del sustrato. Es por esto, que la enseñanza propicia situaciones en las que se establecen relaciones, formulan preguntas y se construyen explicaciones lo que genera el tránsito desde las interpretaciones cotidianas a la comprensión de lo que sucede.

De este modo, el fomentar experiencias sensibles en la enseñanza de las ciencias naturales implica comenzar a posibilitar vivencias que permitan a los estudiantes comparar sus observaciones, cuestionar y construir explicaciones que se tienen sobre los distintos

objetos de estudio que se abordan. Así como señala Maturana y Varela (2003) “No es posible conocer "objetivamente" fenómenos (sociales) en los que el propio observador que describe el fenómeno está involucrado” (p.9), lo que permite entender que la perspectiva de lo observado es completamente distinta, pues la comprensión de este proceso biológico está basada en experiencias previas del sujeto, del acto de ver y de procesos de formación visual en el cerebro y su posterior interpretación. En consecuencia, se convierte en un mecanismo que transforma la observación en una práctica consciente, participativa y reflexiva.

En este sentido, Hanson (2005) plantea que las interpretaciones no pueden comprenderse como un proceso instantáneo o neutral, pues esto llega a producir sensibilidad no sentida, inferencias inconscientes, enunciados incorregibles, hechos negativos, entre otras; por ende, la observación implica que al ver un fenómeno se evidencie el dominio de conocimientos y teorías que orientan la forma en que se interpreta lo que se percibe, generando una organización intelectual diferente. Por ende, se entiende que la visión es una acción que trae consigo una carga teórica y experiencial, que logra explicar por qué los sujetos interpretan de manera diferente un mismo fenómeno.

En concordancia con lo anterior, las observaciones generan una convención que articula el lenguaje con aquello que se observa, marcando diferencias al nombrar y describir un acontecimiento y llegando a una interpretación sin que se pierda la esencia de las imágenes. En consecuencia, la ciencia de los fenómenos físicos no es exclusivamente una presentación organizada de significados del mundo, sino también, es una forma de pensar respecto a este y de conformar concepciones que orientan la comprensión (Hanson, 2005).

En tal sentido, promover experiencias sensibles como la observación en la enseñanza de las ciencias naturales, permite que los estudiantes desarrollen observaciones más conscientes, reflexivas y participativas involucrando la formación de concepciones, la organización de ideas y la interpretación de los procesos biológicos. En referencia a la

descomposición de materia orgánica mediada por los hongos, estas vivencias favorecen que se entienda como ocurre las transformaciones en los sustratos, además de identificar cambios en la estructura del material llegando a discutir interpretaciones que se generan a partir de una observación colectiva.

Por ende, la experiencia sensible en el estudiante se configura como aquel proceso que favorece la construcción de explicaciones con fundamento para la construcción de conocimiento. Esto, implica que se pueda reconocer que el conocimiento no es una representación objetiva de la realidad sino hace parte del resultado de interacciones con el entorno y su propia organización como observador (Maturana y Varela, 1998). En este marco, la observación se sitúa como aquella que articula la experiencia, el lenguaje y la interpretación, haciendo que los estudiantes construyan sus comprensiones.

Los docentes deben diseñar estrategias que permitan la discusión sobre el proceso biológico, evidencien las percepciones del estudiante y promuevan un aprendizaje colectivo y consciente. Por ende, resulta esencial que los maestros desarrollen acciones que promuevan la discusión, el contraste de ideas y la explicitación de las percepciones de los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje grupal, consciente y reflexivo.

3.2.4 Papel de la curiosidad

La curiosidad se entiende como una disposición o impulso interno del individuo que lleva a cuestionar y buscar explicaciones de aquello que observa. En el contexto educativo, esta disposición posibilita que el estudiante relacione dichos procesos para llegar a discernir sobre el objeto de estudio, beneficiando la reflexión y comprensión, en este caso la descomposición de materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp. Como lo señala Jean (2000) “recuperar al niño que hay en el hombre [...] Qué se nos permita entonces soñar sin obstáculos en nuestra juventud, en nuestra infancia. El camino más seguro hacia la infancia es, en efecto, el que propone el ensueño” (p.p. 26-27). Esto refuerza la idea de que la curiosidad lleva al impulso natural de explorar y soñar, lo que permite que la

imaginación guíe la indagación antes de formalizar las explicaciones, posibilitando que surjan preguntas a partir de la experiencia.

No obstante, se ha señalado que en muchos contextos la curiosidad ha tendido a debilitarse, por lo tanto, Giordan y De Vecchi (1995) señalan que “pocos son los adultos que en nuestra sociedad sienten aún curiosidad por lo que les rodea” (p. 71), ya que dentro de la sociedad o cultura muchas veces se suele llegar a tener la idea de que muchas preguntas ya tienen una única respuesta establecida.

De la misma manera, estos autores mencionan que en los procesos de enseñanza “es el maestro el que plantea las preguntas: sus preguntas, deberíamos decir. Y es difícil ser activo frente a un problema que no es nuestro” (Giordan y De Vecchi, 1995, p. 71). Bajo esta mirada, cuando aquello que se está aprendiendo no emerge de las inquietudes y curiosidad del estudiante, este limita su participación en la construcción de conocimiento. El reconocer las ideas, intereses e inquietudes de los estudiantes promueve que el docente fomente espacios de participación en el que prevalezca el diálogo y la comprensión de los conceptos, por ende, la curiosidad se consolida como un elemento que dinamiza el aprendizaje, permitiendo que se construyan a través de la interacción social, intercambio de ideas y de explicaciones.

De la misma manera, Bachelard (2000) plantea que la curiosidad ingenua se llega a llenar de asombro ante el fenómeno que problematiza. Esto evidencia su papel como motor inicial del conocimiento sin embargo el autor advierte que se hace esencial que esta curiosidad se reorganice constantemente pues puede limitar la construcción de conocimiento, puesto que puede llegar a reemplazar el conocimiento por la admiración.

En este sentido, la curiosidad impulsa la exploración y la reflexión lo que favorece la comprensión del proceso biológico que se estudia, por lo tanto, el no fomentar estos espacios provocaría una ausencia de curiosidad que llegaría a la interrupción de la construcción del pensamiento (Giordan y De Vecchi, 1995).

De esta manera, las preguntas y respuestas que se desarrollan en el aula no se deben entender como estrategias para saber si el estudiante conoce o da una respuesta correcta, sino como una oportunidad para crear situaciones pedagógicas que lleguen a favorecer la reflexión, análisis y el desarrollo de explicaciones, como lo expone Giordan y De Vecchi (1995):

Adoptar una actitud que tenga en cuenta lo que aprende implica un mínimo de reflexión acerca del sentido de sus propias preguntas. Más allá de hacer adivinar, un proceso de preguntas y respuestas puede crear situaciones pedagógicas que permitan la emergencia de las concepciones, la toma de conciencia de la existencia de contradicciones, la posibilidad de confrontación de opiniones diferentes, la incitación a la búsqueda y a la acción (p. 72).

Desde esta perspectiva, la curiosidad se constituye en un elemento clave para el desarrollo de actividades en el aula, ya que favorece que los estudiantes se expresen, generando confrontación de ideas, cuestionamientos, debates y reflexiones respecto al objeto de estudio.

Por lo tanto, se considera que la ausencia de estos espacios no permite el desarrollo de la motivación y el interés desarrollados desde la curiosidad, lo que puede llegar a limitar la emergencia de la construcción de aprendizaje sobre el mundo natural. Giordan y De Vecchi (1995) señalan que la motivación es el dinamizador del conocimiento. Pues cuando un estudiante siente curiosidad por comprender algún fenómeno, situación o proceso, procura encontrar información que responda a su urgencia verdadera de explicación.

En esta misma línea, Jean (2000) menciona que el pensamiento ya no puede ser una rutina, ni la repetición de las vivencias, si no se pone en juego la experiencia no vale la pena intentarlo. Por ende, se considera que la curiosidad exige un compromiso activo con la experiencia, pues transformarla en el aula es un proceso creativo en el que la observación y la experimentación son herramientas para la construcción de conocimiento y no hacen parte de repeticiones de lo aprendido.

Por otro lado, Giordan y De Vecchi (1995) señalan que la curiosidad es fundamental en el desarrollo del pensamiento, ya que su ausencia limita la comprensión y lleva a que se asuman ideas como verdades únicas o finales, lo que puede llegar a deformar los hechos; de la misma manera, cuando no hay interés por cuestionar o indagar la construcción de saber se inmoviliza.

En relación con esto, las preguntas de los estudiantes permiten crear un espacio donde se genere comprensión de manera colaborativa, que avancen en el entendimiento de los fenómenos naturales a través de la exploración conjunta, lo que logra que haya una conexión entre la experiencia cotidiana con el saber científico. Sin embargo, Giordan y De Vecchi (1995) mencionan que el despertar la curiosidad no basta con llevar a los alumnos a otros espacios como museos o salidas escolares, sino que es importante generar situaciones problémicas que invitan a cuestionar, discutir ideas y explorar explicaciones sobre lo que se estudia.

A lo largo de este proceso, el papel del docente resulta fundamental ya que es quien puede propiciar espacios de aprendizaje en el que escuche las inquietudes y se genere autonomía en los estudiantes, motivando a que surjan sus propias preocupaciones. De este modo, el docente contribuye a la transformación del asombro a través de la curiosidad enfatizando que este se convierte en un motor en la construcción del saber. (Giordan y De Vecchi, 1995)

En sintonía con lo anterior Jean (2000) menciona que “la escuela es el lugar de la infancia, el lugar en que la infancia sueña y aprende” (p. 187). Por ende, la escuela no debe limitarse a la repetición, sino que debe convertirse en un espacio en el que los estudiantes puedan explorar los procesos biológicos que observan. El maestro al propiciar este tipo de experiencias posibilita que la curiosidad se desarrolle, estimulando la formulación de preguntas y la búsqueda de explicaciones, así el aprendizaje se convierte en un proceso creativo y participativo.

Por otro lado, se considera que la curiosidad se puede potenciar mediante estrategias que articulen inquietudes, exploración, experiencia, motivación y la observación de los procesos naturales. En el caso del estudio de la descomposición de materia orgánica, se puede generar en los estudiantes una motivación a partir del abordaje del uso de modelos, analogías visuales y ejemplos cotidianos, facilitando la comprensión.

En este sentido, Jean (2000) menciona que la imaginación inventa vida nueva, espíritu y abre ojos en el que se desarrolla nuevos tipos de visión y se educa con el ensueño, antes de llegar a aprender con experiencias. Esto permite comprender las distintas estrategias didácticas en las que se muestra fenómenos y permite que los estudiantes se imaginen y ensueñen sobre ellos. Por ende, la curiosidad se activa cuando la imaginación antecede a la vivencia convirtiendo a la observación de la descomposición en un espacio de construcción de conocimiento.

La enseñanza de las ciencias en el marco de este trabajo de grado se entiende como un proceso en el que los problemas de conocimiento, la actividad experimental, la experiencia sensible y la curiosidad se articulan para propiciar la construcción de explicaciones sobre algunos fenómenos naturales. Es por esto por lo que, al abordar los problemas de conocimiento se llega a situar al fenómeno como objeto de estudio, aspecto que permite cuestionar y construir explicaciones, de la misma manera, el trabajo experimental posibilita la organización y formalización del proceso biológico, la experiencia sensible favorece la aproximación desde la vivencia y la observación y la curiosidad dinamiza el cuestionamiento de aquello que el estudiante hace.

En concordancia con Jean (2000) se “comprende la necesidad de desplazar los intereses que constituye la base afectiva del conocimiento y al mismo tiempo siente que debe conservarse junto con el carácter afectivo de la cultura científica un elemento de solidez y de confianza” (p. 170). Esto permite reconocer que el aprendizaje no se puede separar del interés y la relación que el sujeto desarrolla con el fenómeno. De esta manera,

estos referentes no se abordan de forma aislada, sino como elementos interrelacionados que configuran una propuesta pedagógica orientada a la comprensión de la descomposición de la materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp.

Por último, es esencial entender que esta articulación implica que las prácticas en el aula se reconstruyan teniendo en cuenta la problematización, la experimentación, la observación y el cuestionamiento constante del fenómeno. Esto permite que el maestro asuma el rol de mediador y oriente el desarrollo del saber. Como lo señala Jean (2000), “la enseñanza del adulto destinada a los niños o a los adolescentes se dirige a menudo [...] al niño que dicho adulto era o mejor dicho al niño que se imaginaba haber sido y haber seguido siendo” (p.29). Esto implica recuperar la curiosidad y capacidad de asombro en el aula. Por eso, “todo se reduce para el pedagogo a tener el espíritu constantemente en alerta abierto y despierto” (Jean, 2000, p.179). Así, se fortalece la perspectiva de que la enseñanza proporciona escenarios en los que los estudiantes pasan de la exploración y el interés a la construcción de explicaciones y conocimiento.

4. INTERVENCIÓN EN EL AULA

En este capítulo se describe la intervención en el aula, que se planteó como una propuesta para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica, orientada por los problemas de conocimiento. La intervención recoge tanto los intereses de la maestra como de los estudiantes, atendiendo al contexto institucional y a las necesidades detectadas en el aula. De esta manera, se abordó el estudio de la descomposición de materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp., desde el cuestionamiento de la experiencia directa, la artificialización de la naturaleza y el aumento de la complejidad en las relaciones.

La ruta de trabajo tuvo como propósito abordar el papel del hongo *Rhizopus* sp. en los procesos de descomposición de la materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas. Para ello, se propuso una actividad desencadenante, en la que se tuvo en cuenta la relación de este organismo con los ecosistemas, las características del contexto del estudiante y su condición de vecindad de la institución con el humedal Santa María del Lago. La intervención de aula se desarrolló en tres fases en las que se generaron actividades pedagógicas para promover el trabajo individual y grupal, posibilitando escenarios de observación y análisis, al igual que condiciones para la construcción de explicaciones sobre el proceso biológico estudiado.

De esta manera, en el presente capítulo se da a conocer las secciones denominadas: *Descripción de la intervención, el contexto institucional y fases de la propuesta*, en las cuales se muestran de manera organizada e integrada los sentidos que orientan la propuesta en el aula, los criterios de actuación y los diferentes recursos empleados.

4.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL

El *Centro Educativo Scalas* es un colegio de educación formal de carácter privado que pertenece a la Asociación Colombo Alemana de Labor Social, ubicado en la localidad

número 10 de Bogotá, localidad de Engativá, más exactamente en el barrio La Clarita.

Respecto a los principios y objetivos institucionales, se encuentran fundamentados en la cultura alemana y su proyección educativa tiene como objetivo lograr un desempeño académico que consolide la formación integral de los estudiantes.

Este colegio cuenta con distintos espacios como aulas de clase, laboratorio integral de biología, química y física, sala de sistemas, salón de alemán y zonas verdes en los que se llevan a cabo actividades para la formación de los alumnos de los ciclos preescolar, básica primaria y bachillerato.

La Misión institucional es orientar la acción educativa hacia el desarrollo de competencias a partir de una formación integral para los estudiantes, sustentada en el desarrollo de las dimensiones humanas, la formación en valores, la convivencia en paz y la sensibilidad frente a problemas sociales y naturales. La visión de la institución tiene como fin llegar a ser una entidad educativa con formación de excelencia que promueve el desarrollo integral del estudiante, con conocimiento en lenguas extranjeras como el alemán y el inglés. (Asociación Colombo Alemana de Labor Social Centro Educativo Scalas, 2023)

El colegio concibe al estudiante como el centro y la razón de ser de la institución, por ello, lo reconoce como un sujeto que tiene logros personales y comunitarios promoviendo el desarrollo de capacidades basadas en la igualdad de oportunidades para todos. Además, en esta institución se desarrolla el PRAE⁵ el cual enfoca sus actividades en el reconocimiento de ecosistemas que se ubican dentro de la localidad de Engativá como lo son los humedales Jaboque, Juan Amarillo y Santa María de Lago, teniendo como fin conocer y comprender la importancia del componente biótico y su papel en estos ambientes.

Este proyecto tiene como objetivo orientar ambientalmente a la comunidad educativa. Por ello, se ha integrado, con el área de Ciencias Naturales, la realización del

⁵ El proyecto PRAE se caracteriza por realizar diversas actividades orientadas a contribuir con la limpieza y cuidado del ambiente que rodea a la institución, puesto que es un sector que presenta alta contaminación por residuos sólidos y saturación de ruido, debido a su cercanía con el aeropuerto.

servicio social ambiental para los estudiantes de grado décimo, enfocado en la conservación de los humedales. De igual manera, se aborda el fortalecimiento del cuidado del ambiente por medio de la implementación de la huerta escolar, jardines verticales, mejora del entorno del colegio a través de la siembra de plantas y recolección de residuos sólidos. Así mismo, se hace el reconocimiento de especies de plantas trabajando junto con el Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá. (Asociación Colombo Alemana de Labor Social Centro Educativo Scalas, 2025)

Respecto al curso con el cual se desarrolló la propuesta, fue un grupo de 31 estudiantes: 14 niños y 17 niñas entre las edades de los 11 a los 13 años. En su franja horaria tuvieron asignadas 5 horas⁶ de biología a la semana, las cuales se utilizaron en su totalidad para la intervención de aula durante el periodo de julio a septiembre del 2025. El curso se subdividió en 7 equipos de 4 a 5 personas. Esta organización posibilitó el desarrollo de las fases, pues se generaron dinámicas grupales en el que las inquietudes colectivas e individuales de los estudiantes permitieron la construcción de conocimiento.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

La intervención de aula fue diseñada en el marco de los espacios de asesorías del trabajo de grado, los cuales se constituyeron como escenarios de diálogo y construcción colectiva. En este contexto se elaboró una matriz (*véase la tabla 4*) para organizar las fases, sesiones y propósitos de las distintas actividades. Dicha matriz no solo se limitó a la secuencia de actividades, sino que también permitió evidenciar un recorrido epistemológico en el que la observación, la reflexión y la búsqueda de explicaciones se articularon para favorecer la construcción de conocimiento. Además, el instrumento en mención facilitó al maestro la organización de los momentos, acciones e intenciones que orientaban su forma de proceder en el aula, posibilitando que el desarrollo de la práctica pedagógica sea más consciente y planificada.

⁶ En esta institución cada hora de clase consta de 45 minutos.

Por lo anterior, la matriz se consolidó como una herramienta analítica mediante la cual el maestro realizó reflexiones continuas sobre sus prácticas e intervenciones en el aula, reconociendo sus intenciones pedagógicas. También evidenció tensiones y desafíos surgidos de la experiencia, lo que permitió que, a través de este instrumento, se recuperara, analizará y resignificara la práctica pedagógica. Así, la elaboración, interpretación y transformación del saber no solo se centraron en la recopilación de información, sino que también impulsaron al sujeto a establecer conexiones que generaron reflexiones sustentadas en el conocimiento desarrollado. Por ello, se considera que no solo fue una herramienta de representación, sino también de construcción de conocimiento, lo que permitió abordar las inquietudes desde una perspectiva argumentada.

La intervención llevó como nombre ***Los hongos: alquimistas de la naturaleza***, y buscó reconocer a los hongos como organismos fundamentales para los ecosistemas, comprendiendo los procesos de descomposición de materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ambientes naturales. Para tal fin, fue necesario vincular los conocimientos que los estudiantes han construido a partir de sus experiencias a lo largo de su vida, con los saberes desarrollados en el aula, favoreciendo el cuestionamiento de dichas vivencias y las reflexiones sobre las mismas para el desarrollo de nuevos aprendizajes.

En el desarrollo de esta ruta se definieron tres fases denominadas “*la experiencia visual*”, “*la organización de la experiencia visual*” y “*la complejización de la experiencia*”. Estas fases se fundamentaron en la idea de que los procesos de construcción de conocimiento en la escuela se ven favorecidos cuando se alteran los procesos vivenciales y las dinámicas de observación, a partir de los cuales los estudiantes se relacionan con su mundo natural y social. En este sentido, como lo señalan Valencia et al. (2003) en la escuela se configuran territorios de conflicto cultural puesto que permite el desarrollo de relaciones igualitarias y participativas, si se asume la ciencia como un proceso de construcción de representaciones se evidencia la importancia de estudiar el papel que tienen las dinámicas representacionales en la construcción de nuevos conocimientos.

Asimismo, durante la intervención se llevaron a cabo un total de seis sesiones. En la primera fase se realizaron tres sesiones orientadas a fomentar una observación detallada de un ambiente natural, con el propósito de cuestionar la experiencia visual y delimitar los hongos como objeto de estudio; en la segunda fase, se desarrollaron dos sesiones encaminadas a fortalecer la comprensión del proceso de descomposición por acción de los hongos a partir de la observación y en la tercera fase, se implementó una sesión que buscó asociar las funciones de los hongos con actividades enzimáticas y moleculares de los mismos (*véase la tabla 4*).

De la misma manera, en el desarrollo de estas fases se utilizaron materiales y recursos como: guías de trabajo, instrumentos de laboratorio, herramientas audiovisuales y actividades que condujeron a los estudiantes a realizar una reflexión grupal y cuestionar su experiencia. Estos Instrumentos fueron diseñados, seleccionados y desarrollados con el propósito de que ellos pudieran acercarse a vivencias concretas respecto al objeto de estudio y así reconocer a los hongos como organismos descomponedores de materia orgánica y un componente esencial en los ciclos ecológicos. De este modo, la intervención no solo constituyó un ejercicio de aplicación de estrategias, sino que también se convirtió en un diálogo colectivo para la construcción o reconstrucción de conocimiento en los estudiantes.

Tabla 4.

Matriz de intervención en el aula

NOMBRE DE LA INTERVENCIÓN		LOS HONGOS: ALQUIMISTAS DE LA NATURALEZA			
PROPÓSITO		Explicar el papel que <i>Rhizopus</i> juega en los procesos de descomposición de materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas			
FASES	SESIONES	PROPÓSITOS	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	ACTIVIDADES	
ACTIVIDAD DESENCADENANTE: video El Mundo Oculto del Humedal: Hongos, Guardianes	FASE 1 La experiencia visual	Sesión 1: Más Allá de lo Evidente	Fomentar la observación detallada de un ambiente natural que permita cuestionar la experiencia y delimitar a los hongos como un objeto de estudio. Los estudiantes enriquecerán su experiencia visual a partir de ejercicios de observación detallada en un ambiente natural en el que discriminarán, distinguirán objetos, condiciones y otras características que favorezcan su cuestionamiento y comprensión.	1. Recobrando el placer de la experiencia visual: Usando el libro Zoom de Istvan Banyai se construirá un ejercicio de observación en el que se amplía la perspectiva y se cuestionan las primeras impresiones Tarea construcción de zoom propio friso 2. Presentación de la ruta Organización de los equipos Construcción de la portada de la Bitácora	
		Sesión 2: el otro corazón del Humedal		3. Observando en Contexto: el Humedal Santa María del Lago, mundo oculto Observación video de Google earth que inicia con una vista del planeta y permitirá analizar el humedal desde diferentes escenas donde se reconozca la existencia de los hongos, su diversidad y la relación con los procesos de descomposición	
		Sesión 3: Vida Oculta Bajo Nuestros Pies		4. Habitantes del suelo: práctica de observación macroscópica de hongos y de cultivo de muestras de suelo (laboratorio) 5. Los equipos micológicos se cuestionan: ejercicio en equipos de puesta en común, tópicos: ¿Cuáles son las condiciones en los ambientes naturales que permiten la presencia de hongos?, ¿Qué características son distintivas del grupo de los hongos?, ¿Cómo estudiar hongos en el laboratorio?	
FASE 2 Organización de la experiencia visual	Sesión 4: <i>Rhizopus</i> , el arquitecto de la descomposición	Fortalecer la comprensión sobre la descomposición fúngica mediante la observación guiada y el análisis visual	Los estudiantes integrarán y comunicarán sus aprendizajes sobre la descomposición fúngica y el papel ecológico de los hongos. Se sistematizarán sus observaciones a partir de registros gráficos y escritos, comparando el crecimiento de <i>Rhizopus</i> en distintos sustratos.	6. <i>Rhizopus</i> un hongo familiar: La actividad central consiste en la presentación de un video que evidencia la transformación de frutas o verduras en distintos estados de descomposición debido a la acción de los hongos. A través de la observación guiada, los estudiantes identificarán las fases del proceso, los cambios físicos y químicos que ocurren en la materia orgánica, y la importancia de los hongos como agentes descomponedores.	
	Sesión 5: Viaje al centro del hongo			7. Observación de hongos <i>Rhizopus</i> a partir de montajes Se realizará el montaje de medios de cultivo de los hongos <i>Rhizopus</i> a partir de frutas y pan que contienen el hongo, en el que se dará cuenta como puede actuar sobre esta materia orgánica (cantidad de hongos)	
FASE 3 La complejización de la experiencia	Sesión 6: Huellas invisibles	Desarrollar una comprensión más profunda del proceso de descomposición, analizando los efectos de la actividad enzimática de los hongos sobre la materia orgánica.	Se establecerá conexiones entre la actividad enzimática de los hongos y los flujos de materia y energía en los ecosistemas. A través de la observación de evidencias, la construcción de analogías y el análisis de signos de descomposición.	8. Analogías detección enzimática y signos de la actividad de descomposición de los hongos Se profundizará (complejizará) la relación de los hongos con los flujos de materia y energía, favoreciendo una comprensión de los procesos de descomposición que se llevan a cabo en los ecosistemas.	

Nota: realizada en el espacio de asesorías académicas para la organización de la intervención en el aula.

4.2.1 Fase 1 La experiencia visual

Esta fase tuvo como propósito fomentar en los estudiantes la observación detallada⁷ de un entorno natural, favoreciendo el cuestionamiento de la experiencia y delimitando a los hongos como un objeto de estudio. Para el abordaje de este objetivo se desarrollaron actividades que enriquecieron la experiencia visual a partir de ejercicios de observación de un ambiente natural, en el cual el estudiante discriminó y diferenció condiciones, relacionadas con el papel que cumplen los hongos en el ecosistema.

Para iniciar esta fase se presentó al curso la ruta conceptual y metodológica, que muestra el para qué y porqué de cada fase. Esto permitió generar expectativa e interés en los estudiantes, motivándolos a cuestionar su experiencia y a construir explicaciones. Seguidamente, se conformaron 7 equipos de trabajo con 4 o 5 participantes y se elaboraron los diarios de campo (bitácora) con base en una guía aportada por la docente ([véase el anexo B](#)). Este diario fue un instrumento en el que los estudiantes consignaron sus observaciones y explicaciones, así como ilustraciones y dibujos de los objetos estudiados durante el desarrollo de la propuesta.

Esta fase, a su vez, se dividió en tres sesiones. La primera, “*Más Allá de lo Evidente*”, procuró cualificar la experiencia visual, detallando aquello que el estudiante percibe a partir de la observación. En consecuencia, se utilizó el libro Zoom de Istvan Banyai ([véase la figura 9](#)), que presenta imágenes similares a las de una fábula y conforma una historia que se desarrolla según la manera en que el lector la percibe. En esta sesión, a partir de la construcción que el estudiante realiza mediante la observación, se amplió la perspectiva y se cuestionaron sus primeras interpretaciones de lo observado.

⁷ Para la autora del presente trabajo de grado, la observación detallada se caracteriza por ser un ejercicio consciente en el que el sujeto reconoce el acto de observar haciendo diferenciaciones e identificando objetos, detalles y cualidades; asimismo, determinando y reflexionando sobre lo que este está observando, enfocándose en cuestionar su experiencia para la construcción del conocimiento.

Figura 9.

Imágenes libro rojo zoom utilizado en la primera sesión



Nota. Imágenes tomadas de Banyai (1995).

Tras la observación, los estudiantes en los grupos correspondientes construyeron su propio zoom para representar una secuencia de imágenes y evidenciar un cambio entre

estas, al igual que las relaciones y patrones que se pueden establecer. Esto viabilizó el reconocimiento del proceso de observación como un suceso relacional que parte de un sujeto que reflexiona y es consciente de aquello que ve.

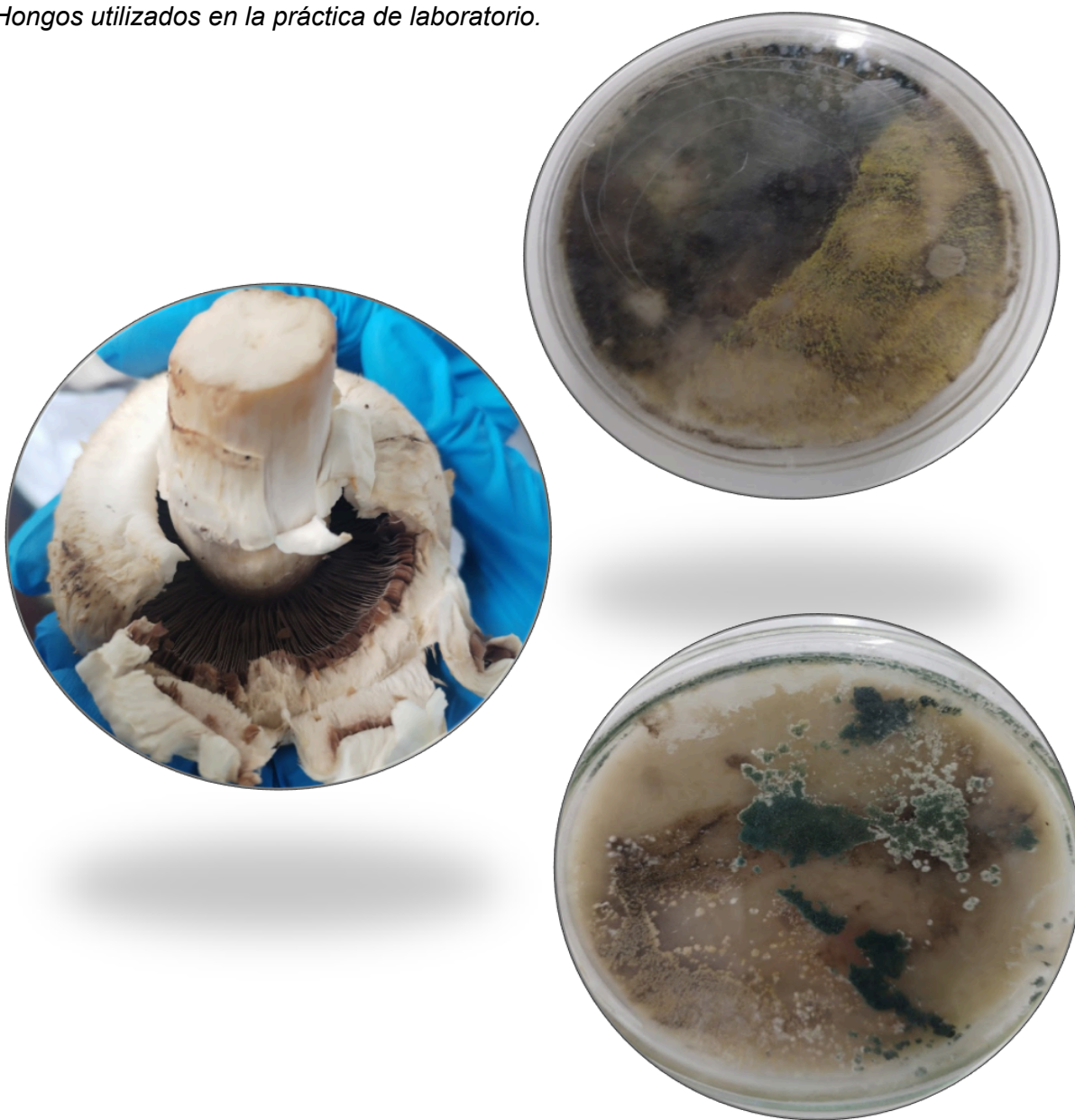
De igual forma, en esta fase se realizó una segunda sesión titulada “*el otro corazón del humedal*”, en la que se abordó un ambiente natural cercano a los estudiantes como lo es el humedal Santa María del Lago. Esta actividad se llevó a cabo por medio de un video llamado [*El Mundo Oculto del Humedal: Hongos, Guardianes Invisibles*](#) ([véase el anexo F](#)) hecho en *Google Earth*, el cual inicia con una vista general del planeta y luego realiza un acercamiento progresivo hasta el humedal, con el fin de que se pueda observar este ambiente desde distintas escenas y proporcionar una vista de los hongos como descomponedores. De esta manera, el video permitió reconocer la existencia de estos organismos, su diversidad y el papel que cumple en el entorno en el que se desarrolla.

A partir de lo anterior, los alumnos desarrollaron la guía de preguntas “*Comprendiendo el lenguaje de los hongos*” ([véase el anexo G](#)), en el que se mencionaron algunas frases tomadas del video respecto a estos organismos y su relación en el flujo de materia y energía en los ecosistemas. Estas frases tuvieron la finalidad de despertar la curiosidad y un escenario de discusión con los estudiantes.

Seguidamente, se desarrolló una práctica de laboratorio que se tituló “los habitantes del suelo” ([véase el anexo H](#)). En este ejercicio se realizó la observación macroscópica, de algunos hongos comestibles, como los champiñones u orellanas, y microscópica de hongos cultivados en caja de Petri a partir de una muestra de suelo (*véase la figura 10*). Este cultivo fue realizado conjuntamente por estudiantes y docente, lo que permitió evidenciar no solo la habilidad de percibir aspectos físicos del organismo, sino también de reconocer algunas técnicas de cultivo pertinentes que contribuyen al crecimiento de los hongos y la observación de los mismos.

Figura 10.

Hongos utilizados en la práctica de laboratorio.



Nota. Hongo champiñón (*Agaricus bisporus*) y medios de cultivo de tierra recolectada de la huerta del colegio.

Por último, se desarrolló la sesión número tres que llevó por nombre “*Vida Oculta Bajo Nuestros Pies*”. En esta, se proporcionó a los estudiantes una infografía [\(véase anexo I\)](#) de los distintos grupos existentes de hongos como lo son los *Ascomycetes*,

Basidiomycetes, *zigomycetes*, *zoospóricos*, entre otros. Lo anterior, se desarrolló con el fin de realizar una lectura grupal e identificar ideas principales, palabras claves, información repetitiva o aquella de interés respecto a los hongos. De esta manera, el estudiante utilizó los insumos teóricos trabajados durante la sesión para la realización de una “nube de palabras”, actividad que facilitó la reflexión del mismo frente a las descripciones biológicas y ecológicas del grupo de hongos.

4.2.2 Fase 2 Organización de la experiencia visual

Esta fase tuvo como propósito fortalecer la comprensión sobre la degradación fúngica mediante la observación guiada y el análisis visual. Para ello, se desarrollaron dos sesiones en las que los estudiantes integraron y comunicaron sus conocimientos sobre dicha descomposición y el papel ecológico de los hongos, usando registros gráficos y escritos para comparar el crecimiento del hongo *Rhizopus* sp. en distintos sustratos.

En la primera sesión de esta fase - “*Rhizopus* sp., el arquitecto de la descomposición”- se presentó un video ([Véase anexo K](#)) que evidenció la transformación de algunos alimentos como las frutas, verduras, pan, gelatina, entre otros, en distintos estados de degradación debido a la acción de los hongos (*véase la figura 11*). Mediante la observación del video, los estudiantes desarrollaron una guía ([véase el anexo C](#)) en la que identificaron cambios físicos y químicos que ocurrían en la materia orgánica y la importancia de los hongos como agentes descomponedores. Este proceso favoreció la reflexión sobre la experiencia y propició espacios de construcción e indagación colectiva del conocimiento.

Figura 11.

Imágenes del video utilizado en la actividad.



Nota. Video titulado *Top 10 Rotting Food Timelapses*, realizado por Temponaut Timelapse. (28 de mayo del 2022) Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=HossFNTkdJk&t=12s>

Para finalizar esta fase, se llevó a cabo la segunda sesión denominada “*Viaje al centro del hongo*”. En esta se realizó el montaje, en cajas de Petri, de medios de cultivo de *Rhizopus* sp. en Papa Dextrosa Agar (PDA), mediante una siembra directa. Con ese propósito, se elaboró una guía ([Véase anexo A](#)) que los estudiantes siguieron paso a paso, garantizando las condiciones de asepsia adecuadas durante el procedimiento y asegurando

el desarrollo del ciclo de vida del hongo en el sustrato, sin posibles afectaciones al cultivo ni a los estudiantes durante la práctica.

De manera complementaria, los alumnos realizaron una observación diaria para identificar cambios en el medio y la aparición de estructuras fúngicas, formulando hipótesis sobre aquellas condiciones que llegan a favorecer el crecimiento de este. Por último, se implementó una guía de laboratorio en el que se hizo el montaje y observación ([véase el anexo D](#)). En esta práctica se utilizaron indicadores como Lugol y azul de metileno con el objetivo de que, al observar al microscopio, las estructuras de este organismo fueran más visibles y se pudiera reconocer las partes como las hifas, los esporangios y las esporas.

4.2.3 Fase 3 La complejización de la experiencia

En esta fase se buscó desarrollar con los estudiantes una comprensión más profunda⁸ de la descomposición realizado por *Rhizopus* sp., analizando los efectos de la actividad enzimática de los hongos sobre la materia orgánica. Asimismo, se pretendió establecer conexiones entre este proceso y los flujos de materia y energía en los ecosistemas. Lo anterior, se efectuó a través de la observación de evidencias, la construcción de analogías y el análisis de signos de las transformaciones del material orgánico, por lo cual se realizó la sesión titulada “*Huellas invisibles*” en las que se buscaba profundizar y complejizar la relación de los hongos con los flujos de materia y energía, posibilitando una comprensión de los mecanismos de descomposición que se llevan a cabo en los ecosistemas.

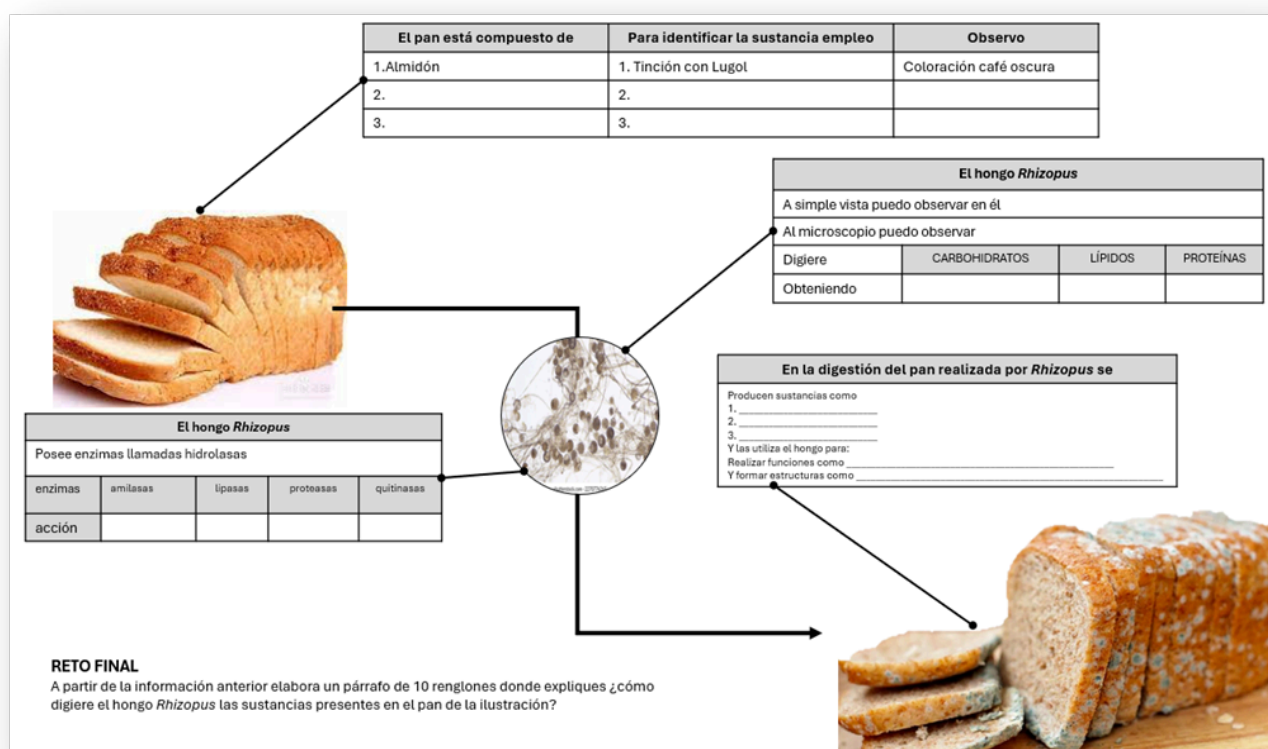
En esta etapa se estudiaron las características morfofisiológicas de los hongos, la relación que estos tienen con el ambiente, las dinámicas de transformación de la materia que realizan, su contribución al equilibrio ecológico y, en general, los flujos de materia y energía que favorecen a los ecosistemas.

⁸ Entendida como proceso en el que el estudiante comprende aquello que está viendo o aprendiendo y no solo se limita a la memoria, sino que por el contrario construye su conocimiento desde el significado, la interpretación y la reflexión, dando respuesta a sus inquietudes desde su propia construcción.

Finalmente, para cerrar la intervención en el aula, los estudiantes desarrollaron una infografía (véase la figura 12) en la que integraron los procesos de digestión extracelular y la liberación de enzimas para la degradación de la materia orgánica, teniendo en cuenta su papel biológico en la descomposición y su función ecológica como aquel organismo fundamental para el reciclaje de materia en un ambiente natural.

Figura 12.

Infografía procesos de digestión extracelular de Rhizopus sp. en el pan.



Nota. Diseño elaborado en diálogo con los tutores de trabajo de grado.

Finalmente, a partir de lo que se elaboró en el desarrollo de las sesiones, los estudiantes compartieron sus reflexiones y cuestionamientos frente a la experiencia y la construcción de conocimiento, estableciendo analogías de la detección enzimática y de los signos de la actividad de descomposición de los hongos. De este modo, esta intervención aportó en la comprensión sobre el papel de estos organismos en los flujos de materia y energía en un ambiente natural.

5. RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La recuperación de la experiencia se considera un ejercicio de reflexión e interpretación en el cual se reconstruyen, organizan y analizan declaraciones y respuestas que surgen del desarrollo de la intervención. Este proceso permitió retomar aspectos de lo ocurrido en el aula, reconociendo qué elementos emergieron de estas dinámicas y por qué fueron necesarios en la construcción del saber. Asimismo, orientó la identificación de los aprendizajes, el reconocimiento de las tensiones y el establecimiento de conexiones, favoreciendo el análisis y comprensión del maestro lo que posibilita resignificar las prácticas realizadas en torno a la enseñanza de las ciencias naturales.

Recuperar la experiencia permitió describir las actividades implementadas en el aula, en las que se favorecieron procesos de reconstrucción o construcción de conocimiento, a partir de interacciones y discusiones, se hizo posible poner en cuestión las dinámicas pedagógicas realizadas. Esto permitió mostrar lo que se realizó y la forma en que los estudiantes interpretaron, elaboraron y profundizaron el objeto de estudio. De igual manera, posibilitó identificar comprensiones, reconocer tensiones, dificultades o avances, y establecer conexiones en el desarrollo de la acción pedagógica.

Por ende, este ejercicio no se quedó en lo anecdótico de lo realizado en la intervención, por el contrario, propició analizar la complejidad de lo que se estableció en el aula, mostrar procesos de apropiación que llegaron a movilizar el intercambio de ideas y reconocer cómo estas dinámicas transformaron las prácticas del maestro y formas de aprender en los estudiantes.

En este sentido, se evidencia un aporte para documentar el problema del presente trabajo de grado, ya que permite un análisis de cómo a través de las intervenciones se configura el estudio de la descomposición de la materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como un problema de conocimiento en el aula. Por ende, posibilita identificar dificultades, avances y modos de participación de los estudiantes, así como los cambios en la manera de explicar el fenómeno. Esto contribuye a precisar cómo se desarrolla el

aprendizaje y las habilidades, centrados en cambios del sustrato, procesos biológicos, relaciones y condiciones propias de la descomposición favoreciendo la construcción y movilización de explicaciones con relación al proceso biológico.

De acuerdo con lo anterior, esta intervención en el aula, que tuvo como propósito *explicar el papel que el Rhizopus sp. juega en los procesos de descomposición de materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas*, favorece el desarrollo de explicaciones a partir de la observación y la experimentación. Esta actividad permitió recuperar la vivencia de los estudiantes, identificando los instrumentos realizados, los aprendizajes iniciales y la manera en que las explicaciones aprendidas facilitaron la comprensión del objeto de estudio: *descomposición mediada por el hongo Rhizopus sp. como problema de conocimiento*.

Por último, este proceso no se considera lineal, sino que, por el contrario, se presenta como dinámico, reflexivo y flexible, atravesado por diversos factores. Entre estos, se destacan las acciones y reacciones de los estudiantes, los contextos de aprendizaje y los recursos que intervienen directa o indirectamente, lo que posibilita la construcción de interpretaciones y representaciones basadas en un contexto en el que hay una historia. En consecuencia, se evidenció que lo identificado no era algo nuevo, sino que se encontró como parte de una experiencia que permitió comprender el carácter dinámico de la situación y reinterpretar o ajustar dicho conocimiento. De lo anterior, se permite considerar esta actividad como un acto creador que no fue únicamente individual, sino también colectivo, lo que favoreció el desarrollo de saberes a partir de situaciones particulares.

5.1 AGRUPACIONES

Como parte del proceso de recuperación de la experiencia, se configuran las agrupaciones como una forma de organizar la información que se obtuvo durante la intervención en el aula, en este sentido, permiten estructurar de manera pertinente los registros e interpretaciones. Estas surgen de la propia práctica desarrollada con los estudiantes y de los registros obtenidos, convirtiéndose en un recurso que posibilita

identificar emergencias dentro del aula y desarrollar criterios para distinguir aspectos y características de lo realizado.

De la misma manera, las agrupaciones permitieron identificar relaciones, acciones, percepciones y respuestas de los estudiantes, orientando al maestro a interpretar la experiencia y las explicaciones que el estudiante construye desde lo vivido. Es así que se evidenció una comprensión más amplia y dinámica del objeto de estudio, lo que favoreció la reflexión pedagógica y la toma de decisiones que llegaron a ser fundamentadas en la vivencia durante la intervención.

En este sentido, las agrupaciones se delimitaron en un ejercicio dialogado en el marco de las asesorías, por lo cual, las orientaciones para la organización de la información fueron determinantes para su consolidación, pues buscaban articular los aprendizajes y observaciones de los estudiantes con el entendimiento de los procesos de descomposición mediados por *Rhizopus* sp.; así como la construcción de conocimiento, el cuestionamiento de la experiencia y la artificialización del mundo natural.

La utilización de las matrices como un instrumento epistémico desarrollada dentro de las asesorías resultó fundamental para este propósito, ya que permitió estructurar los datos, relacionarlos y establecer conexiones entre los elementos observados, facilitando que las agrupaciones tuvieran sentido, fueran consistentes y representarán de manera organizada la experiencia del trabajo. De esta manera, las matrices no solo funcionaron como un instrumento de registro, sino que se configuraron como una herramienta central para la construcción y organización de las agrupaciones.

Igualmente, se buscó integrar los referentes teóricos, pedagógicos y disciplinares, así como las actividades desencadenantes y otros recursos didácticos como lo son infografías, guías y laboratorios de observación macroscópica y microscópica de los hongos. Esto permitió a los estudiantes interactuar, reflexionar y aplicar saberes abordados en las sesiones. Asimismo, la organización de agrupaciones propició la comparación, identificación y relación frente a la información obtenida; además de reconocer fortalezas,

problemas y comprensiones frente al objeto de estudio, llegando a generar reflexiones, interpretaciones y análisis sobre la experiencia de cada una de las fases.

Se retomaron registros obtenidos de la intervención que fueron analizados e interpretados teniendo en cuenta los referentes epistemológicos de problemas de conocimiento y la observación. Estos registros se definieron en agrupaciones (*véase la tabla 5*) como *“la experiencia visual, la organización de la experiencia visual y la complejización de la experiencia”* las cuales dan cuenta de los instrumentos, dinámicas llevadas a cabo (guías, diario de campo, laboratorios y montajes) y las reflexiones orientadas en cada uno de los momentos de la ruta. Estos instrumentos no solo guiaron el trabajo con los estudiantes, sino que posibilitaron la organización e interpretación de la información, en función de entender cómo se fue configurando el estudio de la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. como un problema de conocimiento.

En conclusión, las actividades que se desarrollaron durante la intervención en el aula contribuyeron a la comprensión y organización de la información, pues se evidenció que la experiencia abarcó tanto la recopilación, como la interpretación e identificación de la manera de construir el conocimiento. En esta línea se logra reconocer el cambio de explicaciones inicialmente centradas en transformaciones visibles del material orgánico hacia la incorporación de relaciones, condiciones y significados, para fortalecer la capacidad de cuestionar lo que el estudiante percibe o interpreta frente al objeto de estudio. Lo que permite dar cuenta de cómo avanza la comprensión del proceso biológico como un problema de conocimiento, en coherencia con el problema planteado dentro del trabajo de grado.

Tabla 5.

Matriz de agrupaciones emergentes para la recuperación de la experiencia

PROBLEMA DE TRABAJO DE GRADO	¿Cómo hacer del estudio de los procesos de descomposición que lleva a cabo el hongo <i>Rhizopus</i> sp. un problema de conocimiento con estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas?
OBJETIVO DEL TRABAJO	Profundizar en aspectos disciplinares y pedagógicos que aportan al estudio de los procesos de descomposición realizados por el hongo <i>Rhizopus</i> sp., como un problema de conocimiento.
PROPÓSITO DE LA RUTA	Explicar el papel que <i>Rhizopus</i> sp. juega en los procesos de descomposición de materia orgánica y su relación con los flujos de materia y energía en los ecosistemas
AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN
La experiencia visual	Retoma aspectos claves para enriquecer la experiencia visual de los estudiantes, a través de acciones de distinción y delimitación que les permiten cuestionar su experiencia básica construyendo sentidos colectivos. Acciones que permiten establecer relaciones a partir de una observación inicial condicionada por marcos de referencia personales. Se establece una primera aproximación al proceso biológico de la descomposición en la que la experiencia visual se configura como un espacio para interrogar lo que se observa desarrollando nuevas formas de interpretar y construir el mundo para dar explicaciones.
La organización de la experiencia visual	Retoma aspectos relacionados con la organización de la experiencia visual a partir del establecimiento de relaciones con la idea del tiempo y los cambios que ocurren en la descomposición de la materia orgánica por medio del uso de montajes para la observación de estructuras. En esta se evidencia que el nivel de observación está mediado por la carga teórica, reconstruyendo ideas y comprensiones desde el lenguaje y la experiencia. El generar cuestionamientos e interrogantes supone una comprensión creciente del proceso biológico, convirtiéndose en una experiencia cognitiva y logrando comparar, analizar y reflexionar sobre lo que se llega a percibir. De esta manera la experiencia deja de ser solo una percepción sensorial, para constituir una construcción de significados.
La Complejización de la experiencia	Reconoce un nivel de observación centrado en la representación de procesos bioquímicos en el que se identifican relaciones existentes entre lo que se ve en los cambios físicos y químicos y los procesos a nivel molecular, responsables de la transformación de la materia orgánica. Se evidencia la complejización de la experiencia basada en la superación de interpretaciones reduccionistas y la construcción de explicaciones, desarrollando interpretaciones en el que los cambios físicos y procesos químicos de la descomposición se articulan con los procesos metabólicos del hongo.

Nota: realizada en el espacio de asesorías académicas para la organización de la recuperación de la experiencia.

5.1.1 La experiencia visual

Inicialmente, en esta agrupación se integran aspectos fundamentales para fortalecer la experiencia visual de los estudiantes a través de acciones de distinción y delimitación, lo que favorece el cuestionamiento de sus propias vivencias. Tal como señalan Valencia et al. (2003) el cuestionamiento de la experiencia es “la instancia que permite al sujeto adquirir un sentido renovado del fenómeno que le permite cuestionar las analogías primeras, enriquecer las metáforas, complejizar las descripciones y explicitar los sentidos” (p.4). Por ende, se considera que los estudiantes logran cuestionar lo que perciben y lo que saben, superando una mirada superficial⁹ del objeto de estudio. Esto posibilita una comprensión visual que no se limita únicamente a abordar lo evidente, sino que, por el contrario, busca propiciar procesos de interpretación y construcción de explicaciones.

De lo anterior, la presente agrupación buscó fomentar la observación detallada¹⁰ de un ambiente natural que permitiera cuestionar la experiencia y delimitar a los hongos como un objeto de estudio. Esto se llevó a cabo con el fin de retomar aspectos claves para enriquecer la percepción visual de los estudiantes, a través de acciones de distinción en las que se objetaron las propias explicaciones. Como lo menciona Hanson (2005), la visión es una acción que tiene una carga teórica, en la que la observación es moldeada por un conocimiento anterior, de ahí que, el lenguaje y los sistemas de símbolos que se usan para expresar lo que se conoce, no sólo comunican el saber, sino que lo hacen posible influyendo en el entendimiento del sujeto.

La anterior afirmación, permitió entender que la observación se caracteriza por ser cambiante ya que depende del aprendizaje, el lenguaje y la experiencia de quien vive. Por consiguiente, la interpretación del sujeto se transformó constantemente, puesto que todo el tiempo estuvo expuesto a nuevas formas de comprensión y vivencias. En consecuencia,

⁹ La mirada u observación superficial para la autora del trabajo hace referencia a la manera en que los sujetos observan sin detallar o profundizar solo teniendo en cuenta aspectos que llegan a ser evidentes o aspectos externos de aquello que se está observando, sin analizar, indagar, reflexionar o comprender lo que se ve.

¹⁰ Ver nota 7

dentro de esta agrupación se reunieron tres sesiones orientadas a fortalecer la manera en que los estudiantes se aproximaron al fenómeno natural. Estas sesiones se desarrollaron de manera articulada, de tal forma que cada una pudo aportar elementos para lograr pasar de una mirada no reflexiva¹¹ a una más fundamentada y detallada.

Inicialmente se desarrolló un diario de campo (*véase la figura 13*) con el fin de que los estudiantes pudieran describir, explicar y precisar todo aquello que observaban al momento de desarrollar las fases y sesiones de la intervención en el aula, fortaleciendo la capacidad de representar y reflexionar sus vivencias para la construcción de conocimiento. Al respecto Roa y Vargas (2010) mencionan que un diario o cuaderno de “campo” puede ser más que un registro de datos o información. Este es una forma de preservar recuerdos y experiencias, con el fin de compartirlas, discutir las y compararlas con otras en el futuro.

A partir de lo anterior, se considera que los estudiantes están consignando tanto datos de su contexto como descripciones de este y dan cuenta de interpretaciones, preguntas y posibles explicaciones de fenómenos, lo que permite ir más allá de transcribir lo que se ve. En tal sentido, Roa y Vargas (2010) afirman que el registro de las apreciaciones y comentarios de los estudiantes puede proporcionar oportunidades de creatividad y reflexión, en el que se da la construcción de un conocimiento personal, no solo desde una perspectiva intelectual, sino también emocional. Lo anterior, abre las puertas a considerar que las percepciones configuradas son parte del aprendizaje y se hacen esenciales para la comprensión. Así pues, el cuaderno de campo se constituye en una estrategia para el diálogo, la reflexión y la discusión de las formas en que se apropia el saber.

Por esta razón, se considera que en este proceso los estudiantes establecen interpretaciones, plantean preguntas y formulan posibles explicaciones frente a los fenómenos que observan, por lo tanto, el registro que se realiza en el diario de campo trasciende la función de ser únicamente aquel que recolecta y guarda información, a una

¹¹ La mirada no reflexiva para la autora del trabajo de grado, hace referencia a una observación inmediata en la que el sujeto no cuestiona las relaciones, causas o sentidos de lo que ocurre, lo que supone que no haya una problematización de la experiencia. En este sentido, el saber se limita a descripciones sin análisis, interpretaciones “evidentes” y sin articulación a referentes o saberes ya contruidos.

que favorece la reflexión, lleva a la problematización y permite la construcción de explicaciones. De esta manera, no solo analiza e interpreta lo que observa, sino que también lo transforma desde la experiencia e intercambio de ideas.

Figura 13.

Portadas de los diarios de Campo



Nota. Portadas elaboradas por los estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas (2025).

La primera sesión titulada “*Más Allá de lo Evidente*” estuvo centrada en la experiencia visual del estudiante usando el libro ilustrado Zoom de Istvan Banyai, desarrollado a través de una serie de imágenes que se alejan de una escena para entrar a otra. Este libro invita al lector a hacer un recorrido visual en el que el cambio de enfoque

puede llegar a alterar la comprensión de una situación, recordando que la observación estará limitada por la perspectiva del sujeto, la cual la articula a su experiencia y conocimiento construido a través de su vida.

A medida que se realizó la actividad, los estudiantes llevaron a cabo un ejercicio de interpretación de aquello que lograban ver ([véase el anexo E](#)). En este proceso se evidencia que lo que veían los estudiantes se centró en lo que parecía “obvio”, pues sus interpretaciones se enfocaron en aspectos visibles y evidentes del fenómeno, asumiéndolos como explicaciones suficientes. Esto limitó otras posibles interpretaciones no evidentes en la observación inmediata. Bachelard (1948) plantea que solo la razón llega a dinamizar la observación, pues sólo ella permite ir más allá de la vivencia común que es inmediata y engañosa, para dar lugar a una científica que es indirecta y fecunda.

Esta afirmación viabiliza identificar que el aprendizaje inmediato puede llevar a lo “obvio” en el sujeto, es decir, que aquello se percibe de manera directa a través de los sentidos muchas veces no implica una reflexión. En este nivel, la observación no trasciende las ideas iniciales, lo que dificulta cuestionar y problematizar las primeras interpretaciones. En consecuencia, esto no favorece la reflexión, el análisis y la profundización de aquello que se mira, por lo cual, se hace necesaria una mirada fundamentada que apoyada en la razón y en los marcos conceptuales permita problematizar la experiencia y desarrollar una comprensión del objeto de estudio.

Este ejercicio inicial establece como punto de partida la importancia de trascender lo que el estudiante asume como incuestionable, reconociendo que lo que conoce y sus experiencias han configurado la manera en que interpreta el fenómeno. De la misma manera, ver llega a posibilitar la formulación de explicaciones y reflexiones frente al cuestionamiento de lo experimentado, permitiendo rescatar la forma en que ellos logran construir conocimientos a partir de la experiencia visual, pues favorece la comprensión del mundo natural que el sujeto percibe.

Respecto a este primer acercamiento, se pueden evidenciar diferentes niveles de observación en los estudiantes. Por ejemplo, cuando nos referimos a la pregunta *¿Dónde*

se encuentra el gallo? Se evidencia qué parte de lo que el estudiante reconoce en su realidad abarca un marco de referencia social que le da sentido a lo que observa. Los estudiantes señalan que E1: *“Si es un gallo es probable que esté en un gallinero”*, E2: *“Debe estar en una casa o en el campo”*

Conforme a E1 y E2, muestran que asocian esas interpretaciones a aquello que conocen o que han construido desde sus experiencias y aprendizajes anteriores, proceso que no solo se da de manera individual, sino que, también tiene en cuenta la construcción social y cultural que configura el saber del sujeto. Como lo mencionan Valencia et al. (2003), la interpretación y propósito que asignamos a la realidad está relacionado con lo que se construye desde las vivencias. Es decir, la manera en la que el hombre da sentido se relaciona consigo mismo y con su mundo natural y social, generando la emergencia de representaciones que movilizan las formas de relacionarse con dicho mundo.

En cambio, el E3 menciona que *“Puede estar en KFC para poder consumirlo después”*, hace una interpretación irónica que, aunque no contesta lo que se espera, refleja una capacidad de trasladar lo que ve, a contextos en los cuales puede llegar a tener significado. Hanson (2005) afirma que lo que se ve, se interpreta de una forma diferente ya que los datos que percibe el observador llegan a ser distintos al de los demás, haciendo que sean coherentes con la base del saber ya establecido. En este caso, se evidencia que el estudiante recontextualiza lo que ve a partir del interés y/o conocimientos conformados, reflejando que lo que se aprende llega a ser subjetivo y se basa en gran medida en su contexto social o cultural, lo que genera una interpretación fundada en lo que conoce. Es así como la información anterior se relaciona con la idea expuesta por Hanson (2005) quien señala que, aunque toda observación parte de las mismas representaciones visuales, lo que se interpreta será de una forma distinta, puesto que muestra datos que son moldeados por teorías, interpretaciones o construcciones intelectuales diferentes.

Con relación a la pregunta *¿Dónde estará la habitación en la que se encuentran los niños?*, se revela el primer paso hacia una descripción detallada, pues allí se interpreta a partir de los conocimientos, lo que el estudiante ha configurado en el transcurso de su vida,

teniendo en cuenta las interacciones o relaciones que este establece; además de las creencias y teorías que se ha construido y reconstruido en el transcurso del tiempo. A su vez, esto muestra que la observación no es reflejo de la realidad externa, sino que es influenciada por experiencias que le dan sentido, ya que lo que se distingue tiene significado para quien lo mira. En este sentido, se aprecian las intervenciones de *E1*: “*En una finca, profe la habitación tiene unos puntos, pueden ser hongos*”, *E2*: “*En la habitación hay una abeja, puede que tenga un panal*”

De lo anterior, se destacan elementos que reflejan una observación más detallada y precisa, pues ya no se hace referencia a lo que se ve de manera superficial, sino que, por el contrario, se interpreta a partir de detalles mínimos del retrato, que se relacionan y organizan para facilitar la comprensión. Además, el análisis que desarrolla el estudiante permite evidenciar su capacidad para cuestionar lo percibido, dando paso a una posible respuesta coherente con el conocimiento establecido por el estudiante. Como expone Hanson (2005), toda observación está cargada de teoría. Por esta razón, a partir de sus saberes reconocidos, validados y aceptados, tratan de explicar lo que observan, como los puntos relacionados con los hongos o la presencia de la abeja y del posible panal, mostrando también que los alumnos empiezan a relacionar lo que ven con algunos razonamientos o hipótesis.

Por su parte, el *E3* señala que “*la habitación se encuentra en una casa que está cerca al gallinero*” lo que muestra una relación espacial de la habitación con el entorno en el cual se encuentra, favoreciendo la identificación de algunas conexiones entre los objetos que están allí y evidenciando que se establecen vínculos entre el espacio físico y los materiales presentes en él, con el fin de darle un significado a su interpretación. Adicionalmente, la observación refleja cómo el estudiante da sentido a lo que ve a partir de elementos reconocibles y muestra que este ejercicio no se basa únicamente en la visualización, sino también, en la interpretación de la información que le proporciona el contexto.

De la misma manera, con la pregunta *¿Dónde creen que se encuentra la mujer que está construyendo la granja?*, se manifiestan respuestas e interpretaciones basadas en distintas situaciones como se refleja en E1: *“En una juguetería, la granja es un juguete y se nota que ella está jugando con ellos”*, E2: *“Está en el televisor o en un anuncio”*, E3: *“Está en su habitación, haciendo una maqueta de la granja”*, en los que se identifica la materialidad de los objetos, una hipótesis fundada en los medios de comunicación o una ubicación en un contexto cotidiano. Estas respuestas reflejan la manera en que se puede llegar a explicar desde lo concreto, lo imaginario y lo inferencial. Como lo menciona Bruner (2018), la representación concreta hace referencia al modo de plasmar acontecimientos por medio de respuestas motoras. En el caso de la respuesta del E3, se basa en acciones y experiencias particulares de la vida cotidiana respecto a algo que podría hacer o ver.

En cuanto a la representación de lo imaginario, Bruner (2018) señala que se codifica o agrupa recuerdos de acuerdo con lo experimentado, basado en imágenes mentales que realiza el sujeto. Por ende, el E2 muestra una representación de lo imaginario en el que recurre a una imagen mental, afirmando que lo que observa no es real, sino que, por el contrario, es producto de los medios de comunicación, escenario visual alternativo que se utiliza para poder explicarlo. Finalmente, se encuentra la representación inferencial en la que se evidencia el momento en que se hace una traducción de la experiencia a una forma de representación simbólica, despejando el camino hacia posibilidades intelectuales que puedan proporcionar un sistema de formación de imágenes para explicar el mundo. E1 interpreta la escena desde una explicación basada en lo aprendido en el transcurso de su vida, proceso que permite operaciones complejas y concretas para dar una explicación a lo que logra percibir.

Por último, las respuestas a la pregunta *¿Dónde se encuentra el crucero?* muestran un razonamiento deductivo y contextual en el que se aprecia que E1: *“En el mar”* y E3: *“Profe es que si lo vemos desde la lógica esta debería estar en el agua”* recurren al razonamiento basado en la comprensión que estos han configurado. Por lo tanto, les permite entender, explicar o resolver las distintas inquietudes que se generan al momento

de realizar la actividad. Este proceso de construcción de conocimiento parte de un conjunto de habilidades, experiencias e información que el estudiante desarrolla en el transcurso del tiempo y reconstruyen su realidad basada en vivencias particulares. Como lo señalan Camargo y Hederich (2010), el sujeto no se puede desarrollar de una manera aislada del contexto, de la interacción social y cultural. Por consiguiente, dicha dinámica pasará a un plano individual desde el cual el estudiante tomará decisiones, entenderá el mundo y resolverá problemas frente a situaciones que se le presenten.

Seguidamente, se destaca que en *E2: "Profe, puede que esté en una fotografía"* se expone una observación basada en una representación. Respecto a esto, Valencia et al. (2003) refieren que esta se relaciona con el sentido y significado que se le asigna al mundo a partir de las vivencias, permitiendo la emergencia de representaciones y movilizándolo diferentes formas de relacionarse con su contexto. Por lo anterior, se considera que la observación da paso a las hipótesis planteadas por los estudiantes en la medida en que lo que se percibe no se limita a una descripción de lo visible, sino que invita a formular explicaciones o suposiciones sobre los contextos o causas de lo que se ve. A partir de lo que se ve, la mente llega a organizar la información, la relaciona con sus aprendizajes construidos y se desarrollan posibles respuestas que van más allá de lo evidente, convirtiéndose en una fase para la constitución de explicaciones de lo percibido.

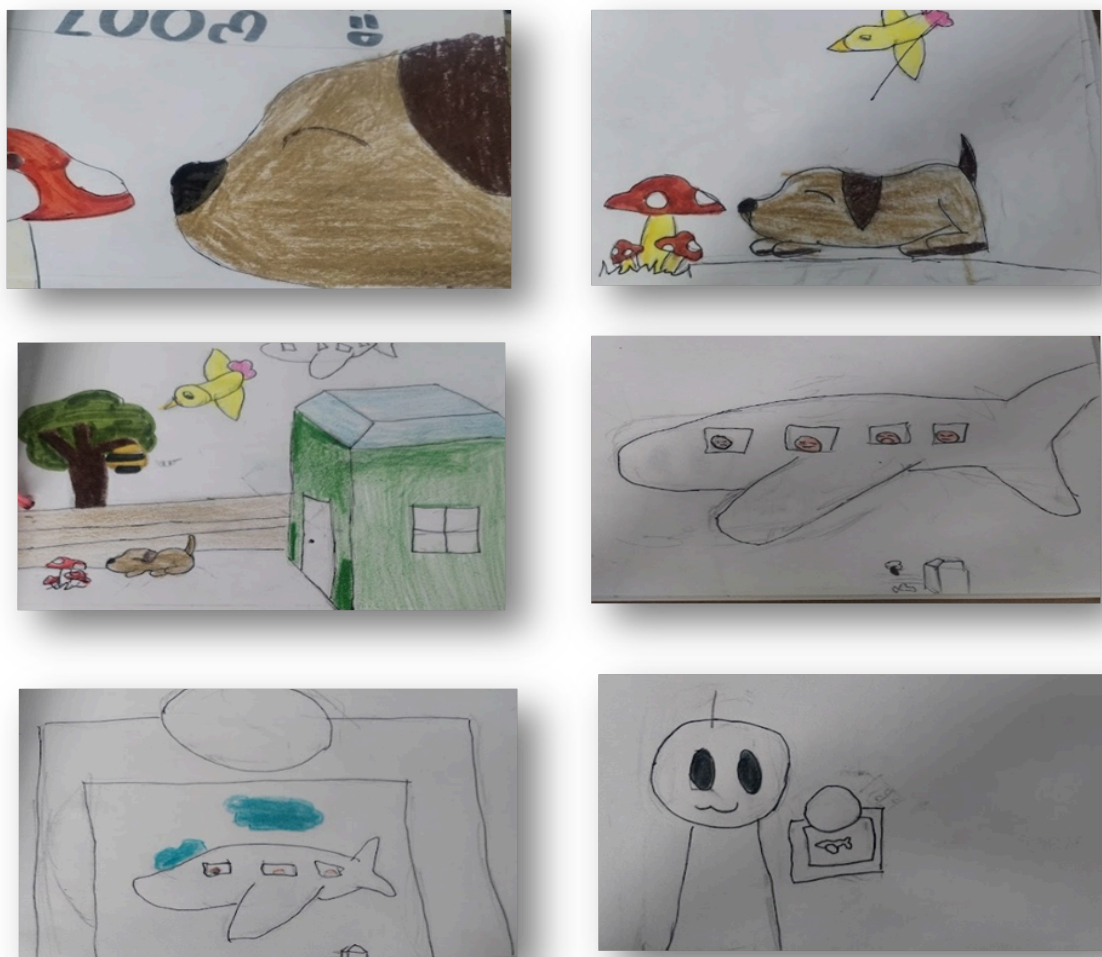
Por otro lado, los estudiantes realizaron un *zoom* (véase la figura 14) similar al que se había abordado y evidenciaron que a través de este ejercicio se encontraron nuevas interpretaciones, logrando resignificar lo que perciben y relacionarlo con su contexto. Esta actividad muestra cómo la observación, además de explicar hechos, se configura como una construcción de significados que parten de un marco referencial posibilitando que los estudiantes puedan conectar sus saberes con experiencias nuevas, lo que fortalece la reflexión en su proceso metacognitivo.

Estos significados no son estáticos, sino que se transforman a partir de la interacción social, aprendizajes previos e interpretaciones que se elaboran. Como lo afirma Giordan y De Vecchi (1995), es un desarrollo personal por el cual se estructura un saber mientras se

van integrando los conocimientos. Esta comprensión se determina, en la gran mayoría de los casos, en un periodo grande de la vida del individuo a partir de la acción cultural, la práctica social, la influencia de los diversos medios de comunicación, entre otros. De esta manera, el observar se convierte en un método de apropiación y de resignificación que enlaza procesos imaginarios con representaciones desarrolladas previamente y el contexto sociocultural en el que se encuentra el sujeto, favoreciendo la construcción del entendimiento.

Figura 14.

Ejercicio zoom



Nota. Ejercicio elaborado por los estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Scalas (2025).

En la misma línea se realizó una segunda sesión titulada “*el otro corazón del Humedal*”. En esta, se mostró un video (actividad desencadenante) realizado con Google

Earth en el cual se observa el humedal Santa María del Lago ([véase el anexo F](#)). La pieza audiovisual inicia con una vista del planeta y luego se acerca progresivamente al humedal, lo que permite analizar este entorno a través de diferentes escenas y favorece el reconocimiento de los hongos, su diversidad y su relación directa con los procesos de descomposición. Este ejercicio ayuda a los estudiantes a comprender de manera explícita la conexión entre las condiciones del entorno y los flujos de materia y energía, reconociendo el papel de los hongos en los procesos de descomposición y su importancia en el equilibrio ambiental ([véase la figura 15](#)).

Figura 15.

Estudiantes observando el video realizado en google Earth



Nota. Fotografías tomadas por la autora.

A partir de este ejercicio, se desarrolló una guía de preguntas ([véase el anexo G](#)) en las que se buscó comprender la diversidad de los hongos y su relación con la descomposición en el ecosistema; además, de reconocer algunas expresiones claves respecto a este. En esta actividad se encontraron las siguientes respuestas:

G1: *“Los hongos viven de la materia orgánica, la desintegran por ellos no hay una pila de cuerpos y de materia orgánica”.*

G1: *“Sin ellos los desechos orgánicos no se descompondrían, igual que las hojas caídas de los árboles, los cuerpos sin vida y toda la basura no se podría descomponer nuestro mundo estaría lleno de basura”.*

G2: *“Organismos como los hongos descomponen, rompen o transforman la materia orgánica”.*

G2: *“Los hongos liberan los nutrientes que estaban atrapados en los cuerpos muertos y los devuelve al suelo, así las plantas absorben esos nutrientes”.*

G3: *“Las hebras son como raíces con forma de hilo que ayudan a los hongos a llevar a cabo sus procesos. Son como tejido además contienen filamentos”.*

G3: *“Hongo se alimenta por raíces, tronco, hebras, lo que permite cambiar el tamaño, expulsando esporas y absorbiendo nutrientes”.*

G4: *“Los hongos ayudan a dar vida al ecosistema, lo hacen descomponiendo alimentos o basura”.*

G4: *“Cuando el hongo aparece en una fresa empieza a ponerse muy blandita y suelta agua, luego le empieza a salir un tipo de pelusita blanca hasta el punto de cubrirla completamente”.*

Las interpretaciones o argumentos que plantean los grupos de estudiantes evidencian cómo a partir de la observación de fenómenos cotidianos, que se mostraban en el video, lograron delimitar y distinguir objetos, procesos y funciones ecológicas que tienen los hongos en un ambiente natural. Lo anterior, procede desde la atención a las características, relaciones y cambios en el tiempo, lo que genera reflexiones respecto a su interacción con el entorno. Como lo mencionan Valencia et al. (2003), las situaciones desencadenantes llegan a constituirse en espacios para el cuestionamiento o la problematización de situaciones del mundo cotidiano, lo que permite a un grupo de sujetos orientar y delimitar sus intereses para construir conocimiento. Por lo anterior, el video invita a los estudiantes a comprender y reconocer el papel de los hongos en un ambiente natural, valorando su rol en la transformación de la materia a partir de explicaciones basadas en lo observado además de tener en cuenta los saberes previos del estudiante, proceso que posibilita llegar a nuevas comprensiones.

Se evidencia que en G1 y G2 reconocen la función ecológica de los hongos en la descomposición de la materia orgánica, puesto que tratan de explicar las etapas de manera intuitiva a partir de sus experiencias o del vídeo presentado. Es así que, estas explicaciones muestran un primer acercamiento a la identificación y distinción de la función ecológica de los hongos, relacionándola con la transformación de las sustancias o la degradación de la materia en el medio y mostrando que comienzan a comprender la descomposición como producto de una actividad metabólica, que tiene como resultado la liberación de nutrientes al entorno. Del mismo modo, G3 se basa en caracteres morfológicos de los hongos como las hebras o filamentos que permiten que estos organismos puedan reproducirse o nutrirse. En el mismo sentido, el G4 hace una descripción de un caso observable en el cual se llega a distinguir algunas fases del proceso de degradación en los alimentos.

Estas explicaciones construidas por los estudiantes reflejan la capacidad de interpretación y reconocimiento que desarrollan frente al objeto de estudio, pues llegan a establecer relaciones al momento de verbalizar sus ideas que provienen de su experiencia y la observación, generando significados propios que permiten la explicación y comprensión de lo abordado. Valencia et al. (2003) señalan que “la actividad del aula se configura colectivamente y en ella el maestro juega un papel fundamental en la distinción de los intereses de los estudiantes, en la definición intencionada de los propósitos y en la orientación de los procesos” (p.9). Esto favorece la ampliación de la perspectiva para cuestionar sus primeras impresiones y percepciones.

Además, se constató que los estudiantes, al tener una noción inicial de aquello que se está hablando y al dar explicaciones sobre las características, efectos visibles y la relación que puede existir en su vida cotidiana, generan una movilización de ciertos esquemas en el transcurso de una actividad representativa. A partir de estos, se puede inferir una concepción que posteriormente se explicita mediante contraposiciones (Giordan y De Vecchi, 1995), pues los estudiantes llegan al aula con nociones iniciales de los fenómenos naturales que hacen parte de esquemas de pensamiento orientando la manera en que se llega a interpretar la realidad. Por consiguiente, se movilizan preguntas y

experiencias que desembocan en una explicación y confrontación de ideas con sus compañeros para llegar a una reorganización o reconstrucción conceptual.

Por último, se encuentra la tercera sesión titulada “*Vida Oculta Bajo Nuestros Pies*”, en la que se observa un avance más detallado hacia la comprensión de diferentes niveles de representación de los objetos. Esta sesión está dividida en dos secciones. En la primera, que lleva por nombre “los *habitantes del suelo*”, se desarrolló una práctica de laboratorio de observación macroscópica y microscópica de los hongos ([véase el anexo H](#)). Allí se elaboró una guía que evidenció aspectos como la forma, organización, textura, color y tamaño de los hongos. Finalmente, se encontraron afirmaciones respecto a las características vistas de *los hongos de la tierra, el champiñón y la levadura* (véase la tabla 6).

Tabla 6.

Comentarios realizados por los estudiantes, primer laboratorio de hongos

Tipo de hongo	Observación macroscópica	Observación microscópica
De la tierra	G1: “forma: rectangular, organización: solo un organismo, Textura: babosa, color: azul, tamaño: normal.” G2: “forma: granitos de arroz, organización: grupal, textura: moco, color: blanco tamaño: pequeño.” G3: “forma: alargada, organización: individual, textura: algodonosa, color: blanco, tamaño: pequeño.” G4: a) “Forma: montañosa y circular, organización: agrupadas, textura: porosa, color: blanco y verde, tamaño: ocupa la mayor parte de la lámina.”	G1: “forma circular, organización: varios organismos, textura: aguado, color: azul con puntos negros, tamaño: muy pequeño.” G3: “forma: granitos/manchas, organización: individual, textura: líquida, color: azul, tamaño: pequeño.” G4: forma: circular con imperfecciones, organización: colonial, textura: suave a la vista, color: azul claro, oscuro y blanco, tamaño: pequeño/ diminuto.” G7: forma: telitas negras con cabecitas, organización: varios organismos, textura: aguadito, color: negro- blanco, tamaño: diminuto.”
Champiñón	G1 “forma: rectangular, organización: unido, Textura: sólida, color: morado, tamaño: normal. G2: “forma: rectangular, organización: solo un organismo, Textura: babosa, color: azul, tamaño: normal.” G4: “forma: un tallo café, organización: agrupada, Textura: porosa con pequeños grumos, color: café y muy oscuro.”	G1: “forma circular, organización: unido con puntos, textura: líquida, color: azul y blanco, tamaño: pequeño.” G4: forma: rectángulos con zigzag (láminas), organización: colonial, textura: duro con textura afelpada, color: café oscuro, tamaño: muy pequeño.” G7: forma: puntos negros, organización: individual, textura: suave, color: negro y blanco, tamaño: pequeño.”
Levadura	G1: “forma: rectangular, organización: unida, textura: cremosa, color: beige, tamaño: normal.” G2 “forma: granos, organización: solo un organismo, Textura: babosa, color: azul, tamaño: normal.”	G1: “forma: circular, organización: unida, textura: cremosa, color: beige, tamaño: grande.” G6: forma: puntos, organización: agrupado, textura: líquida, color: blanco y negro, tamaño: pequeño.”

En estas menciones que elaboraron los estudiantes se evidencia que la observación realizada frente a las características de estos hongos se desarrolló desde una mirada situada en la experiencia del observador, dado que utilizan analogías frente a lo que han experimentado como lo es la forma de algodón o que esté moco o baboso. En este sentido, Hanson (2005) afirma que “la observación de x está moldeada por un conocimiento previo de x. El lenguaje o las anotaciones usados para expresar lo que conocemos y sin los cuales habría muy poco que pudiera reconocerse como conocimiento” (p.17). Todo esto refleja la experiencia del estudiante, en el que se mira a los hongos desde su saber ya

construido y sus vivencias sensoriales, haciendo que la descripción esté moldeada por lo que ya conoce.

Así mismo, se evidencia que G1, G2 y G3 realizaron comparaciones con objetos conocidos frente a la textura y la forma, lo que muestra una descripción sensorial basada en el uso de los sentidos, lo que da cuenta de aquello que se está percibiendo. Por lo anterior, las descripciones de los alumnos hacen parte de percepciones generales que se pueden abstraer de lo que ven. Hanson (2005) hace referencia a que puede ser que el observador desconozca lo que observa, este intenta únicamente que lo que mira sea coherente frente al conocimiento establecido.

Respecto a G4, G6, y G7, se caracterizan por describir las formas, organización y rasgos más detallados y con mayor precisión, en los que incluyen variación o combinaciones frente a lo que se logra ver del organismo, percibiendo más de un carácter a la vez. En estas respuestas se identifican estructuras específicas, el tamaño relativo y la organización de la colonia, por lo que se puede evidenciar que estas llegan a ser, más contextuales como lo señaló Hanson (2005) al manifestar que la visión no es solamente el hecho de tener una experiencia visual, es también la forma en la que se tiene esa vivencia, en el que las formas de comprensión se encuentran en la visión y no en algo que se añade a ella.

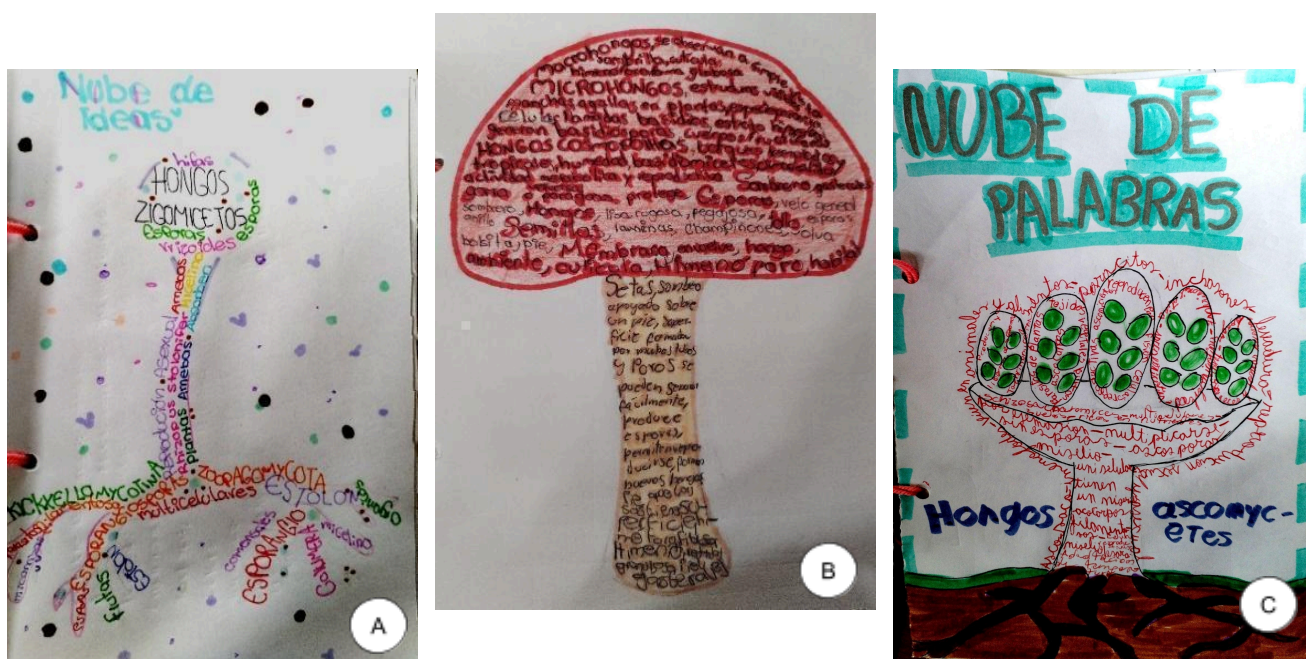
En consecuencia, se evidencia que, en el ejercicio de observación, los estudiantes tratan de tener una precisión y detalle frente a las descripciones, cubriendo aspectos más estructurados y holísticos. Asimismo, tratan de percibir cómo las estructuras se relacionan entre sí para formar en este caso al hongo. Además, son evidentes los aspectos contextuales que demuestran la manera en que están mirando con apoyo de un marco de referencia que le da sentido a lo que se puede percibir.

Posteriormente, se proporcionó una infografía de grupos de hongos ([véase el anexo 1](#)) con el objetivo de realizar una nube de palabras, en el que los equipos de trabajo (equipos micológicos) se cuestionaron respecto a la diversidad de estos grupos y su relación con los procesos de descomposición a partir de preguntas como ¿Cuáles son las condiciones en

los ambientes naturales que permiten la presencia de hongos?, ¿Qué características son distintivas del grupo de los hongos?, ¿Cómo estudiar hongos en el laboratorio? Esto permitió evidenciar que estas preguntas no solo buscan información, sino que indagan en el estudiante sus concepciones para propiciar una expresión de aquello que sabe e imagina, contrastando y enriqueciendo su conocimiento con los demás comentarios. (véase la figura 16)

Figura 16.

Nube de palabras realizado con base a la infografía proporcionada por la docente



Nota. En las imágenes se identifican palabras clave asociadas a los hongos, como su clasificación, características y funciones; específicamente de: a) hongos zigomicetos, b) hongos basidiomicetes, c) hongos ascomicetes. Fotografías tomadas por la autora.

Esta sesión estuvo centrada en despertar la curiosidad de los estudiantes y motivarlos a ir más allá de lo perceptible a simple vista, reconociendo en la observación un punto de partida para la configuración del saber sistémico, pues, como lo menciona Hanson (2005), la visión es una experiencia. Para apoyar este proceso se desarrolló la nube de palabras que permitió describir, analizar y reflexionar sobre el objeto de estudio,

comprendiendo que sin observación no habría sustento para la construcción de conocimiento.

De esta manera, a partir de la realización de esta actividad, se desarrollaron contrastes de las distintas opiniones e interacciones, favoreciendo la estructuración de las explicaciones basados en lo que ve y en sus experiencias en el que se tratan de encontrar explicaciones de lo que sucede a su alrededor. En este proceso no solo buscan respuestas, sino que también se despierta una motivación, ocasionando, como lo indica Giordan y De Vecchi (1995), que una concepción se actualice siempre por la situación vivida y por las preguntas planteadas, para el desarrollo de su comprensión a través de la movilización de su saber y adaptación a la situación que el estudiante vive.

Finalmente, este proceso, que fue desarrollado de manera grupal, permitió comprender que el aprendizaje no es meramente individual, sino que, también intervienen las relaciones sociales y culturales que el estudiante establece en su contexto, en el que se intercambian opiniones y percepciones frente a lo que está aprendiendo. De igual manera, aporta experiencias, conocimientos y perspectivas que promueven una construcción o reconstrucción de su entendimiento referente al proceso biológico; pues este intercambio y confrontación de ideas permite una movilidad de pensamiento que se convierte en una dinámica que llega a ser esencial en el estudiante.

Para concluir, esta agrupación permitió identificar una primera aproximación a la experiencia visual, en la que las acciones desarrolladas como el diario de campo, lectura e interpretación del libro Zoom, análisis del video desencadenante y la práctica de laboratorio posibilitaron que el estudiante no solo se quedara en la descripción de lo evidente, sino que también llegara a interrogar, interpretar y vincular el conocimiento que se desarrolla en las actividades con sus saberes. Esto genera una movilización de las percepciones e ideas inmediatas e intuitivas hacia interpretaciones profundas, relacionales y fundamentadas.

Dichas actividades propiciaron la distinción y delimitación del objeto de estudio en el que los alumnos cuestionaron lo que observaron, identificando que este es influenciado por sus marcos teóricos contruidos. Por ende, las comprensiones emergieron desde un proceso de diálogo entre la práctica sensible y la reflexión, favoreciendo la formulación de explicaciones. Este primer acercamiento enriqueció la visión del estudiante, así como también dio paso a que se llegaran a situar en la segunda agrupación, en la medida en que contaron con instrumentos iniciales para analizar, articular y organizar la experiencia visual con nuevas formas de representación, interpretación y razonamiento de los fenómenos.

5.1.2 La organización de la experiencia visual

En esta segunda agrupación se retomó aspectos relacionados con la organización de la experiencia visual del estudiante, a partir del establecimiento de relaciones basadas en la idea del tiempo y los cambios que ocurren en la materia orgánica a causa de la descomposición mediada por los hongos, específicamente por el hongo *Rhizopus* sp. Este proceso se llevó a cabo a través del desarrollo de cultivos y uso de montajes para la observación de las estructuras y características de los mismos.

Se tomó como punto de partida la artificialización del ambiente evidenciado en los montajes de estos organismos, lo que permitió a los estudiantes analizar los cambios, cuestionar y establecer interrogantes que dieron cuenta de la comprensión de los procesos de descomposición que se daban a partir de la actividad enzimática, enriqueciendo las explicaciones sobre este objeto de estudio. Como señalan Valencia et al. (2003), artificializar el mundo natural permite que el individuo se distancie de la experiencia básica, pues se imponen condiciones e interrogantes que permiten tener una mayor información. En esta acción, el individuo se dota de elementos para la construcción de nociones de conocimiento y determina estrategias para el desarrollo de relaciones que van hacia la interpretación organizada de los procesos biológicos.

Por lo anterior, la artificialización del mundo natural favorece el cuestionamiento de la experiencia visual, pues al representar el objeto de estudio basado en un proceso

manipulable, los estudiantes podrán verlos, compararlos, analizarlos y reflexionar sobre aquello que logran percibir. De esta manera, la observación se convierte en una vivencia que posibilita la construcción de aprendizaje, ya que, al interpretar y cuestionar dicha experiencia de manera individual y colectiva generará el enriquecimiento de los saberes en los alumnos.

Inicialmente, en el desarrollo de esta segunda agrupación se llevaron a cabo dos sesiones enfocadas en cómo se logra evidenciar los signos de descomposición en la materia orgánica, el cual es un proceso que llega a posibilitar la organización de la experiencia visual. Cepero de García et al. (2012) mencionan que los hongos al descomponer materia orgánica llegan a producir tres tipos de pudrición: la blanca, la marrón y la blanda. Los resultados de estas pudriciones suelen tener signos en el sustrato que se pueden identificar desde lo que se mira debido a su aspecto, evidenciando que esta se vuelve blanquecina, amarillenta o, incluso, más oscura, húmeda y brillante. A su vez se tuvo en cuenta el nivel de observación del estudiante, mediado por la carga teórica y la construcción de montajes para el estudio del hongo.

La primera sesión *“Rhizopus sp., el arquitecto de la descomposición”* tuvo como actividad central la presentación de un video que evidenció la transformación de alimentos en distintos estados de degradación, dado por acción de los hongos. Para ello se realizó una guía de preguntas (véase la figura 17) con el fin de que el estudiante pudiera identificar los cambios físicos y químicos que ocurren al momento de transformarse las sustancias. En este, se realizaron preguntas como *“¿Qué crees que sucede con las frutas y verduras cuando se descomponen?”*, *“¿Qué cambios químicos podrían estar ocurriendo durante la descomposición?”* y *“¿Qué papel juegan los hongos en este proceso?”* Se encontraron respuestas como:

G1: *“el hongo absorbe el alimento y se expande por ella cada día haciendo que se descomponga y cambie su apariencia y que no sea apta para consumo, el alimento se disuelve y sus propiedades y nutrientes desaparecen”, “El hongo consume todos los nutrientes del alimento, cambia el color u olores” y “Descomponen los alimentos para que no haya material orgánico sin descomponer en el planeta”*

G2: “los hongos crecen para alimentarse y descomponen el alimento para utilizar esos nutrientes ellos mismos o mandarlos de vuelta al suelo”, “los hongos sueltan enzimas que poco a poco descomponen la muestra” y “Juega un papel muy importante porque cuando se descompone le da materia orgánica a la tierra”

G3: “se descomponen por la humedad de la fruta y del ambiente, les sale hongo ya que este es el encargado de descomponerlo y convertirlo en materia orgánica”, “la fruta se vuelve totalmente hongo ya que se alimenta de la fruta y no queda nada” y “por medio de la descomposición se puede llevar a cabo una parte de la cadena trófica”

Figura 17.

Preguntas guía de observación resueltas por los estudiantes.

Reflexiona: ¿Qué crees que sucede con las frutas y verduras cuando se descomponen? el hongo absorbe el alimento y se expande por ella cada día haciendo que se descomponga y cambie su apariencia y que no sea apta para consumir, el alimento se disuelve y sus propiedades y nutrientes desaparecen
¿Qué cambios químicos podrían estar ocurriendo durante la descomposición? El hongo consume todos los nutrientes del alimento, cambia el color a colores oscuros y amargados
¿Qué papel juegan los hongos en este proceso? juega un papel muy importante porque cuando se descomponen la materia orgánica a la tierra.

Nota. Se evidencian algunas preguntas contestadas por diferentes equipos en torno a los hongos, en las que se identifica aproximaciones al proceso estudiado. Fotografía tomada por la autora.

Respecto a las afirmaciones de G1, G2 y G3 se puede identificar que muestran interés por comprender los procesos metabólicos que realiza el hongo cuando este actúa sobre el alimento. De igual manera, tienen en cuenta las causas externas como la

humedad y el ambiente que actúa en dicha actividad. En este sentido, Álvarez (2001) afirma que la humedad del ambiente es uno de los factores determinantes para generar la descomposición, en el que la evapotranspiración llega a regular la interacción del agua entre el organismo y el entorno, propiciando el crecimiento de los hongos en la materia orgánica.

Se evidenció que hay inquietudes frente a cómo los alimentos cambian progresivamente su textura, su composición y apariencia al momento de degradarse, lo que generó una curiosidad orientada hacia el entender cómo *Rhizopus* sp. llegó a realizar la descomposición. Como lo señalan Giordan y De Vecchi (1995) fue mediante el sentimiento de interés como el estudiante procuró buscar una información que respondiera a su necesidad actual de explicación, pues la curiosidad llega a ser el dinamizador del saber.

De la misma manera, el estudiante de acuerdo con la construcción de explicaciones que desarrolló a partir de las preguntas realizadas, comprendió que hay una causa que llega a sustentar el cambio visible en la materia orgánica, orientando su interpretación a un proceso perceptible como lo fue la transformación de la materia y la relación de lo que observa con el conocimiento y evidencias científicas, lo que fortaleció su capacidad de análisis y reflexión. La asociación que realiza G1 frente a cómo el hongo absorbe y se expande en el sustrato refleja una relación inicial de los procesos biológicos que establecen estos organismos en el ambiente. En esta línea, Rúa (2023) menciona que los hongos son los principales degradadores de materia orgánica, convirtiéndola en nutrientes que van a ser utilizados por estos y otros organismos.

Es así que, aunque el estudiante se basa en su observación, se evidenció que realizó una interpretación racional y descriptiva del proceso biológico, pues no solo se apoyó en experiencias cotidianas relacionadas con alimentos en estado de descomposición y en lo que es evidente a la vista, sino que también, logra establecer relaciones con las funciones vitales de los seres vivos.

La observación realizada por los estudiantes no se limita únicamente a características superficiales, también se muestra más intencionada y sistemática, identificando las relaciones e interacciones entre el ambiente, el alimento y el tiempo como agente transformador. En consecuencia, además de ser evidente el cambio, se concluyen las causas de la descomposición, dándole sentido a lo que ve. Como lo menciona Hanson (2005) la observación parte de una construcción influenciada por nuestra conciencia visual, pues es dominada por imágenes, conocimiento científico y el lenguaje, demostrando que la experiencia visual del estudiante se configura desde lo que se percibe sensorialmente llegando a comprender el proceso de la descomposición. De esta manera, la observación se transforma en un punto de partida para construir representaciones en el que se evidencian explicaciones fundamentadas para el fortalecimiento y complejización de las interpretaciones.

Por otro lado, la guía propone una reflexión a partir de la siguiente orientación: *“escribe un párrafo breve sobre cómo el proceso de descomposición ayuda a reciclar nutrientes en la naturaleza y la importancia de los hongos en los ciclos”* (véase la figura 18) en la que se encontraron las siguientes respuestas:

G1: *“Recicla nutrientes y los convierte en abono, haciendo que crezcan árboles y que este ambiente sea más saludable, descompone, se absorbe y produce nueva vida”*

G2: *“Cuando los hongos descomponen organismos y alimentos ayudan a reciclar o limpiar un ecosistema haciendo que no haya un descontrol en la cadena alimenticia”*

G3: *“Porque los hongos al descomponer sacan los nutrientes y los esparcen al medio ambiente por ejemplo a las plantas, los hongos en este ciclo como esparce nutrientes pueden generar ATP”*

G4: *“El organismo descompuesto al final obtiene nutrientes (materia orgánica) importantes para la tierra y ayuda a crecer nuevas plantas y organismos”*

Figura 18.

Reflexión guía de observación resuelta por los estudiantes

Escribe un párrafo breve sobre cómo el proceso de descomposición ayuda a reciclar nutrientes en la naturaleza y la importancia de los hongos en este ciclo.

El organismo descompuesto al final obtiene nutrientes (materia orgánica) importantes para la tierra y ayudar a crecer nuevas plantas y organismos.

Escribe un párrafo breve sobre cómo el proceso de descomposición ayuda a reciclar nutrientes en la naturaleza y la importancia de los hongos en este ciclo.

Cuando los hongos descomponen organismos y alimentos ayudan reciclar o limpiar un ecosistema haciendo que no haya un descontrol en la cadena trófica (alimenticia).

Escribe un párrafo breve sobre cómo el proceso de descomposición ayuda a reciclar nutrientes en la naturaleza y la importancia de los hongos en este ciclo.

recicla nutrientes y los convierte en abono y base que crecen nuevos árboles la descomposición ayuda a que crezcan y que este ambiente sea más saludable descomponer se absorbe -> produce nueva vida

Nota. Se evidencia las interpretaciones, descripciones y análisis contruidos por los estudiantes. Fotografía tomada por la autora.

Esta orientación invitó a los estudiantes a reflexionar respecto al papel de la descomposición realizada por los hongos en un ambiente natural y su influencia en el proceso que permite el reciclaje de nutrientes. Para Campbell, Mitchell y Reece, (2001) este reciclaje involucra el movimiento circular de la materia a través de los ciclos biogeoquímicos en el que los microorganismos como los hongos degradan materia orgánica y regresan una parte a la tierra y al aire, permitiendo la transferencia de sustancias y energía en un ambiente. Por ende, resulta claro que en las respuestas se reconoce que la descomposición además de hacer referencia a la degradación constituye también un proceso biológico

importante para la continuidad de la vida, asociando el intercambio de materia y energía con el equilibrio ecológico y los ciclos de la naturaleza.

Respecto a lo que menciona G1 y G4, ambos relacionan la descomposición con la generación de nutrientes para el crecimiento de organismos, destacando que la transformación de materia orgánica es de vital importancia para la vida. En este sentido, se evidencia una observación reflexiva en donde se comprende que aquello que parece haber desaparecido, se transforma en algo nuevo y se reintegra al ecosistema, generando una continuidad y un ciclo en sus dinámicas ecológicas. Valencia et al. (2003) mencionan que el reconocimiento de conexiones multicausales, el carácter complementario de las explicaciones, la vinculación de fenómenos y la emergencia de nuevas relaciones son expresiones de una manera compleja de ver el mundo. Esto se relaciona con las interpretaciones de los estudiantes al comprender que la descomposición es un proceso cíclico en el que la materia no desaparece; al contrario, se transforma constantemente, sin llegar a entender que forma parte de una etapa final del ciclo de la vida.

Por su parte, G2 hace referencia al equilibrio ecológico que refleja el desarrollo de reflexión o análisis más detallado, pues reconoce que los hongos no solo llegan a transformar materia orgánica, sino que, también cumplen una actividad regulada dentro del ambiente, manteniendo el flujo de materia y energía. Odum (1972) señala que una de las maneras que garantiza dicho flujo es a través de la cadena trófica, el cual está controlado por la población perteneciente a cada nivel, regulando la disponibilidad de recursos dentro del entorno.

En cuanto a G3, incorporó lenguaje científico mencionando la producción de ATP como la molécula energética fundamental para los organismos. Según Campbell y Reece (2007) el ATP es responsable de generar el acoplamiento energético en las células, mediante la degradación de moléculas de glucosa que se obtienen de los nutrientes. Esta referencia apoya la incorporación que hace G3 del concepto de ATP, pues se evidencia la

intención de comprender el papel bioquímico de los hongos en la liberación de enzimas, procesos de nutrición e intercambio de materia y energía.

Se identifica que el estudiante ya no se queda en un pensamiento descriptivo, sino que analiza aquello que observa, expresando el entendimiento del proceso de descomposición a través de su lenguaje en el que organiza, explica y legitima aquello que identifica. Según Camargo y Hederich (2010) el lenguaje es una condición para la cognición humana, es el proceso por medio del cual la experiencia se vuelve conocimiento. De esta manera, se evidencia que los estudiantes tratan de construir sus propias explicaciones para la comprensión del mundo natural, frente a lo que han observado y vivido en clase, a partir del cuestionamiento de la experiencia.

La participación en las sesiones muestra que no solo están repitiendo lo que han aprendido, sino que estos organizan sus pensamientos, establecen relaciones, incorporan símbolos y terminologías y formulan argumentos desde su carga teórica. Este proceso posibilita que se sitúen como sujetos de conocimiento, dejando en evidencia que el lenguaje es una herramienta que facilita la construcción de conocimiento y demostrando que el aula es un escenario de producción y no de reproducción de saberes.

De la misma manera se desarrolló la segunda sesión “*Viaje al centro del hongo*” en el que se realizó un montaje de medios de cultivo con Papa Dextrosa Agar (PDA) ([Véase anexo A](#)) junto con los estudiantes. Se utilizó muestras de hongos obtenidos de frutas y pan, los cuales sirvieron como material inicial para la siembra de hongos; además, en este proceso se enseñó a los estudiantes a realizar la preparación del medio (*véase la figura 19*) y reconocer las condiciones necesarias para el crecimiento de *Rhizopus* sp. Esto les permitió a los estudiantes reconocer las estructuras que intervienen en la descomposición llevándolos a la comprensión del papel de los hongos dentro de un ambiente natural.

Figura 19.

Estudiantes realizando la siembra en los medios de cultivo del Hongo Rhizopus sp.



Nota. Se evidencia la toma de muestras de hongos presentes en frutas y pan utilizando cinta transparente y asa. Fotografías tomadas por la autora.

La realización del montaje de cultivos permitió que los estudiantes comprendieran el proceso desde su propia experiencia, a través de la integración entre la práctica y lo teórico. En este sentido, Sanmartí (2002) menciona que “las teorías de la ciencia actual no se aprenden leyendo, escuchando o mirando, sino que es necesario reelaborar las propias formas de entender la información recibida” (p.14). Por ende, la enseñanza de las ciencias naturales requiere que no solo se desarrollen conocimientos disciplinares, sino que también

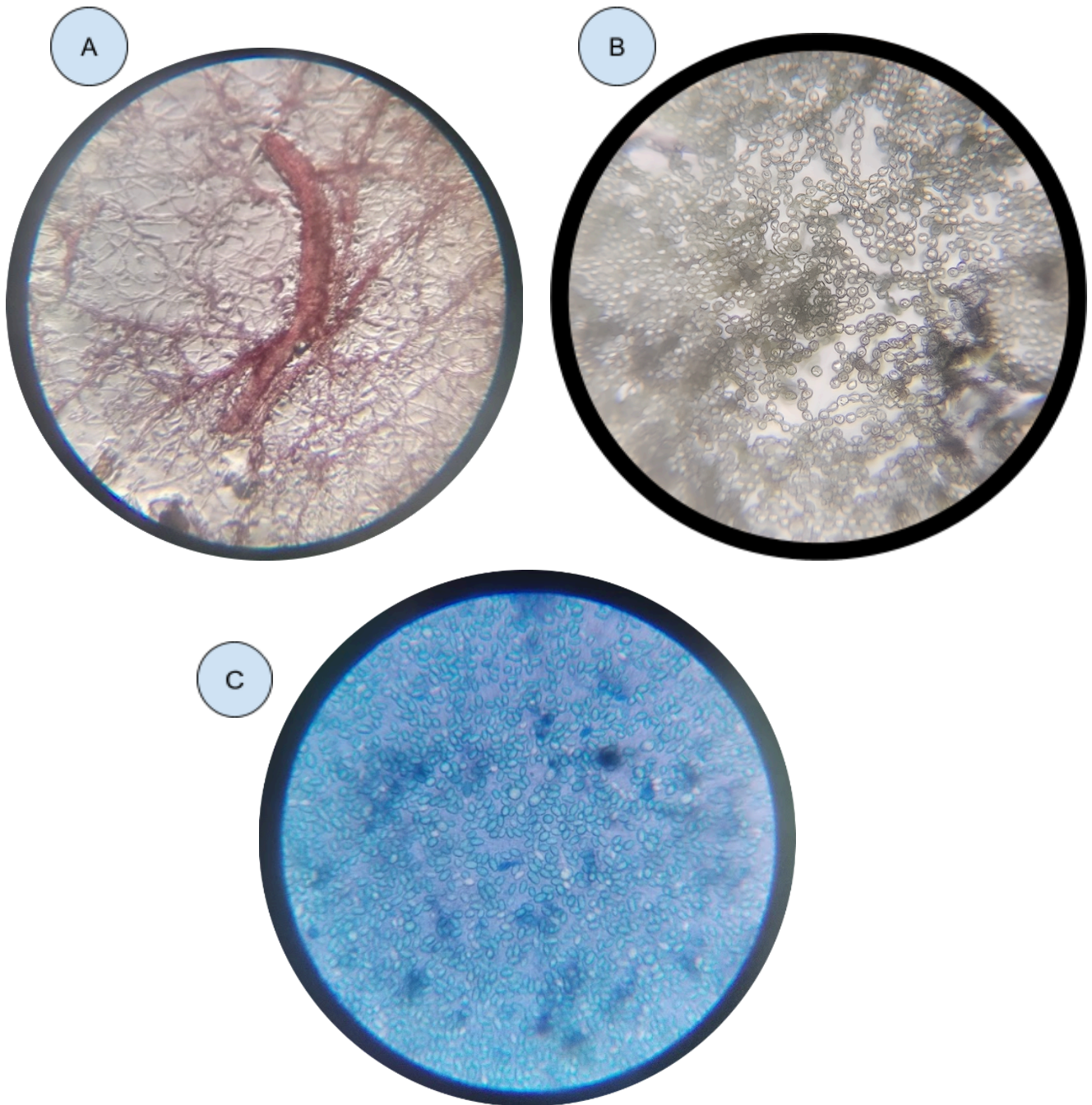
los estudiantes interpreten, resignifiquen y puedan comprender aquello que se experimenta. En tal sentido, los trabajos de laboratorio brindan escenarios que posibilitan y reestructuran el aprendizaje desde sus experiencias, siendo este un recurso para la construcción de comprensiones del individuo.

En esta línea, los estudiantes, a partir de la práctica como los montajes realizados, comenzaron a construir su saber cuestionando lo que vivió desde la formulación de preguntas, realización de análisis y reflexiones, respecto a lo que llegaron a observar en el momento inicial de la siembra del hongo hasta su estado final (crecimiento y desarrollo). Esto permitió comprender el proceso biológico que desarrollan estos organismos para descomponer la materia orgánica, además de la importancia del trabajo experimental para el desarrollo de explicaciones en los estudiantes.

Tras la realización del cultivo y posterior crecimiento del hongo, se procedió a desarrollar con los estudiantes un montaje de este organismo en láminas para mirar sus características a través del microscopio. Por este motivo, se proporcionó una guía de laboratorio ([véase el anexo J](#)) en la que los estudiantes observaron el microorganismo de dos maneras. En primer lugar, sin ninguna adición de reactivo, en la que lograron identificar estructuras que los estudiantes pudieran asociar a posibles funciones en el hongo. En una segunda instancia, se empleó el azul de metileno que permitió visualizar con mayor claridad los componentes celulares de estos organismos (*véase la figura 20*).

Figura 20.

Hongo obtenido del medio de cultivo



Nota. Observación a microscopio con el objetivo 40X, figura A y B sin indicador azul de metileno, figura C con indicador. Montaje realizado por los estudiantes.

De acuerdo con lo observado en el microscopio, los estudiantes realizaron las descripciones estructurales de las características físicas y biológicas. Este aspecto fue

importante ya que se evidenciaron afirmaciones y se plasmaron algunos dibujos (véase la figura 21) basados en los rasgos observados. Por consiguiente, se encuentra que:

G1: *“Las hifas son líneas o telarañas, entrelazadas (parecen pelitos) su función es atrapar los nutrientes. Los esporangios: son pequeñas estructuras unidas en forma de círculo, contiene esporas y luego las libera y las esporas: pequeñas estructuras separadas, permite la reproducción del hongo”*

G2: *“Las hifas son líneas delgadas pero muy largas, como raíces (duras) su función es para la reproducción y alimentación. Los esporangios: son circulares, que permiten la descomposición y las esporas: miles de puntitos pequeños que permiten la reproducción”*

G3: *“Las hifas son líneas largas, como raíces (duras) su función es absorber nutrientes y soltarlos. Los esporangios: son círculos rellenos, que protegen a los hongos y las esporas: puntos pequeños”*

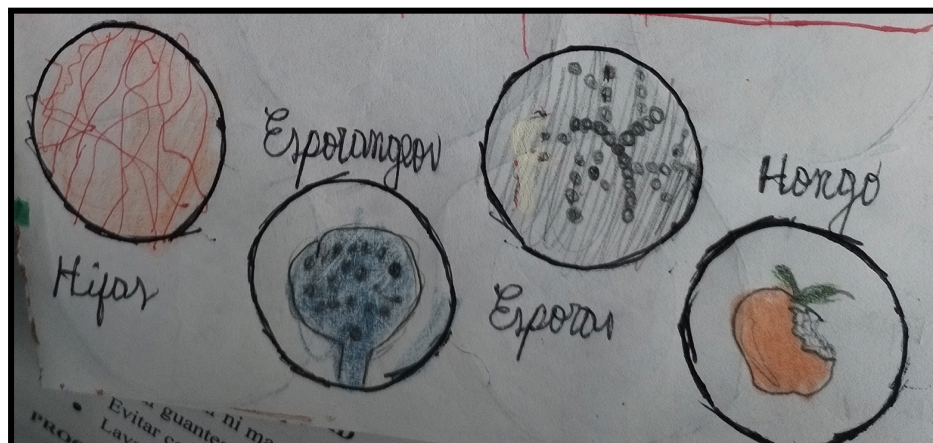
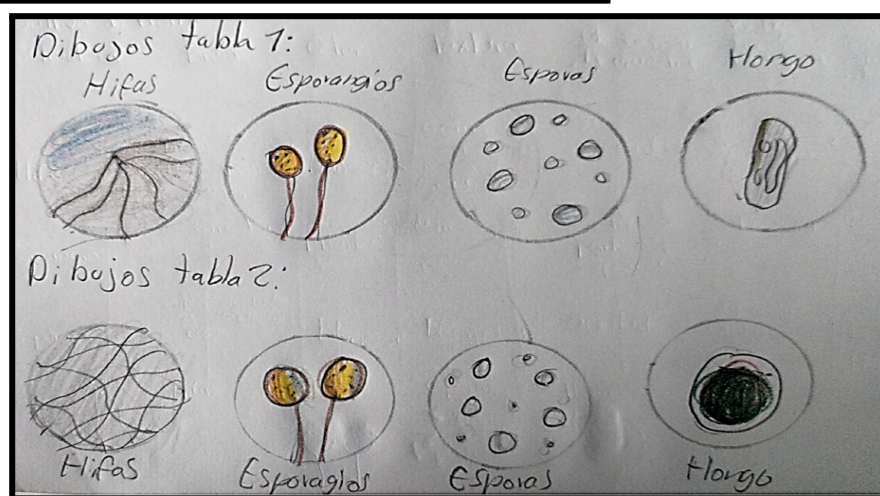
G4: *“Las hifas son delgadas y pequeñas, su función es dar estructura al hongo. Los esporangios: son círculos, que producen esporas y las esporas: puntos que sirven para la reproducción”*

A partir de la actividad de trabajo experimental y las respuestas que los estudiantes dieron frente a lo que observaron, se pudo evidenciar que el experimento cumplió un papel importante en la comprensión del alumno. Este ofreció la posibilidad de manipular instrumentos, comprobar aquello que el alumno piensa y desarrollar saberes a partir de una experiencia sensorial. Es así que, como lo menciona Marín (2010), la experimentación tiene un rol importante en el aprendizaje, ya que es una actividad que atiende a la interacción entre el fenómeno y lo social, en el que el experimentador realiza una intervención al objeto de estudio haciendo un ejercicio de proceso cognitivo.

Figura 21.

Tabla y dibujos realizados por los estudiantes durante el laboratorio.

Estructura	Forma	Color	Textura	Ubicación	Función
Hifas	Se ven unidas y delgadas	Blanco y Azul	lisa con hifas alrededor	central, un poco más alta frente de abajo	Transporta nutrientes
Esporangios	hormasas o líneas entrelazadas	Azul y gris	resposos y hifas	central, diagonal a la derecha hacia arriba	Liberan esporas
Esporas	circulares	Azul: tanto oscuras como claras	los mismo que la anterior pero un poco mas lisa	derecha hacia abajo	Se reproducen



Nota. En las imágenes se evidencian características observadas como forma, estructura y textura de los hongos. Fotografías tomadas por la autora.

Inicialmente, se evidenció que en G1, G2 y G3 sus respuestas coincidieron en representar las hifas como aquellas estructuras alargadas, delgadas y con apariencia de filamentos. Al respecto, Cepero de García et al. (2012) mencionan que son estructuras

tubulares ramificadas, las cuales pueden ser anchas o delgadas. En cuanto a los aportes de los estudiantes, se evidenció que realizaron comparaciones a nivel de líneas, telarañas, pelitos y raíces, reflejando el uso de analogías con el propósito de poder describir e interpretar las características de los hongos, apoyándose en referentes de su experiencia para comprender lo observado.

En este aspecto, Giordan y De Vecchi (1995) afirman que la curiosidad es el motor del saber, en el cual, mediante este sentimiento, el alumno intenta buscar información que responde a la necesidad real de explicación (propia necesidad de comprensión). Desde este punto de vista, al ver estas estructuras microscópicas, los estudiantes se valieron de aprendizajes cercanos a sus experiencias cotidianas para proporcionarle un sentido.

De la misma manera, se identificó que los estudiantes distinguen rasgos morfológicos notorios de las hifas como lo fueron la forma lineal, su entrelazamiento o la longitud que esta alcanza, indicando que su percepción es más atenta y detallada. Hanson (2005) plantea que una persona debe aprender ciertos modos de comprender antes de ver lo que otra con conocimiento ve. Por ende, se llega a entender que el aprendizaje orienta a la observación pues posibilita reconocer y entender los detalles que sin algunos referentes previos podrían ser desapercibidos.

Se entiende que el acto de ver es un proceso activo en el que se genera una construcción cognitiva que depende de un nivel de atención, así como de la experiencia y el contexto en el cual se desenvuelve el estudiante. Esto muestra que los alumnos han tenido un interés más consciente, caracterizado por una observación más profunda.

En cuanto a la función atribuida a cada una de las estructuras, se menciona que las hifas intervienen en la función de nutrición del hongo. Estas interpretaciones, aunque pueden no ser totalmente precisas, desde la mirada de la biología, llegan a reflejar un razonamiento inductivo y funcional entendido como aquel proceso en el que el estudiante hace interpretaciones a partir de lo que ve. Lo anterior se da a raíz de inferencias y

demostraciones de un tipo de pensamiento orientado a comprender la función, desde una mirada empírica que busca dar sentido a las estructuras que se identifican.

En cuanto al G4, mostró una visión distinta de las hifas, puesto que mencionaron que producen la estructura. Cepero de García et al. (2012) afirmaron que el conjunto de hifas componen el micelio que llega a constituir la estructura fundamental del cuerpo de la mayoría de los hongos. Estas características fueron útiles para su identificación y dan origen al color de la colonia. Este aporte se consideró esencial ya que expuso la comprensión más compleja que tiene el estudiante frente a la organización del hongo, llevándolo más allá de una función nutritiva o reproductiva. En consecuencia, este proceso presentó una mirada más colectiva basada en un intercambio de ideas de lo aprendido en las distintas clases de biología, aportando una dimensión estructural a la observación y experimentación. De acuerdo a lo anterior, Valencia et al. (2003) señalan que la manera por la cual el hombre da sentido a su mundo natural y social se enriquece de los espacios de significación en los cuales se desarrolla un devenir histórico individual y colectivo.

Frente a los esporangios, G1 y G4 mencionaron que son estructuras pequeñas en forma de círculo que contienen esporas y luego las liberan. Fue evidente que ambas descripciones se acercaron al nivel conceptual porque detallan la función de la estructura, pues reconocen rasgos morfológicos. Al respecto, Cepero de García et al. (2012) mencionan que los hongos presentan estructuras de reproducción asexual como los esporangios, que son liberados para su posterior reproducción. Esto se articuló con la función que mencionan los estudiantes al reconocer que estas estructuras que tienen una función reproductiva son las que se dispersan en el ambiente para colonizar un lugar en específico, llegando a identificar que no solo se quedaron en una descripción visual, sino que comenzaron a dar explicaciones funcionales de las mismas.

Análogamente, se evidenció que los estudiantes buscaron entender lo que observaron y su finalidad, reflejando una apropiación de un proceso biológico a partir de la

visualización directa del hongo y demostrando que trasciende la descripción, para empezar a establecer relaciones con las dinámicas del organismo. Valencia et al. (2003) mencionaron que el conocimiento no solo se limita a describir fenómenos, sino que es, a partir de esta acción, que se llega a configurar una mirada más detallada de estos, al permitir la interpretación de las condiciones que emergen.

Igualmente, los grupos G2 y G3 describieron a los esporangios como estructuras circulares y atribuyeron funciones que, aunque puede que no sean correctas en el sentido científico, reflejaron procesos de inferencias a partir de lo que observaron, basados en la experiencia. Esto favoreció la deducción de posibles funciones de las estructuras que conforman el hongo porque, si bien hay un error conceptual en lo que mencionaron los estudiantes, esto no implica que hace falta la comprensión del proceso biológico. Por otro lado, se muestra un razonamiento espontáneo que surgió del trabajo experimental orientando al estudiante a formular hipótesis, cuestionar su experiencia y dar respuestas a lo que indagó. Valencia et al. (2003) señalan que la experiencia básica es la primera aproximación a los eventos del mundo natural, lo que permite sorprenderse e inquietarse con lo que habita en el universo. Es así que, en esta perspectiva de comprender, se hace necesario romper las primeras intuiciones y vincularlo al ejercicio del pensamiento.

Por último, en cuanto a las esporas G1, G2, G3 y G4 tuvieron respuestas muy similares, lo que demuestra que esta estructura fue identificada con mayor facilidad, evidenciando que la observación guiada favoreció el reconocimiento de estas. Asimismo, se fue construyendo colectivamente la noción sobre la reproducción de este organismo, al demostrar que durante el trabajo se generaron intercambios de ideas y percepciones compartidas. De acuerdo con lo anterior, Marín (2010) señala que la ciencia se entiende como una actividad humana en la cual se conforma el conocimiento que se presenta como un proceso en el que se interpreta la realidad, considerando que el estudiante participa en la construcción de su propio saber.

En síntesis, las actividades desarrolladas en esta segunda agrupación propiciaron que los estudiantes construyeran una comprensión más profunda y fundamentada del proceso de la descomposición. A través de las actividades como la guía de recolección de datos, el laboratorio, las reflexiones y la siembra de hongos, se logró interpretar, cuestionar y relacionar las observaciones que realizaban con procesos biológicos, mientras se construían explicaciones complejas. Este configuró un escenario para que el estudiante identificara que esta degradación de sustancias hace parte de un resultado de actividades metabólicas, ecológicas y estructurales del hongo. Finalmente, esto favoreció el desarrollo de interpretaciones que abrieron paso a la siguiente agrupación, pues la experiencia permitió generar relaciones, problematizar y construir una explicación articulada del papel de estos organismos en un ambiente natural.

5.1.3 La complejización de la experiencia

Esta agrupación tiene como fin reconocer las relaciones existentes entre la observación de los cambios físicos y químicos y los procesos a nivel molecular que ocurren en las etapas de descomposición de materia orgánica mediada por el hongo *Rhizopus* sp. Por esta razón, los estudiantes abordaron un caso de degradación mediado por el hongo, en el que se pretendió que estos comenzaran a complejizar sus observaciones, estableciendo conexiones entre los caracteres físicos del pan como la transformación de color, textura, aparición de manchas, crecimiento nuevas estructuras y la relación que llegó a tener los estudiantes con consultas e investigaciones sobre los procesos de actividad enzimática que provocan el cambio bioquímico en este material.

De acuerdo con lo anterior, se considera que el ver pasa de ser una descripción sensorial hacia una representación de procesos moleculares que estarán sustentados a partir de las manifestaciones de cambios visibles en el material orgánico, lo que permitirá identificar o evidenciar una comprensión del objeto de estudio. Asimismo, se valora que la observación está cargada de una teoría construida por el sujeto, ya que el observador no percibe lo que está a su alrededor de manera neutral, sino que se da a través de los

aprendizajes y experiencias previas que llegan a orientar la interpretación de lo que ve. Como lo afirma Hanson (2005), “puede que sea el elemento lógico que conecta el hecho de observar con nuestro conocimiento y con nuestro lenguaje” (p.18)

Por lo anterior, en esta agrupación se retoman los aspectos observados por los estudiantes, a partir de los cuales llegaron a vincular cambios visibles a nivel de la estructura del material orgánico con las dinámicas bioquímicas, evidenciando un cambio que va más allá de los sentidos, pues dejó de limitarse a una descripción puramente perceptiva y se comenzó a desarrollar procesos de interpretación. De esta manera, se llegó a generar un cuestionamiento de la experiencia, para la complejización de relaciones; actividad que favoreció el aprendizaje.

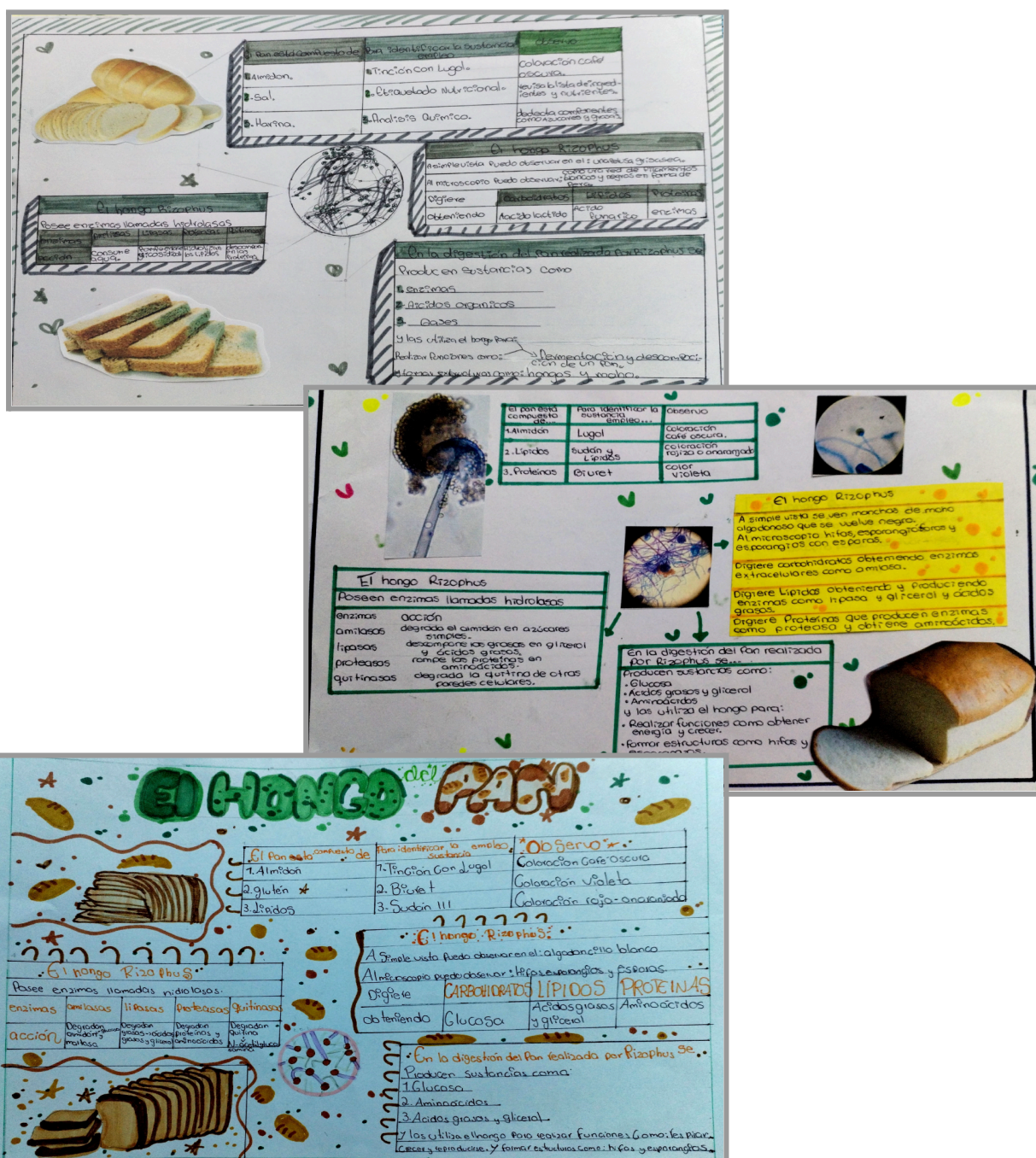
En este sentido, desde la perspectiva de problemas de conocimiento, Valencia et al. (2003) hacen referencia a que dicha complejización de las relaciones posibilita la construcción del fenómeno en el que se concibe, generando un cambio en las formas de mirar, pensar y hacer del sujeto aquel que conoce. Es así que todo esto requiere tener un pensamiento capaz de dialogar y rechazar las ideas reduccionistas al concentrarse en un saber multidimensional.

Inicialmente, se presentó la sesión “*huellas invisibles*” que tuvo como propósito desarrollar una comprensión más profunda del proceso de descomposición, analizando los efectos de la actividad enzimática de los hongos sobre la materia orgánica y estableciendo relaciones entre dicha actividad de los hongos y los flujos de materia y energía en los ambientes naturales. Esto favoreció el entendimiento del objeto de estudio, puesto que se desarrolló un esquema explicativo con los estudiantes sobre la digestión del pan por acción del hongo *Rhizopus* sp. En esta guía se expresaron algunas actividades bioquímicas que llevaron a cabo los hongos, como lo fue la liberación de enzimas digestivas sobre el pan: actividad metabólica que generó la descomposición de este. De igual forma, se hizo referencia a reactivos que ayudaron a evidenciar la presencia o ausencia de sus componentes como los productos enzimáticos.

El conjunto de información que se consignó dentro de esta guía, invitó a los estudiantes a comprender el proceso de digestión extracelular, además de llegar a explicar desde un sustento experiencial, cómo el hongo transforma las sustancias que son aprovechadas como nutrientes en su ciclo de vida. También, lo anterior invitó a realizar una observación macroscópica en la que se tuvo presente el color, la textura del sustrato, entre otros, sin dejar de lado sus caracteres bioquímicos. (véase la figura 22)

Figura 22.

Algunas infografías realizadas por los estudiantes



Nota: Descripción de la acción de los procesos de descomposición del pan, a partir de la identificación de cambios. tipos de enzimas y sustancias que intervienen en este proceso. Fotografías tomadas por la autora.

Se abordó un primer desarrollo frente a la manera en que los estudiantes llegaron a reconocer los componentes del pan y el reactivo utilizado para identificarlos, destacando que este generó una coloración o evidencias observables al entrar en contacto con sustancias determinadas. En cuanto a las respuestas de los grupos, se logró evidenciar que mencionaron compuestos y reactivos como:

G1: *“Almidón que se puede identificar con tinción de Lugol a partir de una coloración café oscura, sal y harina en los que a partir de análisis químicos se detecta componentes como azúcares y grasas.*

G2: *“Almidón que se puede identificar con tinción de Lugol a partir de una coloración café oscura, proteínas con el reactivo de Biuret dando coloración violeta y lípidos con papel filtro dando una coloración rojiza”*

G3: *“Almidón que se puede identificar con tinción de Lugol a partir de una coloración café oscura, levadura con el reactivo azul de metileno mostrando células individuales redondas y harina con yodo mostrando gránulos ovalados”*

G4: *“Almidón que se puede identificar con tinción de Lugol a partir de una coloración café oscura, gluten con sulfato de cobre mostrando una coloración blanca y agua sin coloración (transparente)”*

Las respuestas dadas se desarrollaron de manera colectiva por los estudiantes, llegando a evidenciar una complejización conceptual frente a la composición del pan. En este, se comenzaron a establecer conexiones a nivel bioquímico que se relacionaron con la descomposición por acción de los hongos sobre el pan. Se identificó que todos los grupos evidenciaron la presencia de almidón como una molécula principal, además reconocen el efecto del reactivo como un proceso que permitió identificar la presencia de carbohidratos en este material orgánico. Mesas y Alegre (2002) mencionan que el pan común es elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua; la composición de la harina se caracteriza por tener de un 68 a un 72% de almidón, además de contener enzimas hidrolíticas: amilasas, proteasas, etc. y Vitaminas: B, D y E.

Estas descripciones mostraron una comprensión inicial de la composición del pan vinculando algunas enzimas con el fenómeno natural de la descomposición. El-Gendi et al. (2021) afirman que los hongos cuentan con enzimas digestivas fúngicas que se caracterizan por estimular una fragmentación del material orgánico, generando procesos como la catalización. Del mismo modo, los estudiantes, desde su observación e indagación, incorporaron el conocimiento de otras biomoléculas, permitiéndoles comprender la manera en que las transformaciones bioquímicas se encuentran en procesos naturales, así como evidenciar la asociación entre cada reactivo con una sustancia.

De esta manera, las observaciones dejaron de centrarse en cambios visibles en el material orgánico y comenzaron a tener un sentido explicativo con relación al cambio de las sustancias. Herrera y Ulloa (1990) señalan que la transformación de las sustancias se dan gracias al catabolismo que realizan los microorganismos sobre la materia orgánica, en el que las enzimas llegan a descomponer y transformar las sustancias más sencillas muchas de las cuales son utilizadas por ellos mismos para cumplir funciones vitales.

En esa línea, se llegó a identificar que este proceso pasó de ser algo empírico y descriptivo en los estudiantes, a ser algo representacional y analítico; ya que en esta instancia comenzaron a construir relaciones entre la observación, la experimentación y las funciones biológicas. Como lo señalan Valencia et al. (2003) el sujeto construye el fenómeno desde aquellas condiciones que dan cuenta de su existencia y se basa en la necesidad de proponer modelos, diseñar experimentos, acuñar conceptos y definir criterios que permitan enriquecer las explicaciones del fenómeno que se conoce.

También, se reconoce que hay una comprensión frente a que los hongos son organismos que desarrollan actividades metabólicas y tienen la capacidad para cumplir distintas acciones a nivel de funcionalidad vital. Moreno (s.f) sostiene que dichas funciones metabólicas son el conjunto de todas las reacciones químicas catalizadas que tienen lugar en la célula y que se consideran como una actividad coordinada en la que se relacionan sistemas multienzimáticos, los cuales permiten el intercambio de materia y energía del organismo con su entorno. Por ende, se considera que estas respuestas de los estudiantes

muestran un avance hacia el interpretar o comprender las diferentes manifestaciones de los procesos químicos que llegan a explicar la composición y transformación de sustancias; es decir, una mayor comprensión del objeto de estudio.

Otro aspecto relevante es que se evidenció la construcción de aprendizajes en los estudiantes, ya que comenzaron a establecer conexiones entre lo que llegaron a observar y la parte bioquímica del proceso biológico, integrando las actividades desarrolladas previamente, lo que dio paso a la explicación de procesos y el cuestionamiento de la experiencia. Valencia et al. (2003) mencionan que esto último permite al sujeto adquirir un sentido nuevo del fenómeno, ya que genera un enriquecimiento de metáforas, una complejización de las descripciones y una expresión de los sentidos. En consecuencia, se favoreció el nivel de complejización conceptual en el que las prácticas y la comprensión del fenómeno generaron un aporte en el aprendizaje del estudiante.

De la misma manera, en la guía se mencionó que el hongo tiene enzimas hidrolíticas como lo son la amilasa, lipasa, proteasa y quitinasas, de acuerdo a esto los grupos mencionaron lo siguiente:

G1: *“La amilasa consume agua, las lipasas rompen enlaces glicosídicos, las proteasas hidrolizan lípidos y las quitinasas descomponen proteínas. El hongo Rhizopus sp. a simple vista se observa como una pelusa grisácea, a nivel microscopio se ve como una red de filamentos blancos y negros en forma de pera que digiere carbohidratos, lípidos y proteínas obteniendo ácido láctico, ácido funarico y enzimas”*

G2: *“La amilasa degrada almidón en ácidos grasos y glicerol, las lipasas degradan lípidos en ácidos grasos y glicerol, las proteasas degradan proteínas en aminoácidos y las quitinasas degradan quitina de otros hongos o insectos. El hongo Rhizopus sp. digiere carbohidratos, lípidos y proteínas obteniendo glucosa, ácidos grasos + glicerol y aminoácidos”*

G3: *“La amilasa degrada almidón en azúcares simples, las lipasas descomponen las grasas en glicerol y ácidos grasos, las proteasas rompen las proteínas en aminoácidos y las quitinasas degradan quitina de otras paredes celulares. El hongo Rhizopus sp. a simple vista se ve algodonoso que se vuelve negro, al microscopio hifas, esporangióforos y esporangios con esporas, digiere carbohidratos, lípidos y proteínas obteniendo enzimas extracelulares como amilasa, lipasa y glicerol”*

G4: *“La amilasa degrada almidón y maltosa, las lipasas degradan grasas, ácidos grasos y glicerol, las proteasas degradan proteínas, aminoácidos y las quitinasas degradan quitina. El hongo Rhizopus sp. digiere carbohidratos, lípidos y proteínas obteniendo glucosa, ácidos grasos y glicerol y aminoácidos”*

Se puede evidenciar que G2 y G4 intentaron establecer conexiones entre las enzimas que expulsa el hongo, los sustratos y productos que se generaron al momento de realizar la descomposición, tratando de relacionar la experiencia que han tenido en anteriores actividades establecidas (experimentos, actividades desencadenantes, guías, entre otros). Asimismo, constataron esta relación por medio de las dinámicas bioquímicas que ocurrieron en el proceso y que evidenciaron al momento de hacer la indagación de la manera en que ocurre dicha actividad. Valencia et al. (2003) afirman que el estudiante, en su condición de sujeto cognoscente, debe estar involucrado en sus procesos de aprendizaje que le permita desarrollar competencias para construir y reconstruir su conocimiento a partir de múltiples relaciones dadas dentro del aula.

Por otro lado, G1 y G3 hicieron referencia a la observación de las estructuras del hongo y describieron aquellos caracteres morfológicos vistos en el microscopio y que fueron también interpretados de manera grupal, evidenciando así la curiosidad de los estudiantes por querer explorar las características de descomposición de los hongos. Al respecto, Giordan y De Vecchi (1995) expresaron que la consolidación de la curiosidad y el aprendizaje se construye a través del diálogo y la interacción social; lo que significa que, el no fomentar estos espacios limita el saber y ausencia de la curiosidad.

Este ejercicio de la elaboración de la infografía favoreció la construcción de conocimiento, ya que les permitió formular preguntas, contrastar aquello que miraron y generar explicaciones. Se considera que la curiosidad y la observación se configuran como el principio del aprendizaje en el que se evidenció que los estudiantes no solo se limitaron a describir lo que ven, sino que, por el contrario, intentaron comprender cómo ocurre la descomposición desde el nivel molecular y los factores bioquímicos de estos organismos.

Es importante aclarar que, las respuestas que los estudiantes dieron, se consideraron indicadores del proceso de construcción de conocimiento, que tomaron como punto de partida una experiencia, una contextualización biológica y una conceptual, permitiendo identificar que los estudiantes intentan interpretar lo observado desde su saber y su propia vivencia.

Por último, en la infografía se presentó una reflexión final, “reto final” (véase la figura 23), respecto a cómo el hongo *Rhizopus* sp. digiere las sustancias del pan. De manera grupal, los estudiantes explicaron este proceso basado en las anteriores preguntas y actividades llevadas a cabo en la intervención de aula, dando como resultado las siguientes menciones:

G1: *“El hongo Rhizopus sp. digiere las sustancias del pan mediante enzimas. Produce amilasas que descomponen los carbohidratos. Las amilasas convierten el almidón en azúcares que luego absorben para obtener energía. También produce proteínas que degradan proteínas del pan [...] el hongo utiliza estos nutrientes para crecer y reproducirse. Absorbe los nutrientes a través de sus hifas de esta manera obtiene nutrientes necesarios”*

G2: *“Este se alimenta gracias a las enzimas que produce. El hongo puede digerir los carbohidratos del pan como las amilasas y así obtener glucosa para tener energía. También descomponen lípidos usando lipasas y obtienen ácidos grasos y glicerol. Además, con las proteasas rompe proteínas y consiguen aminoácidos que les sirven para crecer. Todo eso le permite transformar las sustancias grandes del pan en partes más pequeñas que sí puede absorber”*

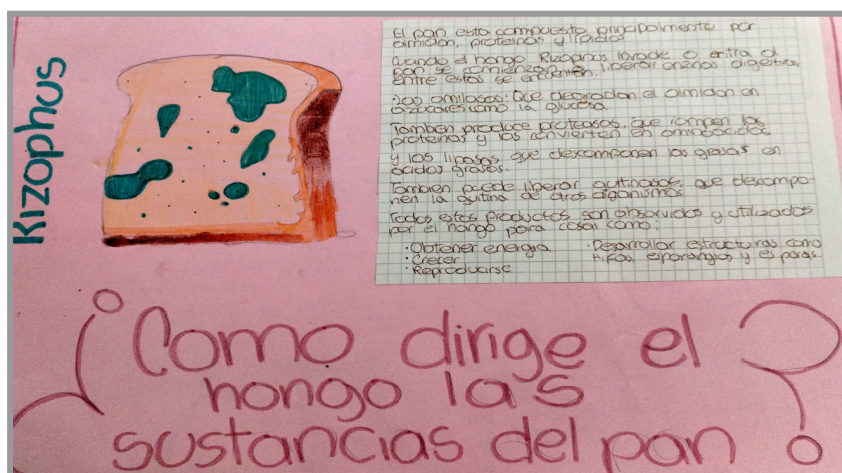
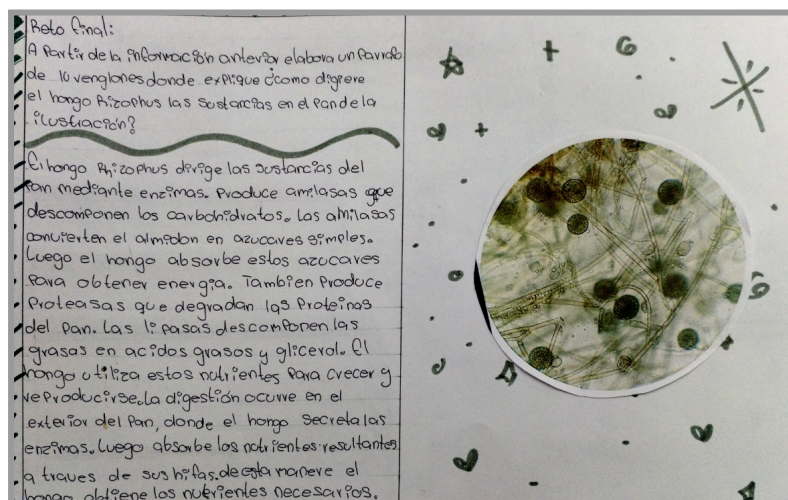
G3: *“El hongo del pan llamado Rhizopus sp. se alimenta de una forma diferente a los animales. Cuando cae en el pan suelta unas sustancias llamadas enzimas que hacen que el alimento se ablande y se descomponga en pedacitos más pequeños. Es como si el hongo “pre-digieren” el pan por fuera. Después esos pedacitos pasan a través de su pared y así el hongo los absorbe para obtener su energía y crecer. Gracias a este proceso, el hongo puede extenderse por el pan y formar esos pelitos y manchitas que vemos cuando el pan está dañado. Esta forma de alimentarse se llama digestión extracelular porque ocurre fuera del hongo.”*

G4: *“El hongo Rhizopus sp. digiere las sustancias por medio del proceso de digestión extracelular, por lo que libera enzimas (amilasas, lipasas, proteasas) a el pan y luego esas enzimas empiezan a descomponer las moléculas más grandes de*

las que están formadas luego los compuestos como el almidón lo convierten en azúcares simples, las grasas se convierten en ácidos grasos y glicerol y luego las proteínas en aminoácidos ya después se hacen en partes ,más pequeñas así el hongo las aprovecha y absorbe por las hifas para tenerlas como nutrientes así crecen en el pan”

Figura 23.

Algunas reflexiones finales realizadas por los estudiantes



Nota: ejercicio realizado como cierre de la intervención pedagógica, en el que los equipos de estudiantes expresan aprendizajes y apreciaciones sobre la experiencia. Fotografías tomadas por la autora.

Respecto a lo encontrado en los escritos realizados por los grupos G1, G2, G3, y G4 se evidencia que la interpretación se basó en los procesos bioquímicos del hongo; además, se constata que los estudiantes trascendieron la descripción del objeto de estudio y aquello que es visible como lo son el crecimiento del mismo en el pan y su apariencia, generando el desarrollo de explicaciones con base a conceptos propios de la biología. En cuanto a las reflexiones desarrolladas, se identifica la comprensión de que el *Rhizopus* sp. no se alimenta de manera directa, sino que se lleva a cabo desde una digestión extracelular, la cual es una actividad que se da por la producción de las enzimas generando la degradación de macromoléculas en micromoléculas, para ser posteriormente absorbidas por las hifas y llegando así en su actividad metabólica a obtener energía que será utilizada en dinámicas celulares para permitir el desarrollo del ciclo de vida del organismo.

Hartenstein y Martinez (2019) señalan que los procesos metabólicos que desarrolla el hongo en la descomposición están relacionados con los mecanismos de digestión extracelular e intracelular en el que las moléculas pequeñas pasan al interior de la célula mediante transporte activo, determinando cómo se obtiene o procesa nutrientes. Por ende, esta explicación realizada por los estudiantes reflejó que hay una complejización a través del establecimiento de relaciones a nivel bioquímico, en la que se está interpretando la descomposición del hongo de manera directa.

De esta manera, no se habla únicamente de una descripción experiencial, sino que generó un pensamiento explicativo e inferencial en el que se establecieron relaciones que tuvieron una causa entre lo que se observó y lo que se generó a nivel molecular. De la misma manera, las caracterizaciones permitieron identificar que hay un interés por comprender este proceso que llega a ser tan complejo y esencial para los seres vivos. Álvarez (2001) afirma que la descomposición es una de las actividades biológicas más importantes en los ecosistemas ya que su aporte de nutrientes al suelo facilita el flujo de materia y energía, estableciendo un equilibrio en el ambiente natural. Por ende, se considera que sin este intercambio que acompaña a dichos procesos, no habría vida, ni sería posible el funcionamiento de los sistemas biológicos (Odum, 1972).

Por otro lado, se evidencia el uso de analogías para poder explicar con un lenguaje propio y comprensible lo que sucede al momento de que el hongo descompone la materia orgánica, lo que permitió que el estudiante tuviera una apropiación del conocimiento y pudiera construir sus explicaciones desde lo cultural y lo científico. Valencia et al. (2003) mencionan que es esencial “asumir la enseñanza de las ciencias como una práctica cultural en donde se recuperan y recontextualizan los saberes, implica redimensionar el significado del aula”, (p.7) por ende, se considera fundamental establecer relaciones donde se exprese, se enriquezca y se transforme el pensamiento colectivamente para el aprendizaje.

Por último, se considera que la información utilizada para el desarrollo de las explicaciones, al tener una terminología técnica y haber sido obtenidas de fuentes externas como el internet, los libros o material educativo, permitieron evidenciar que hay una búsqueda activa de información que llegaron a potenciar la comprensión del objeto de estudio. Además, aportó a que la indagación fuera más precisa y orientó el desarrollo de conocimiento sobre trabajos ya existentes.

Se considera que estas agrupaciones reflejan un proceso donde la observación del hongo sobre materia orgánica y el cuestionamiento de aquello que se identificaba en la descomposición, se convierten en un punto de partida para analizar la experiencia, buscar explicaciones y vincular el saber cultural con el saber científico. De esta manera, se construye una representación conceptual del fenómeno y se reconoce la importancia de las enzimas en la digestión extracelular, aportando en la comprensión de la descomposición del hongo como responsable de la transformación de las sustancias en el que se establece ciclos de reciclaje de la materia y el flujo de energía en un ambiente natural.

Finalmente, se evidenció la existencia de la construcción de saber y que este no partió de aprendizajes memorísticos, sino que, a partir de la dinamicidad del conocimiento, se le dio un sentido al resignificar la experiencia y la indagación en el estudiante, consolidando una comprensión del objeto de estudio y llegando a tener una visión sistémica y no fragmentada del proceso de descomposición mediado por *Rhizopus* sp.

6. PRODUCCIÓN DISCURSIVA

La producción discursiva se configura como un ejercicio de reflexión en el que el maestro, como sujeto epistémico, problematiza su práctica pedagógica y reconoce que la enseñanza de las ciencias no es una acción mecánica en la que se da a conocer distintos contenidos establecidos en un currículo, sino que implica la construcción de conocimiento a partir de la articulación entre las decisiones pedagógicas, el saber disciplinar y la experiencia en el aula. Por esta razón, el desarrollo de este trabajo implicó reconocer las maneras de abordar la descomposición, llevando a replantear la comprensión de la misma y el papel del maestro en su enseñanza. Asimismo, este trabajo permite entender que el quehacer del maestro se desarrolla como un proceso dinámico en el cual se cuestionan las distintas formas de enseñanza y en el que es necesario tomar decisiones para dar lugar a nuevas maneras de interpretar los procesos naturales.

En relación con lo anterior, la profundización teórica basada en la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento, favoreció la comprensión del proceso de la descomposición en la medida en que se pusieron en cuestión concepciones iniciales que se asociaban únicamente a procesos de putrefacción y deterioro. A partir del estudio disciplinar, se evidenció un cambio en el entendimiento de la descomposición que comenzó el sujeto a reconocer como parte de un proceso metabólico complejo, en el que se desarrollan distintas interacciones biológicas que se constituyen como un eje estructural en el flujo de la materia y energía. Esto implica una renovación cíclica en el ambiente, vinculando dinámicas, tanto del contexto ambiental como de la vida misma presente en él (Odum, 1972). De esta manera, la descomposición deja de verse como algo superficial, para pasar a ser un proceso estructural en la dinámica de los distintos sistemas naturales.

En este sentido, la descomposición no sólo se comprende como la desintegración de un sustrato, sino también como un proceso de carácter biológico. Con respecto a *Rhizopus* sp., esta ocurre mediante la digestión extracelular, en la que el hongo secreta enzimas que

descomponen biomoléculas como los carbohidratos, lípidos y proteínas, convirtiéndolas en moléculas más simples para su absorción (Herrera y Ulloa, 1990). Este proceso sitúa la descomposición como parte de una actividad vital del organismo, el cual vincula funciones como la nutrición, la reproducción y el crecimiento del hongo, resignificando, de esta manera, el proceso biológico al comprender que hace parte de una serie de reacciones bioquímicas mediadas por el metabolismo del mismo.

Por esta razón, cobra relevancia que el reconocimiento de los aspectos estructurales y funcionales del hongo *Rhizopus* sp. contribuya a la comprensión del proceso biológico. Por ende, estructuras como las hifas, el micelio y los esporangios, además de constituir los caracteres morfológicos del hongo, cumplen un papel primordial en la colonización del sustrato, la absorción de nutrientes y la dispersión en ambientes naturales, además de constituir los caracteres morfológicos del hongo. Se entiende que la organización biológica del organismo se llega a articular con su función descomponedora, lo que permite comprender la transformación de la materia orgánica.

La descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp., al relacionarse con los flujos de materia y energía, amplía la comprensión del proceso biológico que va más allá de las características del organismo, puesto que incorpora la dinámica ecológica en la que estos procesos se desarrollan, asumiéndose como un proceso fundamental en sus interacciones (Odum, 1972). En torno a esto, los procesos metabólicos del organismo permiten el intercambio de materia y energía en un ambiente natural, lo que establece una transformación energética, pues esta se distribuye constantemente en el ambiente.

De esta manera, la profundización disciplinar posibilita construir y reconstruir el objeto de estudio, configurándose como problema de conocimiento, ya que se pone en cuestión en el desarrollo de procesos en el aula. Esto facilita la formulación de preguntas, el establecimiento de relaciones y el desarrollo de explicaciones sobre las dinámicas implicadas en dicho proceso, lo que lleva a la superación de saberes descriptivos de los estudiantes y a un fortalecimiento de la comprensión compleja.

No obstante, se hace esencial reconocer que la comprensión de esta actividad biológica no se limita únicamente al abordaje disciplinar, sino que es necesario vincularla con la profundización pedagógica, en el que se establezcan espacios para desarrollar, organizar y orientar acciones educativas que permitan la problematización y comprensión de dicho proceso. En este sentido, dicha profundización no se reduce a la implementación de estrategias, sino que implica desarrollar condiciones en las que los estudiantes, a partir de acciones, integran emociones, experiencias, saberes establecidos y percepciones, favoreciendo la construcción de conocimiento.

Desde esta perspectiva, aspectos como los cambios visibles del sustrato, el olor o la textura, se pueden convertir en elementos que despiertan el interés del estudiante y la necesidad de comprender lo que ocurre. Igualmente, la descomposición se establece como un problema de conocimiento, pues sitúa a los estudiantes ante la intención de construir explicaciones e indagar su experiencia. Asimismo, en este proceso, la observación adquiere un rol central en la construcción del aprendizaje, ya que se establece como una herramienta fundamental para comprender los cambios que se presentan durante la descomposición y se resignifica como un proceso intencionado que va más allá de la simple percepción e implica describir, comparar, interpretar y problematizar los fenómenos naturales.

Al mismo tiempo, se considera que la experiencia sensible permitió que los estudiantes establecieran una relación concreta con el proceso biológico, pues se desarrollaron escenarios que posibilitaron la observación, comparación, interpretación, discusión y registro de procesos biológicos en torno a la descomposición. Estas condiciones se construyeron a partir de los instrumentos desarrollados de la práctica pedagógica y de la disposición, tanto de los estudiantes como del maestro al momento de abordar el objeto de estudio.

En el desarrollo de este trabajo, la observación se constituyó como un punto de partida para el estudio de la descomposición, en el que se reconoció que esta acción es el proceso intencionado y cognoscitivo mediante el cual el sujeto llega a percibir algo con atención, ordenando la información y sus actos. Esta actividad da lugar a la formulación de

preguntas y el cuestionamiento de aquello que se logra observar, permitiendo el reconocimiento de los cambios en los sustratos, la identificación de procesos y el cuestionamiento de estos. Además, reconocer la experiencia sensible facilita que los estudiantes se relacionen con el proceso biológico, propiciando el desarrollo de la curiosidad, las percepciones y los saberes. Por esto, la observación se considera fundamental en la comprensión de la descomposición, dado que los estudiantes no solo observaron materiales biológicos, sino que, registraron, describieron, compararon, cuestionaron y formularon explicaciones para su posterior interpretación.

En este sentido, la experiencia permitió el reconocimiento de las transformaciones bioquímicas en el material orgánico a través de la formalización de las relaciones que se establecen con base al fenómeno, a pesar de que estos no siempre son evidentes a simple vista. Además, mediante el uso de materiales didácticos relacionados con la observación, se dinamizó la enseñanza de la descomposición. Este proceso no se limitó a mostrar resultados, sino que, también generó discusiones colectivas para construir conocimiento y movilizó la curiosidad, el asombro y el interés por comprender el proceso biológico desde una perspectiva científica.

De igual manera, la curiosidad puede entenderse como un motor de indagación que impulsa a los estudiantes a buscar explicaciones, lo que convierte el aprendizaje en una actividad dinámica, donde el saber se transforma y se construye constantemente. Es así que, la relación con los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento, muestra que la enseñanza de las ciencias debería orientarse a construir explicaciones, aprendizajes y a cuestionar la experiencia, en vez de repetir saberes establecidos (Valencia et al., 2003). De este modo, la profundización pedagógica contribuye a configurar el aula como un espacio para interactuar, desarrollar conocimiento, contrastar ideas y resignificar sus comprensiones. En consecuencia, esta permite que el estudio de la descomposición medida por el hongo *Rhizopus* sp., pase de ser descriptivo a conformarse como un problema de conocimiento, en la medida en que promueva la construcción de

representaciones del mundo social y natural, posicionando al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje (Valencia et al. 2003).

Por otro lado, la experiencia en la configuración de la descomposición resulta fundamental, puesto que permite articular aspectos disciplinares y pedagógicos en el aula. La experiencia posibilita la interacción con el fenómeno mediante actividades desencadenantes, el uso de materiales biológicos como cultivos de hongos, la implementación del diario de campo e infografías, entre otros. En los estudiantes, esto promovió la participación en la construcción de explicaciones.

En lo que respecta a la constitución de la intervención en el aula, las actividades desencadenantes se establecieron como el punto de partida para configurarse como problema de conocimiento, dado que produjo en los estudiantes la necesidad de explicar dicho proceso biológico; asimismo, posibilitó desde un inicio la capacidad de problematizar y movilizar en los estudiantes la prioridad de explicaciones, observaciones y comprensiones de la actividad biológica. Estas actividades, a partir de situaciones cercanas a los estudiantes, despertaron la curiosidad y asombro frente a la descomposición y fue posible, desde el saber disciplinar y didáctico del maestro, orientar la construcción de explicaciones más complejas en el que algunas concesiones epistemológicas llegaron a generar un cambio en el estudiante sobre la manera en que se está relacionando con el fenómeno (Valencia et al. 2003). Por lo anterior, se logra identificar que el conocimiento es dinámico y asumir una postura crítica y reflexiva frente a la enseñanza de los procesos biológicos de las ciencias naturales.

De la misma manera, la experiencia se configura como una oportunidad para que los estudiantes experimenten, exploren y comprendan los fenómenos desde sus propias vivencias. En este sentido, las maneras en que se articularon las acciones, los materiales e interacciones dentro del aula, posibilitaron el entendimiento del proceso biológico. El uso de organismos o materiales biológicos, como el cultivo de hongos, junto con las actividades de observación, discusión y registro, llevaron a que el estudiante se involucrara en su proceso de construcción de conocimiento. Por esta razón, las acciones desarrolladas, contribuyeron

al desarrollo de comprensiones de la descomposición mediada por *Rhizopus* sp., en las que se han llegado a construir, profundizar y transformar lo que aprende, dando sentido a lo que se está conociendo.

De igual manera, la representación del proceso biológico mediante videos, esquemas, imágenes y montajes, permitió que los estudiantes se acercaran al mundo microscópico desde lo macroscópico, fortaleciendo su capacidad de observación. Es así que se constató que la experiencia en la escuela puede propiciar condiciones de reflexión, intercambio de ideas y problematización.

Por lo anterior, la experiencia en la enseñanza de esta dinámica biológica propició el desarrollo y fortalecimiento de escenarios educativos en los que distintas acciones pedagógicas contribuyeron en la construcción de explicaciones cada vez más específicas o complejas sobre el proceso biológico. Estas condiciones fueron desarrolladas a partir de los instrumentos elaborados, de la creatividad pedagógica y de la disposición de los estudiantes y del maestro al abordar el objeto de estudio.

La experiencia permitió la artificialización del fenómeno, puesto que se crearon condiciones controladas para su estudio sin limitarse solamente a la observación de lo sucedido, sino que se fomenta el análisis de variables que intervienen en el proceso. Esto favoreció el establecimiento de relaciones entre las condiciones del entorno y los cambios que se percibieron, transformando la experiencia en un espacio de reflexión en el que se construyeron explicaciones. En este proceso, la observación, la experiencia, la curiosidad y las actividades no se desarrollaron de manera aislada, sino que formaron parte de condiciones decisivas para que la descomposición se comprendiera como un problema de conocimiento.

Por otro lado, la relación entre los estudiantes y el docente posibilita la construcción colectiva del saber, en la que el diálogo e intercambio de ideas permitió el enriquecimiento de las comprensiones sobre el fenómeno. Por ende, se entiende que la experiencia es un proceso social y cultural en el que el aprendizaje se construye desde la reflexión e interacción conjunta.

La ejecución del trabajo que posicionó al hongo *Rhizopus* sp. como un objeto de estudio en la educación básica, implicó enfrentar desafíos en la práctica docente, considerando tanto la experticia del maestro como las condiciones institucionales, encontrando que, aunque se presentaron limitaciones frente al tiempo para realizar la intervención en el aula, se desarrollaron experiencias que hicieron posible la exploración de otras maneras de generar interés y curiosidad vinculando al fenómeno estudiado. De esta manera, el desarrollo del trabajo posibilitó la comprensión de la enseñanza de las ciencias como un proceso que favorece la construcción de explicaciones, evidenciando que el maestro, desde su saber pedagógico, disciplinar y didáctico, toma decisiones que transforman su práctica y la manera en que los estudiantes llegan a comprender el mundo. Por ende, el estudio de la descomposición mediada por *Rhizopus* sp. como problema de conocimiento llegó a ser un objeto susceptible de ser problematizado al reinterpretar el sentido de la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar.

Por último, estos aportes desarrollados en el presente trabajo pueden ser retomados para el diseño de nuevas propuestas didácticas orientadas por los problemas de conocimiento, fortaleciendo la formación de los maestros comprometidos con su quehacer docente. Asimismo, se reconoce que el maestro no toma decisiones con base en el currículo, sino que lo hace desde el saber pedagógico, disciplinar y didáctico, puesto que viene de su experiencia profesional y el compromiso que llega a tener con los estudiantes. En consecuencia, el estudio de la descomposición mediada por el hongo *Rhizopus* sp. configuró un escenario que facilitó la construcción de sentidos en el docente y la comprensión del mundo natural.

7. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J. (2001). *Descomposición y ciclo de nutrientes, en ecosistemas terrestres de México*. Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria 04510, México, D.F.

Asociación colombo alemana de labor social Centro Educativo Scalas. (2023). Proyecto Educativo Institucional (PEI). Bogotá D.C.

Asociación colombo alemana de labor social Centro Educativo Scalas. (2025). Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). Bogotá D.C.

Bachelard, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. Editorial Argos. Buenos aires.

Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. Siglo veintiuno editores, s.a. de c.v. Cerro del agua. Coyoacán, México D.F.

Banyai, I. (1995). *Zoom. Libro rojo*. Fondo de cultura económica. p. 64 ISBN: 9780140557749

Barón, S., Fons, M., y Albrecht, T. (1996). *Microbiología médica, 4.^a edición*. Facultad de Medicina de la Universidad de Texas en Galveston.

Bonilla, C., Diaz, J., Gil, C., Girón, K., León, M., Ortiz, O. y Suarez, A. (2020). Dinámica de la descomposición de residuos orgánicos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. *Suelos ecuatoriales* 50 (1 y 2) p.p. 31-39

Bruner, J. (2018). *Desarrollo cognitivo y Educación*. Selección de textos por Jesús Palacios. Ediciones Morata S.L. Séptima edición (reimpresión). España.

- Camargo, A. y Hederich, C. (2010). La relación entre el lenguaje y el conocimiento y su aplicación al aprendizaje escolar. *Folios segunda época* • N.31. p. 105-122. Universidad Pedagógica Nacional.
- Campbell, N., Mitchell, L. y Reece, J. (2001). *Biología, conceptos y relaciones*. Sello editorial PEARSON Educación.
- Campbell, N. y Reece, J. (2007). *Biología*. Editorial médica panamericana. Séptima edición.
- Corredor, N. y Delgadillo, S. (2019). *Caracterización de la relación ecológica del frailejón-microhongo fitopatógeno en el Parque Natural Nacional Chingaza como una alternativa para fortalecer los valores ambientales del ecosistema de Páramo en los estudiantes del Comité Ambiental Escolar del Colegio Emilio Valenzuela*. [Trabajo de grado pregrado. Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Universidad Nacional.
- Cepero de García, M., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M. y Vargas, N. (2012). *Biología de hongos*. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Biológicas. Ediciones Uniandes. Bogotá, Colombia.
- Cuellas, A. (2019). *Bioquímica de los alimentos, metabolismo y bioenergética*. Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de <https://share.google/knZWNPI1pFSZ8WTBI>
- Cruz, R., Piraneque, N., y Aguirre, S. (2023). *Introducción a la biología y microbiología de suelos*. Colombia, Santa Marta: Editorial Unimagdalena.
- El-Gendi, H., Saleh, A., Badierah, R., Redwan, E., El-Maradny, y El-Fakharany, M. (2021). Una visión integral de las enzimas fúngicas: estructura, clasificación y su papel en los desafíos de la humanidad. *Revista de hongos*. 8(1): 23.
- Estrada, G. y Ramírez, M. (2019). *Micología general*. Centro Editorial Universidad Católica de Manizales. Manizales, Caldas. Colombia (p.19).

Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional. (s.f.). *Información*

General MCN. UPN. <https://cienciaytecnologia.upn.edu.co/informacion-general-2/>

García, A. (2021). *Los microorganismos y la transformación de las sustancias como problema de conocimiento*. [Tesis de maestría, no publicada] Universidad Pedagógica Nacional.

Garrido, A., Teijón, J., Villaverde, C., Mnedoza, C., Blanco, M. y Ramírez, J. (2006). *Fundamentos de bioquímica metabólica* 3ª edición. Madrid. EDITORIAL TÉBAR, SL.

Giordan, A., y De Vecchi, G. (1995). *La curiosidad. El aula como sistema de relaciones*.

Recuperado de: https://cdc49c08-7e4a454c-9afc872995398829.filesusr.com/ugd/d210fb_5b927bccfbbf42f481955042_d2cbe193.pdf

Garzón, M., León, J., Rodríguez, C. (2018). Producción de láminas de hongos para la enseñanza. *Hechos Microbiol*, volumen 9 (1-2), p.p. 20-27.

Hanson, R. (2005). Observación. En: Olivé León y Pérez Ransanz Ana Rosa. *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: Siglo XXI.

Hartenstein, V y Martinez, P. (2019). Structure, development and evolution of the digestive system. *Cell Tissue Res*. 377(3):289-292.

Herrera, T., y Ulloa, M. (1990). *El reino de los hongos: micología básica y aplicada*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V.

Jean, G. (2000). Bachelard, la infancia y la pedagogía. Fondo de cultura económica LTDA. Santafé de Bogotá.

Kalita, B., Roy, A., Jayaprakash, A., Arunachalam, A., y PTV, L. (2023). Identificación de lncRNA y análisis de redes de coexpresión génica ponderadas de *Rhizopus delemar* germinante causante de mucormicosis. *Micología* , 14 (4).

Kruif, P. (1926). *Cazadores de microbios*. Ediciones nueva fénix. Inscripción N° 135.103.

Santiago de Chile.

Malacalza, L., Momo, F., y Coviella, C. (2017). *Fundamentos de ecología y ambiente*.

Buenos Aires, Argentina : EdUNLu. Editorial Universidad Nacional de Luján.

Malagón, J., Sandoval, S. y Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica*, (36), 119 - 138.

Marín, C. (2018). Conceptos fundamentales en ecología de hongos del suelo: una propuesta pedagógica y de divulgación. Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, *Boletín Micológico*, 33 (1) 32-56

Maturana, H. y Varela, F. (1998). *De máquinas y seres vivos autopoiesis: la organización de lo vivo*. Editorial Universitaria, S.A. Colección el mundo de las ciencias. N° 89.535.

Santiago de Chile.

Maturana, H. y Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento, las bases biológicas del entendimiento humano*. Coedición de Editorial Universitaria con Editorial Lumen SRL. Buenos Aires, República Argentina.

Marín, M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en el contexto de resolución de problemas. Asociación Colombiana para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT. Revista *EDUCyT*, 2010; Vol. 1, enero-junio, ISSN 2215-8227

Mesas, J. y Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración. Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia (ALTAGA). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3 (5) 307-313.

Moreno, S. (s.f). *Temas Selectos de Bioquímica General*. Universidad de Sonora. México.

- Nelson, D., y Cox, M. (2009). *Lehninger Principios de Bioquímica*. Estados Unidos: Copyright by W.H. Freeman and Company.
- Odum, E. (1972). *Ecología. Tercera edición*. México D.F.: NUEVA EDITORIAL INTERAMERICANA, S. A. de C. V.
- Osés, E. (2014). Aprender de la experiencia sensible: El arte en el aprendizaje. *En Blanco & Negro*. 5 (1) 38-43.
- Parra, H. (2015). *Los microorganismos un mundo por descubrir, una estrategia de aula para desarrollar habilidades científicas para estudiantes de ciclo dos*. [Tesis de maestría], Universidad Nacional de Colombia de Bogotá]. Repositorio Universidad Nacional.
- Perez, G. (2016). *Hongos ciclos biológicos*. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. México.
- Piepenbring, M. (2015). *Introducción a la micología en los trópicos*. Minnesota U.S.A.: The American Phytopathological Society.
- Posada, J. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 92-113
- Roa, P. y Vargas, C. (2010). El cuaderno de campo como estrategia de enseñanza en el departamento de biología de la UPN. Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología. Revista *EDUCyT*; 2, Junio- Diciembre, ISSN: 2215-8227
- Rodríguez, C. y Zhurbenko, R. (2018). *Manual de medios de cultivo*. Cuarta edición. Departamento de Investigaciones de Medios de Cultivo, BIOCEN. Centro Nacional de Biopreparados. Impreso en la República de Cuba.

- Rúa, A. (2023). Taxonomía de los hongos: un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. *Biomédica. Revista del Instituto Nacional de Salud*. 43 (1) 288-311.
- Sandoval, S., Malagón, J. y Ayala, M. (2011). El papel de la actividad experimental en la ordenación de cualidades y construcción de fenomenologías. *Revista Científica. Volumen Extra*. 5º Congreso Nacional de enseñanza de la física. Bogotá, Colombia.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Editorial síntesis S.A. Didáctica de las ciencias experimentales (DCE). España.
- Segundo, C., Castañón, L. y Bazan, E. (2019). *Generalidades de los hongos*. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacan.
- Silva, M., Zita, G. y Espadas, M. (2019). *Mucor sp.* Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Cuautitlán Ingeniería Agrícola.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Ediciones Paidós. Ministerio de educación y ciencia. Barcelona
- Schneider, E. y Sagan, D. (2008). *La termodinámica de la vida*. Tusquets Editores S.A
- Slot, J. (2017). Diversidad y evolución de los grupos de genes fúngicos. *Avances en genética Volumen 100*, 141-178.
- Urcelay, R., Longo, M., Becerra, A., Daga, I., Nouhra, E., Daniele, G. y Dominguez, L. (2015). *La enseñanza de la diversidad de hongos: Una propuesta para la recuperación, integración y articulación de contenidos*. Universidad Nacional de Córdoba; cap. 15, 377-389

Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM). (2025). *Unidad 1. Bioquímica metabólica: Metabolismo*. Material didáctico División de ciencias de la salud, biológicas y ambientales. México.

Valencia, S., Méndez, O., y Jiménez, G. (2019). *El eco-terrario. La comprensión de lo vivo y su configuración como sistema complejo*. Bogotá, Colombia: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. Universidad Pedagógica Nacional.

Valencia, S., Orozco, J. C., Méndez, O., Jiménez, G., y Garzón, J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (14). Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/15605>

Velázquez, M., Bautista, S., Hernandez, A., Guerra, M. y Amora, E. (2008). Estrategias de Control de *Rhizopus stolonifer* Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, Agente Causal de Pudriciones Postcosecha en Productos Agrícolas. *Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA*. 26 (1) 49-55.

8. ANEXOS

ANEXO A: Protocolo preparación medio de cultivo en Papa Dextrosa Agar (PDA) para hongo *Rhizopus* sp.

Objetivo

Determinar el procedimiento para el cultivo del hongo *Rhizopus* utilizando el medio Agar Papa Dextrosa (PDA) con el fin de observar sus caracteres morfológicos y su relación en los procesos de descomposición.

Materiales

- Medio Agar Papa Dextrosa (PDA)
- Cajas de Petri
- Pan o frutas en descomposición
- Guantes
- Tapabocas
- Asa estéril
- Alcohol al 70%
- Cinta
- Marcador

Procedimiento

1. Uso constante de guantes y tapabocas.
2. Preparar el medio: disolver 39 gramos del medio en 1 litro de agua destilada, este debe calentarse agitándolo constantemente hasta que ebulle. Posteriormente autoclavar a 120 °C durante 15 minutos. No recalentar (Laboratorios MICROKIT, 2020).
3. Verter el medio en cajas de Petri, asegurando una capa entre 15 a 20 ml del medio de cultivo.
4. Dejar solidificar a temperatura ambiente.
5. Tomar una muestra pequeña del hongo presente en el pan o la fruta con ayuda de la Asa.
6. Distribuir cuidadosamente la muestra sobre la superficie de medio de cultivo.
7. Cerrar la caja de Petri y sellar con cinta
8. Rotular la caja, poner la fecha, numero de muestra y nombre.
9. Mantener el cultivo a temperatura ambiente entre los 20 a 30 °C
10. Observar periódicamente de 3 a 5 días

Recomendaciones de bioseguridad

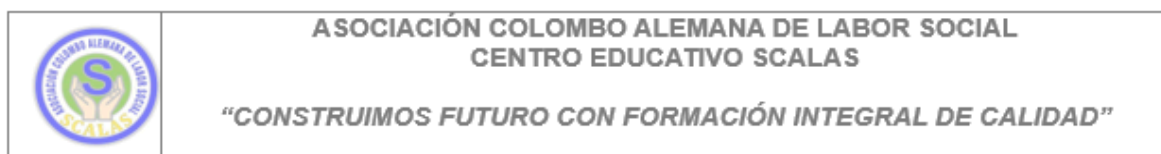
- No abrir completamente las cajas después del crecimiento.
- Evitar la inhalación directa de esporas, por ende, usar en todo momento el tapabocas.
- Desechar el material en bolsas cerradas.
- Lavar las manos después de la práctica.
- Botar guantes y tapabocas al finalizar la practica

Referencia

Laboratorios MICROKIT (2020). POTATO DEXTROSE AGAR (PDA) MUGPLUS CCCNT MBS AIRESANO Revitalización de levaduras y mohos con máxima rapidez y biomasa (USP, APHA, ISO 18416 de Candida albicans en cosméticos). Valdemorillo, Madrid-España

ANEXO B: Guía para realizar el diario de campo.

El desarrollo de la guía se realizó con base al documento de Valverde (1993) quien proporciona elementos esenciales para la elaboración de un diario de campo. Valverde, L. (1993). Diario de campo. Revista de Trabajo Social.V.18 N°39 octubre



DIARIO DE CAMPO

El diario de campo según Valverde (1993) se conoce como un instrumento que se forma basado en la memoria de distintos datos o cosas que se consideran esenciales para recordar. Este instrumento de registro se asemeja a un cuaderno de notas, pero con una utilización organizada y ampliada respecto a una información específica lo que permite la recolección de información para reconocer la realidad profundizando en distintas situaciones.

CÓMO HACER UN DIARIO DE CAMPO CASERO

Materiales:

- Cartón grueso (puede ser cajas o cartón paja)
- Lana
- perforadora
- Hojas blancas tamaño oficio
- Tijeras
- Colbón
- Colores, marcadores, lápiz, esfero
- Papel Kraft, cuadros, stickers, recortes de revistas, etc.

PASOS

1. Corta las tapas

- Recorta dos trozos de cartón del mismo tamaño de las hojas blancas (10 cm de ancho x 18 cm de largo).
- Una será la portada y la otra la contraportada.

2. Decora la portada

- Dibuja hongos en la portada (distintos tipos)
- Usa papel decorativo, recortes de hongos, animalitos, flores, etc.
- Escribe con letras grandes: **Diario de Campo**
- Agrega tu nombre y grado



ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS

“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”

3. Perfora las hojas y tapas

- Usa la perforadora para hacer dos agujeros alineados en todas las hojas y en las dos tapas.
- Revisa que todos los agujeros coincidan bien.

4. Ensambla el diario

- Une todo con la lana

EJEMPLOS DE PORTADAS



BIBLIOGRAFIA

Valverde, L. (1993). El Diario de Campo. Revista de Trabajo Social CCSS. V. 18 N° 39 octubre.

ANEXO C: Guía de identificación de cambios físicos y químicos.

Esta guía se desarrolló con base al video titulado *Top 10 Rotting Food Timelapses*,
realizado por Temponaut Timelapse. (28 de mayo del 2022)

	ASOCIACIÓN COLOMBIA ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	--

GUÍA DE OBSERVACIÓN-Rhizopus el arquitecto de la descomposición TERCER PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702_	
FECHA APLICACIÓN		

Objetivo:

A través de la visualización de un video, los estudiantes identificarán las fases de descomposición de frutas y verduras, reconocerán los cambios físicos y químicos que ocurren en la materia orgánica, y comprenderán el papel fundamental de los hongos como agentes descomponedores.

Reflexiona:

- ¿Qué crees que sucede con las frutas y verduras cuando se descomponen?

- ¿Has notado moho o cambios en la comida en casa? ¿Cómo se ve y qué olores tiene?

Observa atentamente los diferentes estados de descomposición que presentan las frutas y verduras que se muestran en el video.

Luego contesta:

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

Fase de la descomposición	Cambios físicos observados	Cambios químicos observados	Presencia de hongos (moho) y otros organismos
1. Estado fresco			
2. Inicio de descomposición			
3. Descomposición avanzada			
4. Estado final (muestra descompuesta)			

- ¿Cuáles son las fases principales en el proceso de descomposición observadas?

- Describe al menos dos cambios físicos que viste en las frutas y verduras.

- ¿Qué cambios químicos podrían estar ocurriendo durante la descomposición?



**ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS**

**“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE
CALIDAD”**

- ¿Qué papel juegan los hongos en este proceso?

- ¿Por qué es importante el proceso de descomposición para el medio ambiente?

*Escribe un párrafo breve sobre cómo el proceso de descomposición ayuda a reciclar
nutrientes en la naturaleza y la importancia de los hongos en este ciclo.*

ANEXO D: Guía de laboratorio realizada por la maestra.

Fue utilizada para el montaje y observación del hongo *Rhizopus* sp.

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

GUIA DE LABORATORIO- VIAJE AL CENTRO DEL HONGO		
TERCER PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor	NOTA
NOMBRE DEL ESTUDIANTE		
CURSO	90__	
FECHA APLICACIÓN		

Guía de Laboratorio: Viaje al centro del hongo**Propósito**

Observar al microscopio las estructuras del hongo *Rhizopus*, reconociendo partes como las hifas, los esporangios y las esporas, mediante una técnica sencilla y segura que facilite su identificación.

MATERIALES INDIVIDUALES

- Bata
- Guantes
- Tapabocas

Todos los(as) estudiantes que tengan el cabello largo tendrá que recogerlo durante la práctica de laboratorio

MATERIALES GRUPALES

- Pan con moho visible (opcional)
- Frutas con moho
- Cinta adhesiva transparente
- Portaobjetos (laminillas)
- Azul de metileno
- Microscopio
- Alcohol y papel para limpieza
- Bandeja o superficie de trabajo

NORMAS DE SEGURIDAD

- No inhalar ni manipular directamente el moho.
- Usar guantes y tapabocas de protección.
- Evitar contacto con los ojos o la cara.
- Lavar bien las manos y desinfectar el área después del experimento.



**ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS**

“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”

PROCEDIMIENTO:

1. Preparación del entorno:

- Coloca el alimento con moho sobre una bandeja.
- Usa guantes y tapabocas para manipular el material.

2. Toma de muestra con cinta:

- Corta un pequeño trozo de cinta transparente (aprox. 3 cm).
- Presiona suavemente la parte adhesiva de la cinta sobre el área del alimento con mayor cantidad de moho (preferiblemente donde se ve más oscuro, indicando presencia de esporangios).
- Retira la cinta con cuidado.

3. Montaje de la muestra:

- Pega la cinta (con la parte que tocó el moho hacia abajo) sobre un portaobjetos limpio.
- En otro portaobjetos limpio, coloca una gota antes de aplicar la cinta, o cuidadosamente sobre la cinta después de montada.
- Seca ligeramente si es necesario, sin mover la cinta.

4. Observación al microscopio:

- Coloca el portaobjetos en el microscopio.
- Inicia con el aumento más bajo (4x), luego 10x y 40x.
- Enfoca hasta observar:
 - Hifas** (filamentos largos y ramificados)
 - Esporangios** (esferas oscuras al final de filamentos)
 - Esporas** (puntitos dentro o cerca de los esporangios)

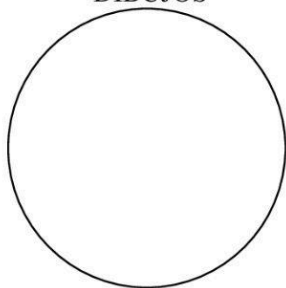
MIS OBSERVACIONES

Hongo #1: _____

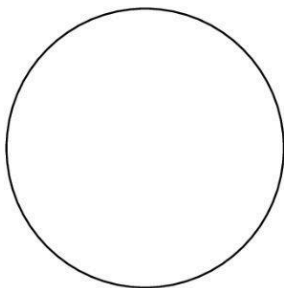
	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

Estructura	Forma observada	Color observado	Textura aparente	Ubicación en la muestra	Posible función biológica	Comparación con otras estructuras
Hifas						
Esporangios						
Esporas						

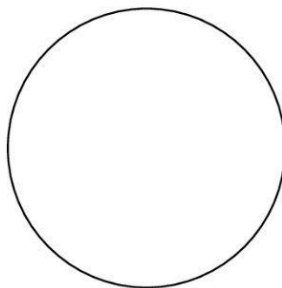
DIBUJOS



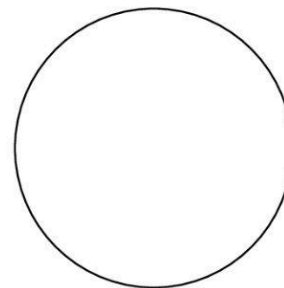
HIFAS



ESPORANGIOS



ESPORAS



HONGO

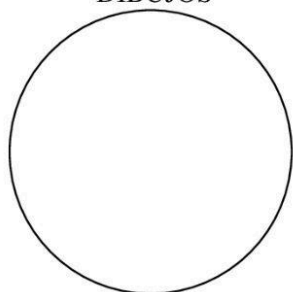
Hongo #2: _____

Estructura	Forma observada	Color observado	Textura aparente	Ubicación en la muestra	Posible función biológica	Comparación con otras estructuras
Hifas						

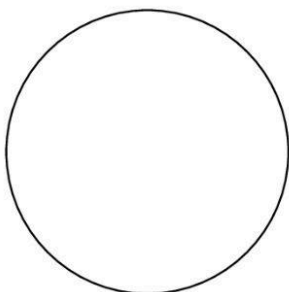
	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

Esporangios						
Esporas						

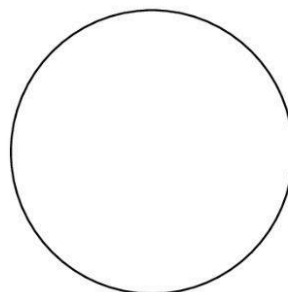
DIBUJOS



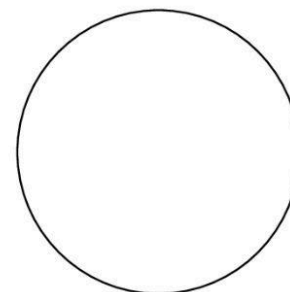
HIFAS



ESPORANGIOS



ESPORAS



HONGO

Preguntas guía:

1. ¿Qué estructuras del hongo lograste identificar?
2. ¿Qué diferencias observas entre moho en pan y en fruta?
3. ¿Qué condiciones favorecen el crecimiento de *Rhizopus*?
4. ¿Por qué no es seguro consumir alimentos con moho?

ANEXO E: Matriz de datos.

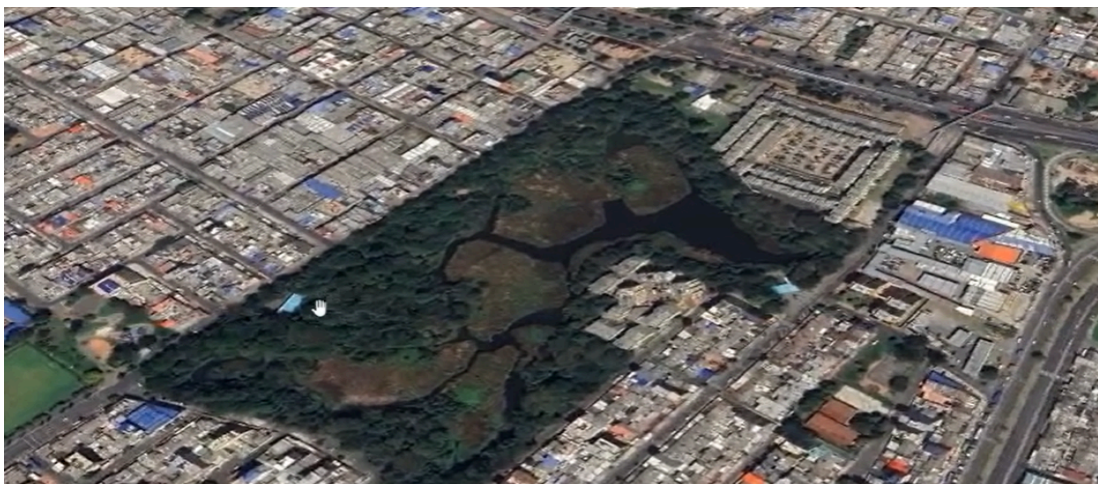
Permite identificar lo que los estudiantes mencionaron en el desarrolló del ejercicio Zoom con el libro de Istvan Banyai.

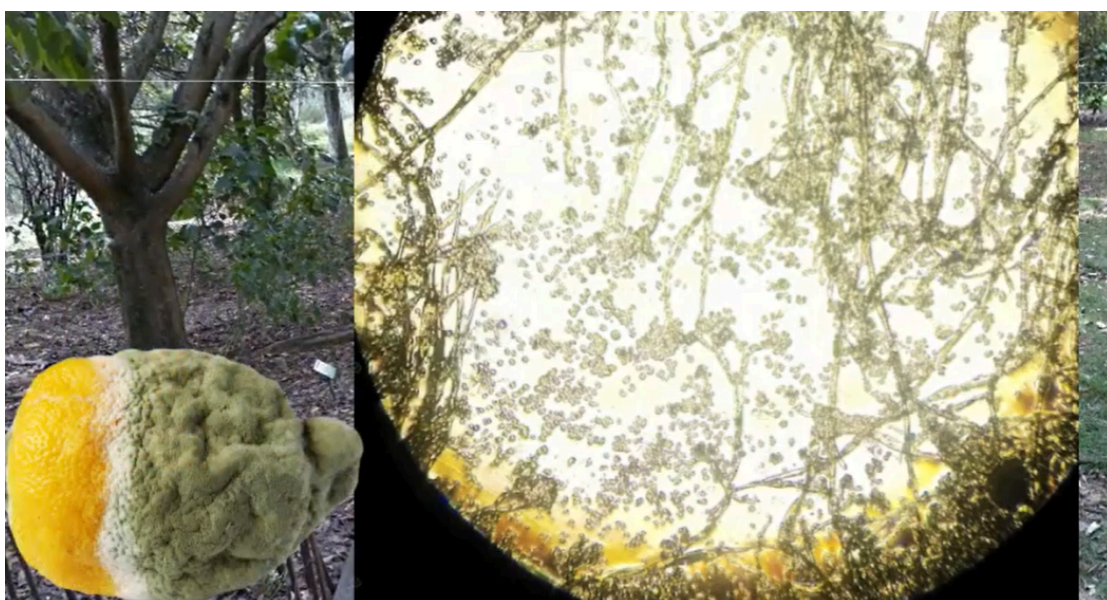
Escenas observadas	Pregunta	Respuestas de los estudiantes	Escena Alejada	Observación
Un gallo	¿Dónde se encuentra el gallo?	E1: Si es un gallo es probable que esté en un gallinero E2: Debe estar en una casa o en el campo E3: Puede estar en KFC para poder consumirlo después	Gallo encima de una valla	Percepción de que el gallo solo se encuentra en su entorno natural.
Dos niños viendo por la ventana	¿Dónde se encuentran los niños?	E1: En la casa E2: en la tienda, E3: en un bus	Los niños se encuentran en una habitación	La ubicación puede ser diferente a las suposiciones dadas, por lo que se requiere ir, más allá de la primera impresión
Habitación con puntos de luz y una abeja	¿Dónde estará la habitación?	E1: En una finca, profe la habitación tiene unos puntos, pueden ser hongos E2: En la habitación hay una abeja, puede que tenga un panal E3: La habitación se encuentra en una casa que está cerca al gallinero	En una casa de granja	Se evidencia que lo comienzan a conectar a un contexto más amplio y menos obvio para los estudiantes.
Una granja con animales, casas, árboles	¿Dónde está esa granja?	E1: en la tierra E2: en una vereda, E3: Es obvio profe en un país	Una maqueta construida por una mujer	Se introduce la idea de cuestionar la realidad y reconocer que es lo que se observa.
La mujer construyendo la granja	¿Dónde creen que está la mujer que construye la granja?	E1: En una juguetería, la granja es un juguete y se nota que ella está jugando con ellos E2: Está en el televisor o en un anuncio E3: Esta en su habitación, haciendo una maqueta de la granja	Es una fotografía de una revista	La persona no está presente físicamente sino hace parte de una imagen lo que permite guiar al estudiante en su observación, viendo que no es mirar por mirar sino teniendo un sentido

Un hombre con la revista	¿Dónde está ese hombre que tiene la revista?	E1: En el hospital E2: en otra revista	El hombre se encuentra en un crucero	La perspectiva que tiene el estudiante parte del contexto del mismo, mostrando que los puntos de vista que tiene el estudiante están unidos.
Un crucero	¿Dónde está ese crucero?	E1: En el mar E2: Profe, puede que esté en una fotografía E3: Profe es que si lo vemos desde la lógica esta debería estar en el agua	El crucero se encuentra en una imagen que cuelga de un bus en la ciudad.	Se identifica que los objetos y la ubicación puede ser más precisa, es decir, sus explicaciones llegan a darse desde su contexto inmediato.
Una ciudad	¿Dónde está la ciudad?	E1: En un videojuego E2: en un póster de otro bus E3: en una revista o en una fotografía	La imagen de la ciudad se refleja en un televisor	El percibir este tipo de imagen y que los estudiantes traten de dar explicaciones permite complejizar aquello que se está observando
Un televisor con un vaquero	¿Dónde está el vaquero que está viendo televisión?	E1: en la tienda E2: en el desierto	En una estampilla de una carta	Da una Introducción a un contexto inusual lo que permite que se busque explicaciones de lo que se llega a observar
Una estampilla	¿Dónde se encuentra esa estampilla?	E1: en un buzón E2: en un papel	En una carta	La estampilla es parte de un objeto más grande y funcional, lo que contextualiza su propósito.
Una carta entregada los indios	¿Dónde están esos indios?	E1: en una foto, en África	En una isla	Allí se especifica la ubicación frente a lo que se llega a observar o percibir.

ANEXO F: Video *EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES*

Se evidencia algunas secciones del video realizado con google Earth, con edición de Clip Champ y Locución con Murf AI. Vease en: <https://www.youtube.com/watch?v=2RE5nll7J8s>.





ANEXO G: Guías respecto al video *EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS GUARDIANES INVISIBLES*.

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

GUÍA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

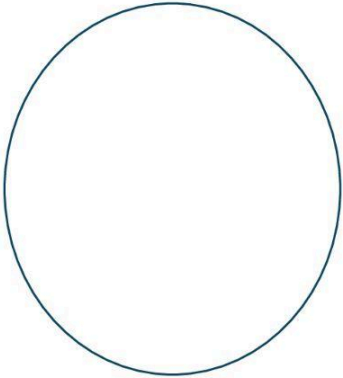
COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

A continuación, encontrarás una expresión tomada del video **"El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles"**. Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

*La vida se mueve en ciclos... en flujos... en una danza
constante de materia y energía*

Preguntas para reflexionar:

- Describe y representa estos ciclos y flujos a través de un ejemplo que encuentres en la naturaleza.



- ¿Qué papel podrían tener los hongos en esos ciclos?

- ¿Qué pasaría si los hongos desaparecieran del ecosistema?

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS <i>“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”</i>
---	---

GUÍA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

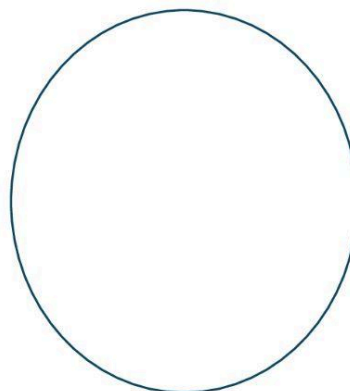
A continuación, encontrarás una expresión tomada del video "**El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles**". Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

Uno de estos alquimistas se llama Rhizopus. Quizás lo hayas visto en un trozo de pan olvidado, o sobre una fruta oscura

Preguntas para reflexionar:

- Los alquimistas eran personajes que buscaban transformar los metales en oro. Teniendo en cuenta esta metáfora, ¿podríamos decir que los hongos son “alquimistas de la naturaleza”? ¿Qué transforman ellos y cómo lo hacen?

- Describe y dibuja los cambios que observas cuando un hongo *Rhizopus* aparece en la comida



- ¿Cuáles son los aportes en tu formación que tiene el estudio de los hongos en laboratorio escolar?

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

GUÍA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

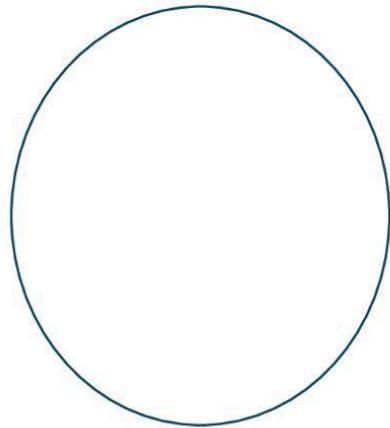
COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

A continuación, encontrarás una expresión tomada del video **"El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles"**. Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

La mayoría de los hongos no se ven como sombrillas en el bosque. Son redes subterráneas, filamentos que se extienden

Preguntas para reflexionar:

- ¿Qué es el micelio y dónde se encuentra? Dibújalo



- ¿Cómo se relaciona el micelio con las plantas o con otros organismos presentes en el suelo?

- Dibuja y describe algunas clases de hongos que se pueden encontrar en un lugar como el humedal Santa María del Lago

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS <i>“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”</i>
---	---

GUÍA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

A continuación, encontrarás una expresión tomada del video "**El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles**". Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

*Ellos leen la materia muerta y la traducen: la convierten en
nutrientes, en vida nueva*

Preguntas para reflexionar:

- ¿Qué crees que significa “leer” y “traducir” en este contexto?

¿Cómo hacen los hongos para transformar lo muerto en algo aprovechable para otros seres vivos?

- ¿De qué forma se relaciona esto con el mantenimiento de la vida?

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS <i>“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”</i>
---	---

GUIA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

A continuación, encontrarás una expresión tomada del video "**El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles**". Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

Están descomponiendo. Rompen. Transforman. Devuelven a la tierra lo que estaba atrapado en los cuerpos muertos

Preguntas para reflexionar

- ¿Qué procesos naturales están describiendo estas palabras?

- ¿Por qué es importante que los hongos “devuelvan a la tierra” lo que estaba en los cuerpos muertos?

- ¿Qué pasaría con el suelo o con los ecosistemas si los hongos no hicieran este trabajo?

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS <i>“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”</i>
---	---

GUIA EL MUNDO OCULTO DEL HUMEDAL: HONGOS, GUARDIANES INVISIBLES SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

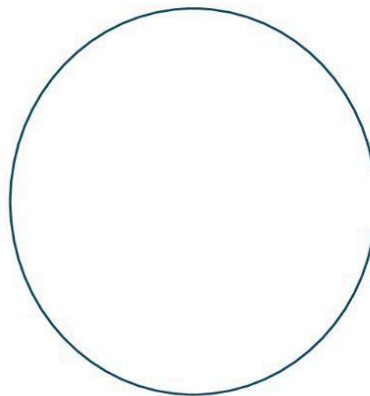
COMPRENDIENDO EL LENGUAJE DE LOS HONGOS

A continuación, encontrarás una expresión tomada del video "**El mundo oculto del humedal: hongos, guardianes invisibles**". Lee con atención, reflexiona y responde las preguntas con base en tus conocimientos, tu curiosidad y lo observado en el video. El objetivo es que empieces a construir una idea propia sobre el papel de los hongos en la naturaleza y por qué su conocimiento es relevante para entender cómo funciona la vida en la Tierra.

*A través de estas hebras, los hongos digieren su entorno.
 Expulsan enzimas que descomponen la materia orgánica*

Preguntas para reflexionar:

- Describe y representa las “hebras” a la que se refiere el video



- Describe la forma como se alimenta un hongo y compárala con otro ser vivo que conozcas

	HONGOS	OTRO SER VIVO_____
Estructuras que participan		
Cambios físicos		
Cambios químicos		
Etapas		

ANEXO H: guía de laboratorio de observación macroscópica y microscópica de hongos de suelo y comestibles.

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	--

GUÍA DE LABORATORIO EQUIPOS MICOLÓGICOS EN EL LABORATORIO SEGUNDO PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor Rodríguez	NOTA
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES		
CURSO	702	
FECHA APLICACIÓN		

PRÁCTICA DE LABORATORIO: EQUIPOS MICOLÓGICOS EN EL LABORATORIO

PROPÓSITO

Identificar las características observables de los hongos macroscópicos y microscópicos que permitan establecer semejanzas y diferencias entre ellos.

MATERIALES INDIVIDUALES

- Bata
- Guantes
- Tapabocas

Todos los(as) estudiantes que tengan el cabello largo tendrá que recogerlo durante la práctica de laboratorio

MATERIALES GRUPALES

- Caja de Petri con cultivo de hongos (hongos del suelo)
- Hongo macroscópico (champiñón)
- Cultivo de levaduras
- Cinta adhesiva transparente
- Asa bacteriológica esterilizada
- Colorante azul de metileno
- Portaobjetos
- Microscopio
- Bisturí
- Lupa

RECOMENDACIONES DE BIOSEGURIDAD

ANTES DE LA PRÁCTICA

- Debes tener las manos limpias por lo que es importante que te laves las manos con agua y jabón.
- Para entrar al laboratorio es indispensable el uso de la bata de laboratorio, guantes y tapabocas
- Asegúrate que la mesa y materiales que vas a utilizar estén desinfectados y limpios
- No consumir alimentos ni bebidas dentro del laboratorio

DURANTE LA PRÁCTICA

- Escuchar con atención las instrucciones del docente
- Manipular las cajas de Petri con cuidado, no abrirlas completamente porque esto podría provocar la liberación de esporas
- En ningún momento te retires el tapabocas, ni acerques tu cara a las muestras
- Usa siempre el asa esterilizada y no la apoyes sobre superficies
- Si se derrama alguna muestra avisar inmediatamente a la docente
- Evitar tocarse la cara, boca, u ojos durante la actividad y mientras logras lavarte las manos



**ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS**

“CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”

- Mantener el sitio de trabajo limpio y organizado.

DESPUÉS DE LA PRÁCTICA:

- Desecha cualquier material utilizado en la actividad
- Lava los portaobjetos y colócalos en alcohol
- Limpia la mesa
- Retira los guantes al salir del laboratorio y lávate bien las manos
- Pon el microscopio en el objetivo de menor aumento, ponlo en el forro y guárdalo

PROCEDIMIENTO A: Observación de hongos microscópicos

1. Colócate los guantes (asegúrate de tener las manos limpias).
2. Corta un pequeño trozo de cinta adhesiva. Pega una punta en tu dedo índice y la otra en el pulgar, dejando la parte pegajosa hacia afuera.
3. Abre ligeramente la caja de Petri (sin retirar completamente la tapa para evitar contaminación).
4. Introduce con cuidado la cinta en el centro de una colonia de hongo.
5. Con ayuda del asa previamente esterilizada, presiona suavemente para asegurar que las estructuras del hongo se adhieran a la cinta.
6. Coloca una gota de azul de metileno sobre un portaobjetos limpio.
7. Retira la cinta del cultivo y pégala cuidadosamente sobre la gota de azul de metileno en el portaobjetos.
8. Lleva el portaobjetos al microscopio y observa usando primero el objetivo de menor aumento. Luego ve aumentando el objetivo.
9. Repite el procedimiento con otras colonias visibles en la caja de Petri.

PROCEDIMIENTO B: Observación de hongo macroscópico

1. Toma el hongo macroscópico, el champiñón.
2. Con la lupa observa las características visibles que este tiene.
3. Realiza un corte longitudinal muy fino con ayuda del bisturí.
4. Realiza un corte en la parte inferior del sombrero del hongo
5. Coloca el corte sobre un portaobjetos y agrega una gota de azul de metileno.
6. Cubre con un cubreobjetos.
7. Observa al microscopio como en el paso anterior

PROCEDIMIENTO C: Observación de la levadura

1. Coloca una gota de la suspensión de levadura en el centro de un portaobjetos limpio.
2. Añade una gota de azul de metileno para teñir las células y hacerlas más visibles.
3. Coloca cuidadosamente un cubreobjetos encima para evitar burbujas de aire

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	--

RESULTADOS

MIS OBSERVACIONES...

Nombre del hongo: _____

Ilustración simple vista	ASPECTOS	MACROSCÓPICA	MICROSCÓPICA	Ilustración Al microscopio
	FORMA			
	ORGANIZACIÓN			
	TEXTURA			
	COLOR			
	TAMAÑO			

Nombre del hongo: _____

Ilustración simple vista	ASPECTOS	MACROSCÓPICA	MICROSCÓPICA	Ilustración Al microscopio
	FORMA			
	ORGANIZACIÓN			
	TEXTURA			
	COLOR			
	TAMAÑO			

Nombre del hongo: _____

Ilustración simple vista	ASPECTOS	MACROSCÓPICA	MICROSCÓPICA	Ilustración Al microscopio
	FORMA			
	ORGANIZACIÓN			
	TEXTURA			
	COLOR			
	TAMAÑO			

Nombre del hongo: _____

Ilustración simple vista	ASPECTOS	MACROSCÓPICA	MICROSCÓPICA	Ilustración Al microscopio
	FORMA			
	ORGANIZACIÓN			
	TEXTURA			
	COLOR			
	TAMAÑO			

ANEXO I: Infografías sobre distintos grupos de hongos.

Estas fueron proporcionadas a los grupos de estudiantes para realizar las nubes de palabras.



ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS "CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD"

ÁREA DE CIENCIAS NATURALES- ASIGNATURA DE BIOLOGÍA
 Profesora: Natalia María Corredor Rodríguez- Licenciada en Biología

LOS HONGOS: ALQUIMISTAS DE LA NATURALEZA

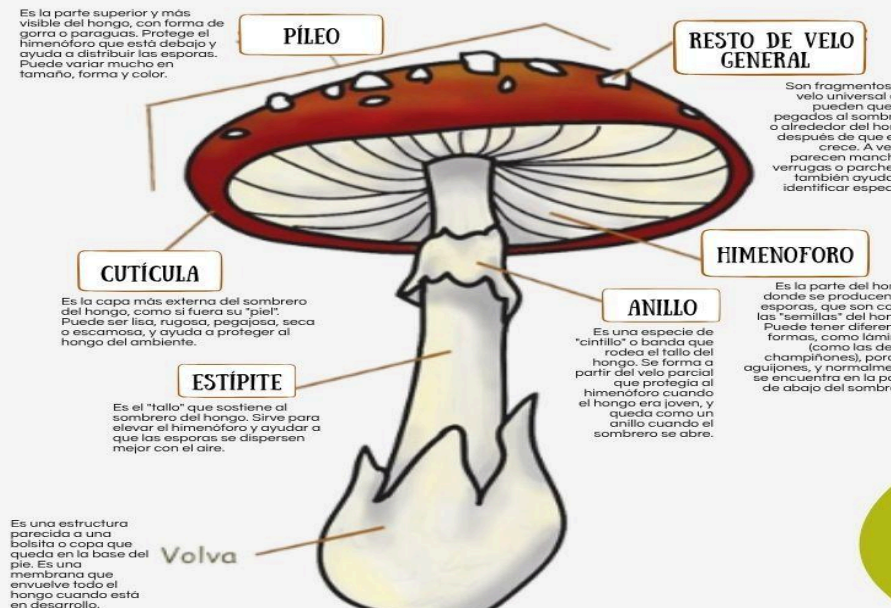
HONGOS AGARICOMYCETES

CARACTERÍSTICAS

Este grupo incluye macrohongos, que se pueden observar a simple vista, forman cuerpos fructíferos con forma de sombrilla (como el sombrero con su cutícula, himenóforo, pie, anillo y volva) o con forma globosa. También incluye microhongos, que no forman estructuras visibles, pero que pueden notarse por las manchas o agallas que dejan en las plantas donde viven; muchos de estas especies son parásitos. La característica más importante es que producen unas células especiales llamadas basidiosporas, esporas sexuales que permiten su reproducción. En este grupo existen especies que producen cuerpos fructíferos comestibles, tóxicos, gelatinosos o leñosos, con una gran diversidad de formas y funciones ecológicas (Bandala, Montoya y Ramos, 2021).

HÁBITAT

Son hongos cosmopolitas, lo que significa que pueden habitar distintos ambientes en muchas regiones del mundo. Se encuentran comúnmente en bosques templados y tropicales, donde crecen sobre suelos húmedos y sombreados, en materia en descomposición como troncos caídos y hojas secas. Estos hongos pueden sobrevivir en una amplia gama de temperaturas, generalmente entre 5 °C y 30 °C, pueden vivir en zonas frías, siempre que haya suficiente humedad, la cual es fundamental para su desarrollo, pues dependen del agua para llevar a cabo procesos vitales como la absorción de nutrientes y la reproducción mediante esporas. Para un crecimiento óptimo, los basidiomicetes requieren una humedad ambiental superior al 70%, ya que niveles bajos dificultan su metabolismo y la formación de estructuras reproductivas como los cuerpos fructíferos (setas). En ambientes más fríos, la humedad alta puede compensar las bajas temperaturas, permitiendo su desarrollo, mientras que en climas más cálidos, la humedad mantiene la actividad metabólica y reproductiva.



PILEO

Es la parte superior y más visible del hongo, con forma de gorra o paraguas. Protege el himenóforo que está debajo y ayuda a distribuir las esporas. Puede variar mucho en tamaño, forma y color.

RESTO DE VELO GENERAL

Son fragmentos del velo universal que pueden quedar pegados al sombrero o alrededor del hongo después de que este crece. A veces parecen manchas, verrugas o parches, y también ayudan a identificar especies.

CUTÍCULA

Es la capa más externa del sombrero del hongo, como si fuera su "piel". Puede ser lisa, rugosa, pegajosa, seca o escamosa, y ayuda a proteger al hongo del ambiente.

HIMENOFORO

Es la parte del hongo donde se producen las esporas, que son como las "semillas" del hongo. Puede tener diferentes formas, como láminas (como las de los champiñones), poros o agujeros, y normalmente se encuentra en la parte de abajo del sombrero.

ESTÍPITE

Es el "tallo" que sostiene al sombrero del hongo. Sirve para elevar el himenóforo y ayudar a que las esporas se dispersen mejor con el aire.

ANILLO

Es una especie de "cintillo" o banda que rodea el tallo del hongo. Se forma a partir del velo parcial que protegió al himenóforo cuando el hongo era joven, y queda como un anillo cuando el sombrero se abre.

Volva

Es una estructura parecida a una bolsita o copa que queda en la base del pie. Es una membrana que envuelve todo el hongo cuando está en desarrollo.

BOLETALES



Estos hongos tienen setas que se parecen a un sombrero apoyado sobre un pie. Debajo del sombrero, en lugar de láminas, tienen una superficie formada por muchos tubos pequeños y poros. Estos tubos y poros se pueden separar fácilmente de la parte principal del sombrero. Allí es donde el hongo produce sus esporas, que le permiten reproducirse y formar nuevos hongos. Por ejemplo el *Boletus edulis*, también conocido como hongo porcini o boleto comestible.

GASTERALES



Su himenio, la parte donde se producen las esporas, está dentro de la seta, que está cubierta por una piel resistente llamada peridio. La mayoría de los gasterales tienen formas redondas, como una bola o una pera. Cuando maduran, estas setas, que al principio tienen carne blanca, se abren o se rompen por un orificio para liberar un polvo lleno de esporas, que es como su forma de reproducirse. Allí se encuentra el hongo *Lycoperdon perlatum*, conocido como pedo de lobo o hongo puffball.

AGARICALES



Se encuentran la mayoría de las setas que conocemos. Estas setas típicas tienen un pie que las sostiene, un sombrero en la parte superior, y debajo del sombrero tienen una superficie llamada himenóforo, formada por láminas delgadas. Además, su carne es fibrosa, lo que les da firmeza y resistencia. Un ejemplo es el hongo *Agaricus bisporus*, conocido como champiñón de París o champiñón blanco.

RUSSULALES



Tienen un sombrero y un pie bien definidos, y debajo del sombrero cuentan con láminas, igual que las setas comunes. Sin embargo, su carne es diferente: es frágil y se desmenuza fácilmente, con una textura granulosa que se parece a la tiza húmeda. En este grupo se encuentra el hongo *Russula virescens*, conocido como rúsula verde o rúsula comestible.

Bibliografía
 Alonso (2004). CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS HONGOS. Gráficas Guía de campo de los hongos de España y de Europa* M. Bon (2004) Ed. Omega - www.dipuiba.es/micologica/setas/doc/Clave%20dicotómica.pdf - Clave dicotómica de los setas de Albacete.
 Bandala, V., Montoya, L. y Ramos, D. (2021). Biodiversidad del Santuario del Bosque de Niebla. Xalapa, Veracruz, México. Imágenes tomadas de: <https://www.setasdesilecha.com/partes-del-hongo/>



ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS "CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD"
AREA DE CIENCIAS NATURALES- ASIGNATURA DE BIOLOGÍA
Profesora: Natalia María Corredor Rodríguez- Licenciada en Biología

LOS HONGOS: ALQUIMISTAS DE LA NATURALEZA

HONGOS CHYTRIDIOMYCETES.

CARACTERISTICAS

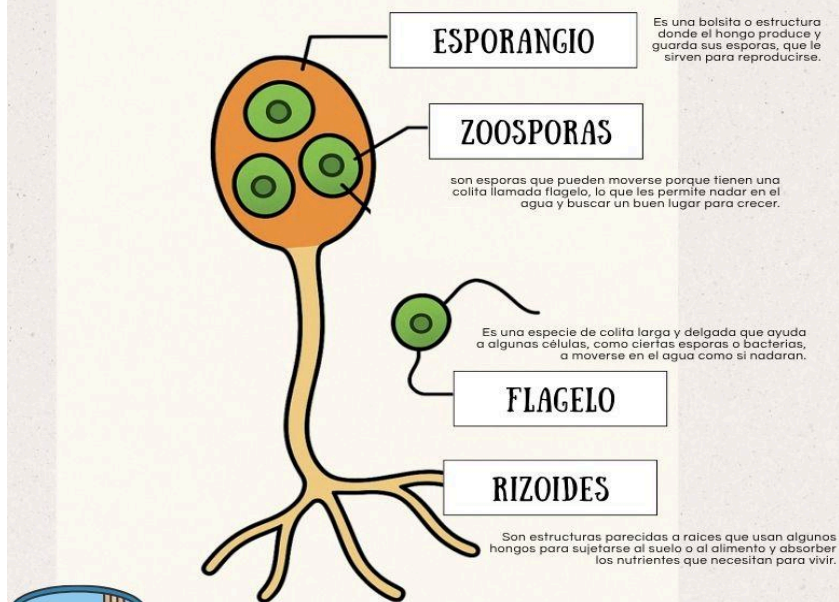
Se reconocen por tener formas muy simples: pueden ser unicelulares o estar formados por filamentos delgados. Producen zoosporas, unas esporas que pueden moverse gracias a un pequeño flagelo, parecido a una cola, que les permite desplazarse en el agua o en ambientes muy húmedos. Muchos de estos hongos también desarrollan un rizoide, una estructura similar a una raíz que les ayuda a fijarse al sustrato y absorber nutrientes. Son el único grupo de hongos que tiene células con flagelo, lo que los distingue de todos los demás.



HÁBITAT

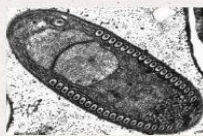
Viven en ambientes muy húmedos o acuáticos, como charcos, ríos, lagos y superficies húmedas de plantas o animales. Necesitan agua para que sus zoosporas, que son células móviles, puedan desplazarse.

Se encuentran en temperaturas entre 10°C y 30°C y una humedad relativa superior al 90%, condiciones ideales para reproducirse y dispersarse. Algunos son saprófitos, alimentándose de materia en descomposición, mientras que otros son parásitos de algas, protozoos, pequeños invertebrados e incluso anfibios.



GRUPOS REPRESENTATIVOS

MICROSPORIDIA



Son parásitos, lo que significa que viven dentro de las células de otros seres vivos y dependen completamente de ellos para sobrevivir. A diferencia de los otros hongos, no tienen estructuras que les permitan moverse, ni tampoco verdaderas mitocondrias (los orgánulos que producen energía en la mayoría de las células). En su lugar, tienen unas estructuras llamadas mitocondrias, que ayudan a formar compuestos importantes de hierro y azufre. Estos hongos son tan simples que solo pueden vivir si están dentro de otro organismo. Un ejemplo es el *Enterocytozoon bieneusi*, hongo parásito intracelular obligado que infecta principalmente las células del epitelio intestinal.



CHYTRIDIOMYCOTA

Primeros hongos en ambientes terrestres, habitan en el agua, a menudo parásitos de algas y oomicetos, o habitantes del suelo, algunos de los cuales son parásitos de plantas vasculares. Unos pocos hongos quitridos parasitan huevos de animales y protozoos, mientras que otros son saprofitos de restos vegetales en descomposición. Por ejemplo el *Batrachochytrium dendrobatidis*, es un hongo acuático microscópico que infecta la piel de los anfibios.

BLASTOCLADIOMYCOTA

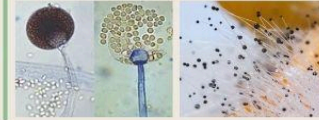
Son hongos que pueden tener una sola célula con pocas ramitas (monocéntricas) o muchas ramitas largas llamadas hifas (poli-céntricas). Estas hifas no tienen paredes internas, por eso se llaman coenocíticos, como tubos largos llenos de citoplasma. Viven en lugares húmedos y algunos producen esporas con flagelo que se mueven en el agua. Un ejemplo es el *Allomyces arbusculus*, un hongo acuático o de suelos húmedos, actúa como saprofito, descomponiendo materia orgánica, y se distingue por formar estructuras visibles como gametangios y esporangios.



Bibliografía

Rúa, A. (2023). Taxonomía de los hongos: un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. *biomedica* 2023.43(Supl.1):288-311. <https://doi.org/10.7705/biomedica.705>
Imágenes tomadas de:
https://biogger.googleusercontent.com/img/b/RzgvZxk/AVvXsEjF5MHPoTgVpg6kHwRQzhpQJCHMY1_8wXg3uaw6mHwVzz-EgUtnFgdHnuz8qWv2bnkZ3y9eRpsD63CktrZgeH8DTN6UA_HEk6u6DTWkkgklyzplA_nfCUz2Mpf-mNLDH0s/s1600/Captura10.PNG
https://biogger.googleusercontent.com/img/b/RzgvZxk/AVvXsEjF5MHPoTgVpg6kHwRQzhpQJCHMY1_8wXg3uaw6mHwVzz-EgUtnFgdHnuz8qWv2bnkZ3y9eRpsD63CktrZgeH8DTN6UA_HEk6u6DTWkkgklyzplA_nfCUz2Mpf-mNLDH0s/s1600/Captura10.PNG
https://biogger.googleusercontent.com/img/b/RzgvZxk/AVvXsEjF5MHPoTgVpg6kHwRQzhpQJCHMY1_8wXg3uaw6mHwVzz-EgUtnFgdHnuz8qWv2bnkZ3y9eRpsD63CktrZgeH8DTN6UA_HEk6u6DTWkkgklyzplA_nfCUz2Mpf-mNLDH0s/s1600/Captura10.PNG

HONGOS ZIGOMICETOS



CARACTERÍSTICAS

Sus cuerpos están formados por hifas, que son como hilos, y en muchos casos no están divididas internamente (a eso se les llama hifas cenocíticas). Se reproducen de forma asexual usando una estructura llamada esporangio, que es una bolsita donde se forman las esporas. El esporangio está sostenido por una especie de tallo llamado esporangióforo, y en la base del esporangio se encuentra la columela, una parte que lo sostiene internamente. También tienen estolones, que son hifas que crecen horizontalmente y conectan un grupo de hongos con otro, y rizoides, que son hifas que se entierran y ayudan a absorber nutrientes.

Existen dos tipos de zigomicetos: unos que viven en animales, pueden ser parásitos o comensales (no dañan), o incluso vivir sobre otros hongos y amebas; y otros que viven en el suelo, donde ayudan a descomponer materia orgánica o forman asociaciones con plantas.

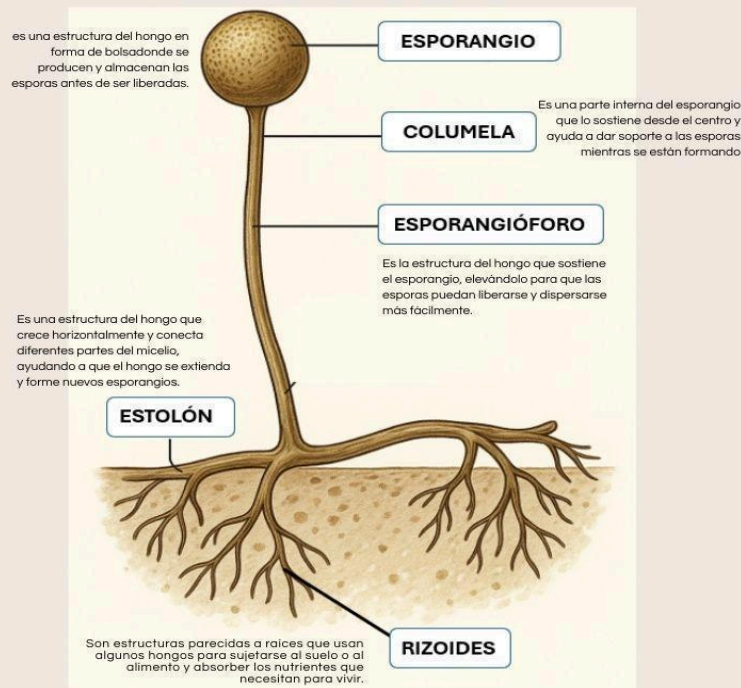


HÁBITAT

Son hongos terrestres que se desarrollan principalmente en lugares con materia orgánica en descomposición. Se encuentran comúnmente en alimentos como pan, frutas y verduras en descomposición. Un ejemplo muy conocido es *Rhizopus stolonifer*, el hongo que crece en el pan. Algunas especies también se desarrollan sobre excrementos, donde contribuyen a la descomposición de estos residuos.

Para su crecimiento, requieren de ambientes con humedad relativa superior al 70%. Esta condición favorece su desarrollo, por lo que suelen aparecer en lugares cerrados, poco ventilados o donde hay restos de materia orgánica húmeda.

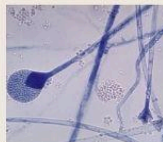
En cuanto a la temperatura, pueden crecer en un rango amplio, pero su temperatura óptima está entre 20 °C y 30 °C. Por debajo de 10 °C su crecimiento es muy lento o se detiene, y temperaturas superiores a 40 °C pueden ser letales para ellos.



GRUPOS REPRESENTATIVOS

MUCOROMYCOTA

Se caracteriza por establecer asociaciones con plantas, especialmente a través de estructuras llamadas micorrizas, que ayudan a las raíces a absorber mejor el agua y los nutrientes del suelo. Muchos de estos hongos viven en el suelo o en materia orgánica en descomposición. Aunque la mayoría no causa daño, algunos pueden provocar infecciones en personas o animales con defensas bajas. Un ejemplo es el *Rhizopus stolonifer*, conocido como el moho del pan. Este hongo crece sobre alimentos en descomposición como pan, frutas o verduras.



ZOOPAGOMYCOTA

Incluye hongos que pueden ser patógenos o comensales de animales, parásitos de otros hongos y amebas, y solo en raras ocasiones están asociados con plantas. Por ejemplo el *Zoopage nitospora*, un hongo microscópico que se alimenta de pequeños organismos como protozoos y nematodos.



KICKXELLOMYCOTINA

Está formado por hongos microscópicos y filamentosos. Algunos viven como simbiosantes en el sistema digestivo de insectos y otros artrópodos, ayudándolos a digerir materia vegetal como lo hace el *Spiromyces spiralis*, un hongo microscópico filamentosos.

Bibliografía

Rúa, A. (2023). Taxonomía de los hongos: un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. *biomédica* 2023;43(Supl.1):288-311 Biomédica 2023;43(Supl.1):288-311 Rúa-Giraldo AL doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.705>
Imágenes tomadas de:
https://o.quizlet.com/ohSE.qIRNaDnqLFNVTVKg_b.jpg
https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZzxl/AVvXsEhcAgqJBvpKpAILf3LO7j5tSMhKQu7rvv8Xka8tVoybOsh1shwuti7ahqKTFteHAcu792Vf594a_QdOzS1g7xbZrLW7bOJKBTbL6YbTp6vzhazMPDaM6pkSzu8ofP_HB-bnQCOOp72N_d-.vb_7eyWsPL-XpcuzqY-8pU-4r49sNV6A_1eoZqXU/st800/esporangioC3i83foro.png
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANDGcORjyNRkEwQYOLqhO5jBHt1Jf16i3AdqWPug&s>



ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL
CENTRO EDUCATIVO SCALAS "CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD"
ÁREA DE CIENCIAS NATURALES- ASIGNATURA DE BIOLOGÍA
Profesora: Natalia María Corredor Rodríguez- Licenciada en Biología

LOS HONGOS: ALQUIMISTAS DE LA NATURALEZA

HONGOS ASCOMYCETES

Características

Tienen una estructura llamada asco. El asco es una pequeña bolsa o saco donde se forman unas esporas llamadas ascosporas. Estos sacos suelen tener una parte en la punta que ayuda a botar esporas al aire para que puedan dispersarse y crecer en otros lugares.

Pueden reproducirse de dos formas. Una es asexual, donde se forman unas esporas llamadas conidios directamente en las hifas (los filamentos del hongo), los conidios se dispersan por el viento, el agua u otros medios.

La otra forma es sexual, que ocurre en una parte del cuerpo fructífero llamada himenóforo. Aquí se desarrolla un tejido especial donde se forman los ascos con las ascosporas dentro. Cuando las ascosporas salen del asco, pueden crecer y formar nuevos hongos.

Los Ascomycetes pueden ser parásitos que dañan plantas y frutos, pero también incluyen hongos beneficiosos, como las levaduras que usamos para hacer pan y cerveza.

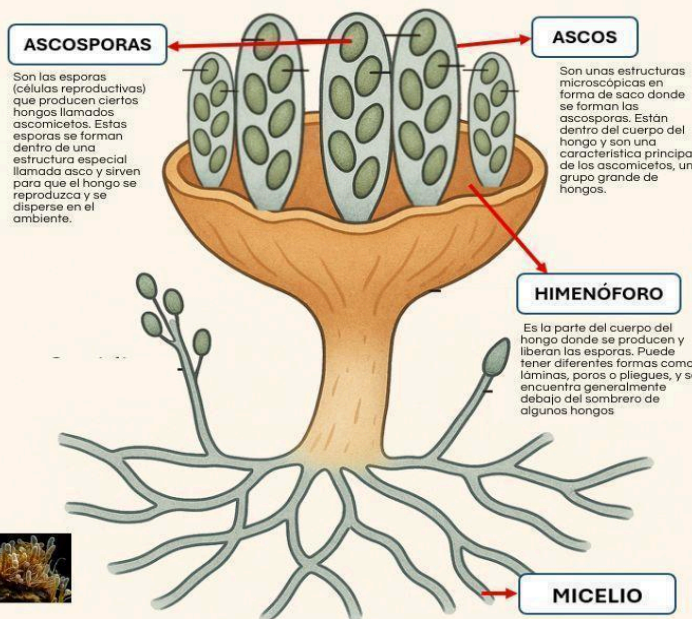


Hábitat

Viven en el suelo, especialmente en aquellos ricos en nutrientes, donde descomponen hojas, madera y restos vegetales. Se encuentran en ambientes con temperaturas moderadas, entre 15 °C y 30 °C, y humedad relativa alta, generalmente superior al 60%, que facilita su crecimiento y reproducción.

Algunos se han adaptado a vivir en agua dulce, en el mar o en jugos vegetales azucarados, donde las condiciones de humedad son constantes y las temperaturas suelen ser templadas. También crecen en frutas, pan, queso y otros alimentos, donde aparecen como moho debido a la alta humedad del ambiente.

Además, algunos son parásitos que viven sobre plantas o en humanos, adaptándose a la temperatura corporal cercana a los 37 °C y a ambientes húmedos como la piel o mucosas.



Grupos representativos

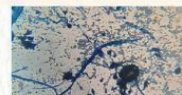
TAPHRINOMYCOTINA

Son parásitos de plantas. Viven dentro de los tejidos vegetales que infectan y causan deformaciones o hinchazones en hojas, tallos o flores, conocidas como "bultos". A diferencia de otros hongos, no forman cuerpos fructíferos visibles (ascocarpos), porque sus ascos se desarrollan directamente en el tejido de la planta que han infectado. Un ejemplo es la levadura *Schizosaccharomyces pombe* usada como modelo en genética y biología celular, se reproduce por fisión, siendo muy común en laboratorios.



SACCHAROMYCOTINA

Está formado por hongos unicelulares, conocidos como levaduras. Estos organismos se reproducen por gemación o fisión, que son formas de multiplicarse sin necesidad de esporas. Viven en ambientes ricos en azúcares, como en las frutas maduras, el néctar de las flores o en superficies húmedas. Algunas de estas levaduras son muy útiles, por ejemplo la *Saccharomyces* que es la levadura que se usan para hacer pan o bebidas fermentadas.



PEZIZOMYCOTINA

Está formado por hongos filamentosos multicelulares que tienen un micelio bien desarrollado. Estos hongos forman ascocarpos, que son estructuras reproductivas visibles donde se producen las ascosporas para reproducirse sexualmente. Se pueden encontrar en muchos lugares, como en la madera, el suelo, plantas y hasta en alimentos. Dentro de este grupo hay hongos descomponedores (que ayudan a reciclar materia orgánica), patógenos (que causan enfermedades) y simbióticos (que viven en asociación con otras especies y se benefician mutuamente), un ejemplo es el hongo *Penicillium chrysogenum*, productor de penicilina.



Bibliografía
Kuhar, F., Castiglia, V. y Papinuti, L. (2013). Reino Fungi: morfologías y estructuras de los hongos. REVISTA BOLETÍN BIOLÓGICA N°28 AÑO 7
Imágenes tomadas de:
<https://www.scielo.org.mx/img/revistas/abn/n126/2448-7589-abn-126-e1430-gf2.jpg>
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Icones_Farlowianae_%28P1_102%29_%288489507598%29.jpg
<https://static.wednet.edu/~/media/Resource/Thumbnail/029/78/132/small/microscopic-view-of-saccharomycotina-fungi-photo.jpg>

ANEXO J: guía de laboratorio para el montaje y la observación del hongo *Rhizopus* sp. utilizado por los estudiantes.

	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

GUIA DE LABORATORIO- VIAJE AL CENTRO DEL HONGO TERCER PERIODO		
NOMBRE DOCENTE	Natalia Corredor	NOTA
NOMBRE DEL ESTUDIANTE		
CURSO	90__	
FECHA APLICACIÓN		

Guía de Laboratorio: Viaje al centro del hongo

Propósito

Observar al microscopio las estructuras del hongo *Rhizopus*, reconociendo partes como las hifas, los esporangios y las esporas, mediante una técnica sencilla y segura que facilite su identificación.

MATERIALES INDIVIDUALES

- Bata
- Guantes
- Tapabocas

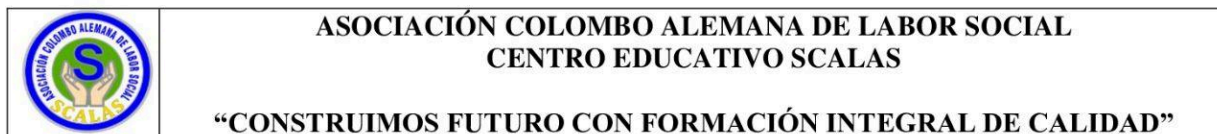
Todos los(as) estudiantes que tengan el cabello largo tendrá que recogerlo durante la práctica de laboratorio

MATERIALES GRUPALES

- Pan con moho visible (opcional)
- Frutas con moho
- Cinta adhesiva transparente
- Portaobjetos (laminillas)
- Azul de metileno
- Microscopio
- Alcohol y papel para limpieza
- Bandeja o superficie de trabajo

NORMAS DE SEGURIDAD

- No inhalar ni manipular directamente el moho.
- Usar guantes y tapabocas de protección.
- Evitar contacto con los ojos o la cara.
- Lavar bien las manos y desinfectar el área después del experimento.



PROCEDIMIENTO:

1. Preparación del entorno:

- Coloca el alimento con moho sobre una bandeja.
- Usa guantes y tapabocas para manipular el material.

2. Toma de muestra con cinta:

- Corta un pequeño trozo de cinta transparente (aprox. 3 cm).
- Presiona suavemente la parte adhesiva de la cinta sobre el área del alimento con mayor cantidad de moho (preferiblemente donde se ve más oscuro, indicando presencia de esporangios).
- Retira la cinta con cuidado.

3. Montaje de la muestra:

- Pega la cinta (con la parte que tocó el moho hacia abajo) sobre un portaobjetos limpio.
- En otro portaobjetos limpio, coloca una gota antes de aplicar la cinta, o cuidadosamente sobre la cinta después de montada.
- Seca ligeramente si es necesario, sin mover la cinta.

4. Observación al microscopio:

- Coloca el portaobjetos en el microscopio.
- Inicia con el aumento más bajo (4x), luego 10x y 40x.
- Enfoca hasta observar:
 - Hifas** (filamentos largos y ramificados)
 - Esporangios** (esferas oscuras al final de filamentos)
 - Esporas** (puntitos dentro o cerca de los esporangios)

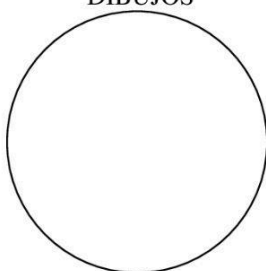
MIS OBSERVACIONES

Hongo #1: _____

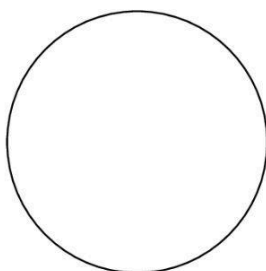
	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

Estructura	Forma observada	Color observado	Textura aparente	Ubicación en la muestra	Posible función biológica	Comparación con otras estructuras
Hifas						
Esporangios						
Esporas						

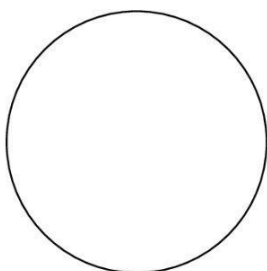
DIBUJOS



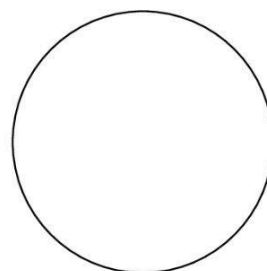
HIFAS



ESPORANGIOS



ESPORAS



HONGO

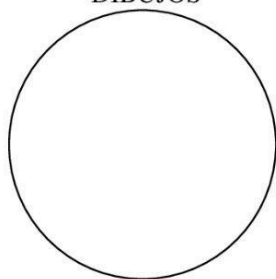
Hongo #2: _____

Estructura	Forma observada	Color observado	Textura aparente	Ubicación en la muestra	Posible función biológica	Comparación con otras estructuras
Hifas						

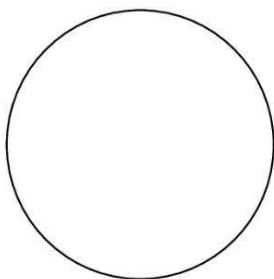
	ASOCIACIÓN COLOMBO ALEMANA DE LABOR SOCIAL CENTRO EDUCATIVO SCALAS “CONSTRUIMOS FUTURO CON FORMACIÓN INTEGRAL DE CALIDAD”
---	---

Esporangios						
Esporas						

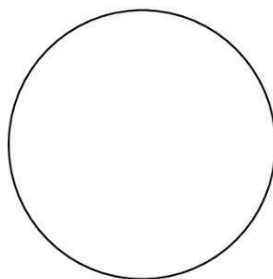
DIBUJOS



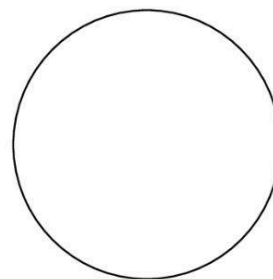
HIFAS



ESPORANGIOS



ESPORAS



HONGO

Preguntas guía:

1. ¿Qué estructuras del hongo lograste identificar?
2. ¿Qué diferencias observas entre moho en pan y en fruta?
3. ¿Qué condiciones favorecen el crecimiento de *Rhizopus*?
4. ¿Por qué no es seguro consumir alimentos con moho?

ANEXO K: video titulado *Top 10 Rotting Food Timelapses.*

Se evidencia la descomposición de distintos alimentos en cierta cantidad de días. Realizado por Temponaut Timelapse. (28 de mayo del 2022) Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=HossFNTkdJk&t=12s>

