



EL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO Y SU RELACIÓN CON EL  
APRENDIZAJE DE LA CÉLULA

ANA MILENA EMERI ACOSTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2023

EL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO Y SU RELACIÓN CON EL  
APRENDIZAJE DE LA CÉLULA

**Autora**

ANA MILENA EMERI ACOSTA

Trabajo de grado para optar al título de magister en enseñanza de las Ciencias

**Tutor:**

Mg. JORGE NORVEY ÁLVAREZ RÍOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios y mi familia. Son el motor que mueve mi mundo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios

A mi familia, especialmente mi hija y esposo por acompañarme en esta aventura.

A mis maestros en la Universidad Autónoma de Manizales. Especialmente el profesor Jorge, por su apoyo y disposición para orientarme durante la investigación.

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se centró en establecer la relación entre el conocimiento metacognitivo y su aporte al aprendizaje de la célula: teoría celular en estudiantes. El conocimiento metacognitivo es fundamental en la consolidación de los procesos cognitivos y se antepone al desarrollo de habilidades de regulación, motivo por el cual es el primer paso para fortalecer los procesos de aprendizaje, especialmente en estudiantes de edad escolar media.

Esta investigación detalla como a partir de actividades asociadas al conocimiento declarativo y procedimental se pueden generar procesos de planeación que influyan en la forma en la que los estudiantes usan las estrategias disponibles y a su vez, descubren nuevas.

Por otro lado, se constata que el desarrollo de habilidades de conocimiento metacognitivo aporta el aprendizaje de la célula: teoría celular, debido a que la capacidad de discernir entre lo que se conoce y lo que no, permitiendo transformar los aprendizajes, ya que el estudiante se esforzará más por desarrollar destrezas que fortalezcan sus saberes. Lo anterior, se hizo evidente cuando se constató como el desarrollo de actividades desde el conocimiento metacognitivo permitieron el cambio de un modelo celular estructural a un modelo funcional o de la teoría celular, destacando que los resultados no fueron homogéneos, especialmente por la singularidad de cada estudiante.

**Palabras claves:** Metacognición, aprendizaje, proceso de aprendizaje y célula.

## **ABSTRACT**

The present research project focused on establishing the relationship between metacognitive knowledge and its contribution to the learning of the cell: cell theory in students. Metacognitive knowledge is fundamental in the consolidation of cognitive processes and comes before the development of regulation skills, which is why it is the first step to strengthen learning processes, especially in middle school age students. This research details how activities associated with declarative knowledge can generate planning processes that influence the way in which students use available strategies and, in turn, discover new ones.

On the other hand, it was found that the development of metacognitive knowledge skills contributes to the learning of the cell: cell theory, because the ability to discern between what is known and what is not, allows transforming learning, since the student will make a greater effort to develop skills that strengthen his knowledge. This became evident when it was observed how the development of activities from the metacognitive knowledge allowed the migration from a structural cellular model to a functional model or cellular theory, highlighting that the results were not homogeneous, especially due to the uniqueness of each student.

**Keywords:** Metacognition, learning, learning process, cell.

## CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN .....	12
2	ANTECEDENTES .....	13
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	16
4	JUSTIFICACIÓN.....	18
5	REFERENTE TEÓRICO .....	20
5.1	METACOGNICIÓN.....	20
5.2	ELEMENTOS CENTRALES DE LA METACOGNICIÓN .....	21
5.2.1	Conocimiento metacognitivo.....	22
5.2.2	Regulación metacognitiva .....	23
5.3	Aprendizaje y metacognición .....	24
5.3.1	Aprendizaje de la célula.....	25
5.3.2	Modelos explicativos sobre el concepto de célula.....	26
6	OBJETIVOS .....	28
6.1	OBJETIVO GENERAL.....	28
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	28
7	METODOLOGÍA.....	29
7.1	ENFOQUE Y ALCANCE.....	29
7.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO.....	29
7.3	UNIDAD DE TRABAJO .....	29
7.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	30
7.5	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	30
7.5.1	Categoría conocimiento metacognitivo .....	30
7.5.2	Categoría aprendizaje de la célula .....	32
7.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN: .....	33
7.7	DISEÑO METODOLÓGICO .....	34
7.8	PLAN DE ANÁLISIS .....	34
8	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	35
8.1	ESTADO INICIAL DE LAS CATEGORÍAS DE ESTUDIO .....	35

8.1.1	Modelos explicativos iniciales sobre la célula.....	36
8.1.2	Estado inicial del conocimiento declarativo .....	38
8.1.3	Estado inicial del conocimiento procedimental .....	46
8.2	ACTIVIDADES INTERMEDIAS .....	50
8.3	ESTADO FINAL DE LAS CATEGORÍAS DE ESTUDIO .....	58
8.3.1	Modelos explicativos finales sobre la célula .....	59
8.3.2	Estado final del conocimiento metacognitivo.....	62
8.3.2.1	Estado final del conocimiento declarativo.....	62
8.3.2.2	Estado final del conocimiento procedimental.....	69
8.4	¿CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE CONOCIMIENTO METACOGNITIVO Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LA CÉLULA? .....	72
9	CONCLUSIONES.....	75
10	RECOMENDACIONES .....	77
11	REFERENCIAS .....	78
12	ANEXOS .....	82

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Modelos explicativos sobre la célula.....	27
Tabla 2 Categorías, subcategorías e indicadores de interés para la categoría conocimiento metacognitivo. ....	31
Tabla 3 Categorías, subcategorías e indicadores de interés. Basado en Buitrago (2014) para los modelos explicativos de la célula. ....	32
Tabla 4 Representación de los estudiantes de una célula durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel inicial y su descripción.....	37
Tabla 5 Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta II. ....	41
Tabla 6 Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta III.....	44
Tabla 7 Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta V.....	46
Tabla 8 Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento procedimental .....	48
Tabla 9 Respuestas de los participantes al cuestionario de preguntas cortas para contestar por escrito durante el momento de desubicación.....	53
Tabla 10 Exploración de la subcategoría conocimiento procedimental a partir del análisis de un interactivo sobre la célula.....	57
Tabla 11 Representación de los estudiantes de una célula durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel final con la descripción aportada por los participantes y el modelo celular identificado.....	61
Tabla 12 Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta II. ....	63

Tabla 13 Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta III.....	64
Tabla 14 Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta V.....	67
Tabla 15 Exploración final de la subcategoría conocimiento procedimental en el instrumento de lápiz y papel final.....	70

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Diseño metodológico del proyecto de investigación. ....	34
Figura 2. Mapa conceptual elaborado por las estudiantes E5 y E6 en el momento de ubicación – instrumento inicial de lápiz y papel. ....	40
Figura 3. Mapa conceptual elaborado por los estudiantes E1 y E3 en el momento de ubicación – instrumento inicial de lápiz y papel. ....	40
Figura 4. Mapa conceptual elaborado por E1 en el momento de desubicación. ....	51
Figura 5 Diagramas elaborados por los participantes E5, E6 y E4 en el momento de desubicación. ....	52

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Unidad didáctica .....	82
Anexo B. Instrumento de lápiz y papel inicial y final .....	84
Anexo C. Actividad de aplicación momento de ubicación. ....	87
Anexo D. Cuestionario de aplicación – Teoría celular y su relación con el ciclo celular ....	88

## 1 PRESENTACIÓN

La célula es un eje central en el currículo de Biología debido a su relevancia en la comprensión de los procesos biológicos; sin embargo, su comprensión está limitada a entenderla como una unidad hueca, dejando en un segundo plano las funciones vitales que en ella se desarrollan. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto se centró en establecer la relación entre el conocimiento metacognitivo y el aprendizaje de la célula, debido a que en el aula se identificó que los estudiantes de educación media no comprenden adecuadamente los procesos biológicos que ocurren al interior de la célula producto de un aprendizaje memorístico de la biología; siendo evidente lo mencionado en los resultados del área de Ciencias Naturales en las pruebas de seguimiento.

De acuerdo con lo anterior, se desarrolló una investigación cualitativa descriptiva en la que se estudiaron los modelos celulares de 6 estudiantes de Ap1 (décimo) a partir de la aplicación de una unidad didáctica que incluyó la aplicación de un instrumento de lápiz y papel inicial y final, así como cuestionarios cortos. Lo anterior, sinérgico con la aplicación de estrategias que promueven la metacognición como los mapas conceptuales que permitieron reconocer el estado del conocimiento metacognitivo (declarativo – procedimental). El análisis de resultados y la triangulación de la información se realizó a partir de una matriz de elaboración propia y una codificación por colores y letras.

La investigación permitió identificar un comportamiento heterogéneo en las categorías de estudio para cada participante lo que enriqueció la unidad de estudio; destacándose, la evolución en el modelo explicativo celular y el fortalecimiento de las habilidades para asumir una tarea a partir del reconocimiento de lo que se sabe, de lo que no y la importancia de establecer pasos para alcanzar con éxito las metas.

## 2 ANTECEDENTES

Con el fin de profundizar en la problemática más allá de la experiencia, se realizó una revisión de antecedentes, especialmente centrada en la metacognición - conocimiento metacognitivo, y el aprendizaje de la célula: teoría celular. Proceso que se desarrolló a través de las búsquedas de bases de datos especializadas, lo cual permitió identificar y analizar textos ubicados como artículos científicos.

En la búsqueda mencionada se destacan autores como Jerónimo y Ayala (2011) quienes plantean que la didáctica de las ciencias revela cómo los estudios se han centrado básicamente en las concepciones epistemológicas, las estructuras de los contenidos y en las estrategias metodológicas. Sin embargo, en los últimos años se presta cada vez más atención a componentes como el desarrollo cognitivo, la metacognición y la motivación. En este mismo sentido, Osses y Jaramillo (2008), manifiestan que la metacognición es un camino viable para lograr un desarrollo más pleno de la autonomía de los estudiantes, reflejándose éste, entre otros aspectos, en un aprendizaje que trasciende el ámbito escolar para proyectarse en la vida de los estudiantes, en un “aprender a aprender”.

Asimismo, Tamayo y Cadavid (2013) enuncian que la metacognición es importante para la educación y la didáctica de las ciencias, debido a que incide en la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende y en este sentido, Tamayo (2007), sostiene que la metacognición es importante para la educación y la didáctica de las ciencias debido a que dirige el logro de aprendizajes en profundidad. También, Gurbin (2015) plantea que el desarrollo de las habilidades metacognitivas puede beneficiar a los estudiantes a lo largo de sus vidas y es necesario para un aprendizaje profundo. Estudio que coincide con Tamayo et al. (2015), quienes expresan que un estudiante que conozca en forma adecuada sus procesos cognitivos puede “hablar” o “reflexionar” sobre sus procesos de pensamiento propios y/o de los demás, en tal sentido, este tipo de conocimiento se constituye central en la formación de pensamiento crítico.

La metacognición ha sido ampliamente estudiada con relación a la biología (Dye y Stanton, 2017; Stanton et al., 2015; Tanner, 2017), también la regulación metacognitiva (Greene et al., 2021; Roberts, 2021). De esta manera, cobra importancia el desarrollo de estudios que investiguen otras dimensiones de la metacognición como es el conocimiento

metacognitivo, el cual es de gran relevancia. García et al., (2015) plantean que mientras el conocimiento cognitivo comienza a desarrollarse a la edad de 6 años, su correcta aplicación, como habilidad metacognitiva no parecen alcanzar la madurez hasta la adolescencia; por lo cual, es necesario su fortalecimiento.

Al reconocer lo anterior y el contexto del presente estudio, resulta novedoso incluir la categoría de conocimiento metacognitivo. Oportunidad que es evidente con el grupo de adolescentes de grado AP1, correspondiente a la primera etapa del programa educativo Advance de Cambridge. Este proceso se genera en la etapa escolar donde culminan la asignatura de Biología en el currículo. La intencionalidad del ejercicio se centra en el desarrollo de aprendizajes a profundidad. Situación que puede ser reafirmada con lo que manifiesta García et al. (2015): “Aun cuando los estudiantes conocen las diferentes estrategias, éstos no necesariamente las aplican de forma eficaz y en este sentido el conocimiento precedería a las habilidades metacognitivas” (p. 211).

En este mismo sentido, es necesario fortalecer de manera intencionada el conocimiento metacognitivo en estudiantes de grado AP1 a través del aprendizaje de la célula: teoría celular. Este último concepto científico, tiene gran significado no sólo para el desarrollo de la biología como disciplina científica, sino también para su enseñanza en todos los niveles. De igual manera, la célula: teoría celular es un eje temático fundamental en el aprendizaje de la biología debido a que se integra de forma escalonada en el currículo y es de gran relevancia. Lo anterior se asocia con lo manifestado por Rodríguez y Moreira (2002):

Es un concepto complejo y altamente estructurado, sobre todo para el nivel de la enseñanza no universitaria, y su importancia es crucial como uno de los elementos estructurantes de la comprensión y de la conceptualización biológica, ya que, junto con otros, como evolución, la determinan. (p. 2)

En ese mismo sentido, Rodríguez (1997) plantea la necesidad de abordar el estudio de las representaciones que el alumno tiene y construye relativas a la célula y a su funcionamiento; así como la forma en la que esos modos de representación evolucionan, como requisito indispensable para entender el funcionamiento de los seres vivos. Por lo anterior, Rodríguez y Moreira (2002) sugieren que la célula se constituye como un

contenido curricular obligatorio ya que condiciona y articula la comprensión de los conceptos biológicos y que para el profesorado es manifiesta y evidente la complejidad de la enseñanza del funcionamiento celular ya que supone muchos y complejos conceptos como la mitosis.

En virtud de que toda persona se enfrenta constantemente ante nuevas tareas de aprendizaje, desarrollar la capacidad de aprender de forma autónoma, se convierte en una necesidad, por lo que uno de los objetivos de la escuela debe ser ayudar a los alumnos a convertirse en aprendices autónomos y el logro de este objetivo va acompañado de otra nueva necesidad, la de “enseñar a aprender” (Osses y Jaramillo, 2008), siendo lo descrito por los autores un propósito central en esta investigación.

Lo anterior, pone como supuesto la necesidad de que el estudiante, más allá de un saber disciplinar, logre el desarrollo de habilidades de orden superior que facilite un aprendizaje consciente. Entre ellos el pensamiento crítico, tal como lo plantean Osses y Jaramillo (2008), Tamayo, Zona, y Loaiza (2015); y Gurbin (2015), quienes manifiestan la necesidad de dar mayor protagonismo a los estudiantes y brindar las herramientas necesarias para desarrollar su conocimiento metacognitivo en pro de empoderarlos de sus procesos de aprendizaje para la vida. Teóricamente reforzado por Soto (1999) al invitar a proporcionar a los estudiantes instrucciones sobre procesos metacognitivos de control dando guías y criterios para poder así juzgar sus procesos y productos.

### **3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Las ciencias naturales constituyen un área del saber de gran relevancia en la educación y de gran acogida en la población estudiantil, puesto que su naturaleza disciplinar motiva al interés en su aprendizaje para las diferentes etapas de la vida escolar. Es oportuno mencionar que, en esta área, es importante la forma en la que se aprende.

En este sentido el tema de la célula, abordado desde la teoría celular, es un eje clave para la comprensión de diferentes procesos biológicos. Sin embargo, a partir de una reflexión del ejercicio docente y la práctica de aula, se ha identificado que existe históricamente una tendencia centrada en orientar la enseñanza con el propósito de ser memorístico sin articulación de conceptos. Esta tendencia conlleva a que se olvide fácilmente las temáticas y a su vez a un desconocimiento en cómo aplicarlos al momento de desarrollar actividades de aula. Lo anterior, especialmente para el tema de interés que se integra en el currículo desde grado tercero.

Es importante precisar que, debido a la situación de salud pública vivida en los pasados años, se ha generado una transformación de la dinámica educativa y con ello de los procesos en el aula. Lo asociado a la pandemia por COVID-19 y las estrategias para la reducción de contagios en el ámbito escolar, generaron grandes cambios en la dinámica de la enseñanza y el aprendizaje. Situación que impactó de manera directa las formas en las que los estudiantes asumen una tarea, en el uso de la información y el modo en que desarrollan las actividades, causando un efecto directo en el aprendizaje y el rendimiento académico. A modo de ejemplo, se puede identificar como el regreso a la presencialidad puso en evidencia en el aula que los estudiantes tienen restricciones sobre el cómo, porqué y cuando desarrollar una tarea física o virtual de tal manera que puedan gestionarla adecuadamente.

Sumado a lo anterior, se identifica como en el aula de ciencias, tradicionalmente el profesor en su proceso de enseñanza determina que aprenden, como aprenden y el nivel de profundidad de los conocimientos que adquieren los estudiantes. De esta forma transmite sus modelos de aprendizaje, situación que puede limitar la enseñanza, el uso de estrategias y la conciencia en el aprendizaje. Lo descrito es evidente en el aula de clase, además, en los diálogos con docentes del área que abordan el mismo eje temático se reconoce la necesidad

de generar aprendizajes que permitan una mayor comprensión de los procesos biológicos puesto que la población estudiantil no demuestra dominio de estos en los grados superiores, pese a su relevancia curricular y esto se evidencia en los resultados de las pruebas saber dónde los resultados del área no corresponden a los esfuerzos realizados institucionalmente.

Finalmente, los antecedentes descritos en el presente apartado sustentan las pretensiones de la investigación, centrados en el desarrollo de conocimiento metacognitivo y su relación con el aprendizaje de la célula: teoría celular para favorecer el aprendizaje autónomo y a profundidad.

Teniendo en cuenta el problema descrito anteriormente se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación entre el conocimiento metacognitivo y el aprendizaje de la célula en estudiantes de grado AP1?

## 4 JUSTIFICACIÓN

La situación de salud pública mundial vivida en los últimos años y la evolución de los procesos de formación académica han llevado a las instituciones educativas a transformar sus procesos de enseñanza para alcanzar los aprendizajes en medio de la adversidad. Esto indica un ajuste a los procesos de aula como respuesta a las condiciones sociales y ambientales que han sido fluctuantes en el último quinquenio, lo que ha generado una transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Cantillana, es una institución educativa de carácter privado ubicada en Bucaramanga-Santander, con calendario A. Además, en la actualidad cuenta con la integración del currículo nacional del Ministerio de Educación (MEN) y el currículo internacional de Cambridge. En consecuencia, se han implementado nuevas herramientas de aprendizaje que promueven la autonomía y el pensamiento crítico como medio para que los estudiantes regulen sus procesos de aprendizaje, basándose en el uso de las TIC a través de un ecosistema digital que integra múltiples herramientas digitales de aprendizaje y la presencialidad como mediadoras para el desarrollo de los procesos de aula.

De acuerdo con lo anterior, este proyecto de investigación al abordar el conocimiento metacognitivo pretendió hacer un aporte innovador a los procesos de aprendizaje en el área de Ciencias Naturales en grado AP1, debido a que no se ha trabajado anteriormente en la institución y es una oportunidad para fortalecer las estrategias de aprendizaje en el aula y la potencialización de las habilidades metacognitivas de los estudiantes en un grado que es fundamental en el inicio de la etapa preparatoria para la vida universitaria, en donde deben saber emplear sus recursos cognitivos, logísticos y materiales para el desarrollo de actividades de manera exitosa.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados del seguimiento que hace la institución a través de la aplicación de pruebas periódicas con entidades como los tres editores y Cambridge a través de los checkpoints, se hizo evidente que la población estudiantil tiene dificultades en el aprendizaje de la célula especialmente en el estudio de su anatomía y los procesos biológicos que en ella se desarrollan como el ciclo celular. Esta temática se integra en el currículo desde grado tercero constituyendo un tema central en la asignatura

de Biología desde la básica primaria, sin embargo, es común que los estudiantes de nivel superior expresen que no tienen dominio de esta.

Igualmente, este proyecto crea un referente metodológico que enriquece a los docentes del área de las Ciencias Naturales en sus prácticas de aula, contribuyendo a su vez en la mejora de los resultados en las pruebas nacionales del MEN e internacionales de Cambridge, donde el tema de estudio propuesto en esta investigación constituye una de las temáticas con mayor grado de profundización y es uno de los ejes centrales para comprender la dinámica de los sistemas biológicos. Asimismo, se buscó fortalecer los procesos en el aula, que han sido transformados a causa de la última pandemia por COVID y que ha tenido un efecto profundo en la dinámica educativa y las condiciones sociales, académicas, psicológicas y afectivas de los estudiantes modificando así los métodos de enseñanza - aprendizaje y con ello la forma en la que se asumen las tareas en el aula.

Finalmente, esta investigación pretendió aportar a los estudiantes los elementos necesarios para comprender su realidad, resolver de manera adecuada tareas y asumir posturas críticas y proactivas, debido a que una de las grandes dificultades evidenciadas consiste en que estos cuentan con múltiples medios de aprendizaje y recursos físico, que en ocasiones no saben cómo, cuándo y por qué aplicarlas, por lo que promover medios para “aprender a aprender” a través del conocimiento metacognitivo es un medio para fortalecer su desarrollo integral, aportándoles herramientas para la vida que a su vez se integran con el contexto educativo actual, en el que el conocimiento metacognitivo será un elemento enriquecedor del aprendizaje en la medida en que se empleen de forma adecuada.

## 5 REFERENTE TEÓRICO

### 5.1 METACOGNICIÓN

El término “metacognición” está compuesto por “meta” que significa “más allá” y “cognición” del latín cognoscere que significa “conocimiento” por tanto es un término con una función expresiva oportuna, puesto que hace referencia al conocimiento de los mecanismos responsables del conocimiento según Burón (1993).

Igualmente, el término metacognición es acuñado por Flavell (1976), quién planteó:

La metacognición se refiere al conocimiento que uno tiene sobre propios procesos y productos cognitivos o cualquier cosa relacionada con ellos y se refiere a la activa y consecuente regulación de los procesos. Se practica la metacognición cuando se toma consciencia de que tengo más dificultad en aprender A que B, cuando se comprende que se debe verificar por segunda vez C antes de aceptar como un hecho y a la supervisión activa y consecuente regulación y organización de estos procesos, en relación con los objetos o datos cognitivos sobre los que actúan, normalmente en aras de alguna meta u objetivo concreto. (p. 232)

Asimismo, Brown (1980) refirió que la metacognición es el conocimiento y regulación al control consciente y deliberado de la actividad cognoscitiva y del mismo modo Brown (1987) indicó que la metacognición es la capacidad de acceder consciente y reflexivamente a los conocimientos y estrategias de una persona, y que constituye uno de los criterios más utilizados para saber si un sujeto muestra una comprensión adecuada de un fenómeno. También, Dang et al. (2018) afirman que la metacognición es el proceso de ser consciente, reflexionar y comprender el propio conocimiento, es decir, la metacognición es "pensar sobre el pensamiento" y es fundamental para el proceso de aprendizaje. En este sentido, Burón (1993) refirió que la metacognición es el conocimiento de las cogniciones, cogniciones significa, según se deduce del contexto, cualquier operación mental, por lo tanto, es el conocimiento que tenemos de todas las operaciones mentales: que son, como se realizan, cuando hay que usar una u otra, que factores ayudan/interfieren su operatividad.

Por otra parte, Schraw (1998) indicó que la metacognición es un fenómeno multidimensional, de naturaleza general, y el conocimiento y la regulación metacognitiva pueden mejorarse utilizando una variedad de estrategias educativas; igualmente, plantea

que la metacognición es esencial para el éxito del aprendizaje porque permite a los individuos gestionar mejor sus habilidades cognitivas y determinar los puntos débiles que pueden corregirse construyendo nuevas habilidades cognitivas. Igualmente, Roa (2016) concluye que la metacognición se refiere al conocimiento, concientización y control de los propios procesos cognitivos durante el acto de aprender por parte del estudiante; esto implica, entre otros aspectos, desarrollar la capacidad de autoobservación del propio proceso de construcción de conocimiento, la posibilidad de elección de las estrategias más adecuadas al estilo de aprendizaje y de reflexionar acerca de la calidad de los resultados alcanzados en concordancia con los objetivos establecidos de antemano. Igualmente tienen un papel fundamental para la educación, debido a su carácter autodidáctico, autorregulador y transformador de la conciencia del estudiante para lo cual las estrategias de aprendizaje se constituyen en un baluarte esencial para que el estudiante aprenda a aprender desde sus propios recursos.

Asimismo, Tamayo (2007) sostiene que la metacognición es especialmente importante para la educación y para la didáctica de las ciencias debido a que dirige el logro de aprendizajes en profundidad. Su influencia se da, además, sobre el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Por último, Tamayo y Cadavid (2013) afirman que la metacognición es importante para la educación y para la didáctica de las ciencias debido a que incide en la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende; su influencia se da, además, sobre la eficacia del aprendizaje, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

## **5.2 ELEMENTOS CENTRALES DE LA METACOGNICIÓN**

Algunos autores como Brown (1987), Georghiades (2004) y Tamayo et al. (2015) integran dentro de la metacognición tres dimensiones principales: el conocimiento, la conciencia y la regulación. Para la presente investigación se considera la propuesta de autores como Burón (1993), Schraw (1998), Schraw et al. (2006), Tamayo y Cadavid (2013), Tamayo et al. (2019) y Dang et al. (2018) quienes comprenden dos subcategorías principales de la metacognición que incluyen habilidades que permiten a los alumnos comprender y controlar sus procesos cognitivos: el conocimiento y la regulación.

### **5.2.1 Conocimiento metacognitivo**

El conocimiento metacognitivo hace referencia al conocimiento que tienen las personas sobre su propio conocimiento o sobre la cognición en general (Huertas et al., 2014, p. 59). De acuerdo con Dang et al. (2018) y Tamayo et al. (2019) se refiere a la conciencia de los procesos cognitivos. Además, Martí (1995) propone que el conocimiento metacognitivo es aquel que tienen los sujetos sobre la cognición propia, de otros o general y que estos conocimientos suelen ser relativamente estables (lo que se sabe sobre la propia cognición no suele variar de una situación a la otra), tematizables y verbalizables (uno puede reflexionar y discutir con los otros lo que sabe sobre la cognición, y está en la capacidad de verbalizarlo), a menudo falibles (se pueden tener ideas o creencias equivocadas sobre la cognición) y de desarrollo tardío (requiere que la persona considere como objeto de conocimiento los procesos cognitivos).

De acuerdo con los anteriores autores se reconocen al menos tres tipos de conocimiento metacognitivo: declarativo, procedimental y condicional relacionados respectivamente con “saber qué”, “saber cómo” y “saber por qué y cuándo”.

El conocimiento declarativo está relacionado con el conocimiento acerca de uno mismo como estudiante y la conciencia de los factores que afectan el aprendizaje, estrategias y recursos empleados para tal fin (Huertas et al., 2014, p. 59). Igualmente, Tamayo et al. (2015) propone que es un conocimiento proposicional referido a un saber acerca de uno mismo como aprendiz y de los diferentes factores que influyen de manera positiva o negativa en nuestro rendimiento y, en este orden de ideas de acuerdo con Tamayo et al. (2019) es entendido como el conocimiento que tiene el estudiante de todos aquellos elementos contenidos en la memoria a largo plazo de forma explícita, e implica el dominio y la recuperación de información contextual y episódica. Finalmente, de acuerdo con Pérez y Gonzáles (2020), este es un saber qué; corresponde a todo aquel conocimiento que pueda explicitarse sobre lo que se sabe y lo que no se sabe: sobre uno como aprendiz, sobre los factores que influyen en su desempeño (por ejemplo: saber las limitaciones de la memoria, saber de qué manera uno se desempeña mejor ante una tarea. A su vez, el conocimiento procedimental de acuerdo con Huertas et al. (2014) hace referencia al conocimiento acerca de la ejecución de las habilidades de procedimiento, a utilizar

correctamente las estrategias y recursos en el proceso de aprendizaje, por lo que para Tamayo et al. (2019) se asume como el contenido de la memoria implícita o no consciente de procedimientos o ejecuciones, y, Pérez y Gonzáles (2020) lo definen como un saber que implica el conocimiento que se tiene sobre cómo utilizar diversas estrategias para abordar una tarea (por ejemplo: conocer cómo tomar nota, usar nemotécnicas, hacer resúmenes). Por lo anterior, el conocimiento procedimental es un saber cómo se hacen las cosas, de cómo suceden, es un tipo de conocimiento que puede representarse como heurístico y como estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema de acuerdo con Tamayo et al. (2015).

Finalmente, según Tamayo et al. (2019) el conocimiento condicional implica para el estudiante la capacidad de determinar cuándo, dónde y por qué emplear cierto conocimiento para la resolución de una tarea o situación; coincidiendo con Pérez y Gonzáles (2020) para quienes es un saber cuándo y por qué. Es el conocimiento sobre cuándo y por qué utilizar una determinada estrategia.

### **5.2.2 Regulación metacognitiva**

De acuerdo con Schraw (1998) la regulación (o control) metacognitivo se refiere al conjunto de actividades que ayudan al estudiante a controlar su aprendizaje, se relaciona con las decisiones del aprendiz antes, durante y después de realizar cierta tarea de aprendizaje. Se asume que la regulación metacognitiva mejora el rendimiento en diferentes formas: mejora el uso de la atención, proporciona una mayor conciencia de las dificultades en la comprensión y mejora las estrategias ya existentes. Se ha encontrado un incremento significativo del aprendizaje cuando se incluyen como parte de la enseñanza, la regulación y la comprensión de las actividades. Asimismo, Dang et al. (2018) plantean que la regulación metacognitiva se refiere a la capacidad de actuar sobre la conciencia de los procesos cognitivos. En este orden de ideas, la regulación metacognitiva hace referencia a las actividades metacognitivas que ayudan a controlar el pensamiento o el aprendizaje y los tres subprocesos que la conforman son la planeación, el monitoreo y la evaluación. En la planeación se fijan metas y se establecen tiempos para su cumplimiento, se seleccionan estrategias apropiadas y se asignan recursos; en el monitoreo se tiene conciencia de la

comprensión y ejecución de tareas mientras se están desarrollando; y en la evaluación se hace una valoración o juicio de los aprendizajes logrados y la pertinencia de las estrategias (Huertas et al., 2014, p. 59). También, según Tamayo, Zona y Loaiza (2015):

La planeación implica la selección de estrategias apropiadas y la localización de factores que afectan el rendimiento tales como la predicción, las estrategias de secuenciación y la distribución del tiempo o de la atención selectiva antes de realizar la tarea. Es decir, consiste en anticipar las actividades, prever resultados, enumerar pasos. El monitoreo se refiere a la posibilidad que se tiene, en el momento de realizar la tarea, de comprender y modificar su ejecución, por ejemplo, realizar autoevaluaciones durante el aprendizaje, para verificar, rectificar y revisar las estrategias seguidas. La evaluación, realizada al final de la tarea, se refiere a la naturaleza de las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz, y evalúa los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia. (p. 128)

### **5.3 APRENDIZAJE Y METACOGNICIÓN**

El aprendizaje es el producto de las experiencias cotidianas y el significado que le dan las personas en los diferentes contextos en los que interactúan, por lo anterior, es de gran relevancia que este sea profundo, de tal forma que la persona en formación pueda hacer una transposición de un concepto abstracto a la realidad, especialmente en el aprendizaje de la biología.

De acuerdo con lo anterior, Burón (1993) plantea que la metacognición tiene gran relevancia en el aprendizaje pues surge de la necesidad de entender los procesos mentales que realiza el estudiante cuando se enfrenta a las tareas de aprendizaje, por esto busca brindar modos de instruir que ayuden a los alumnos a aprender a aprender y les capaciten para buscar nuevos recursos y desarrollar la estrategia de buscar estrategias. Igualmente, nace como una forma de solucionar problemas de bajo rendimiento escolar y potenciar métodos eficaces de aprender a causa de que el conocimiento metacognitivo es una condición necesaria para que podamos regular la actividad mental y es complementaria con la autorregulación porque enseñar a autorregular la actividad mental es lo mismo que enseñar estrategias eficaces de aprendizaje y por tanto el desarrollo metacognitivo lleva a

saber aprender ya que exige una continua autoobservación de los procesos implicados en el aprendizaje y un estado de consciencia que multiplica el esfuerzo y el ejercicio de habilidades en aquellos sujetos que más carecen de ellos.

El desarrollo de habilidades metacognitivas influye mejorando los procesos de aprendizaje, de acuerdo con Tesouro (2005) quién propone que la metacognición es la que determina el control de nuestra actividad mental y la autorregulación de las facultades cognitivas que hacen posible el aprendizaje humano y la planificación de nuestra actuación inteligente. Igualmente, propone que mejorar la forma de aprender de un alumno supone mejorar la manera en que éste piensa sobre los contenidos objeto de aprendizaje. Si queremos obtener buenos «productos», es imprescindible identificar y optimizar los procesos implícitos, y una de las mejores maneras de hacerlo es conseguir que el estudiante sea consciente de ellos y pueda explicarlos. Por lo anterior, Tesouro (2005) concluye que:

La solución de problemas puede mejorar mediante la aplicación de una serie de habilidades metacognitivas, entre las que se incluyen saber *cuándo* se deben aplicar conocimientos heurísticos o específicos y el control de la propia capacidad para estar seguros de seguir un camino correcto. Consecuentemente, una enseñanza eficaz de las habilidades de pensamiento mejora la capacidad intelectual. (p. 142)

Finalmente, según Campanario (2000) la docencia en ciencias experimentales debe comenzar a abordar de manera decidida los factores metacognitivos, al igual que sucede con las ideas previas de los estudiantes debido a que los problemas metacognitivos rara vez se enfocan desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias. Lo anterior, impactando en el aprendizaje.

### **5.3.1 Aprendizaje de la célula**

De acuerdo con Herrera y Sánchez (2009), el concepto de *Célula* tiene justificada su presencia en la enseñanza de la Biología en cualquier nivel educativo (básico, secundario o universitario) en virtud de su carácter de conocimiento estructurante para la comprensión de los seres vivos. No obstante, Díaz y Jiménez (1996), señalan que los estudiantes de 14-15 años de secundaria, al aprender la célula, no tienen una representación mental clara, muestran problemas de apreciación de las dimensiones celulares, dificultades referidas a la interpretación de gráficos, tienen ideas bastante alejadas de la composición

celular de los organismos y una percepción muy pobre del contenido celular por lo que es importante tener claro que idea mental tienen de la célula y el desarrollo de actividades como las observaciones microscópicas. Lo anterior coincide con lo planteado por Rodríguez y Moreira (2002), quienes afirman que la célula es un concepto complejo y altamente estructurado, sobre todo para el nivel de la enseñanza no universitaria, y su importancia es crucial como uno de los elementos estructurantes de la comprensión y de la conceptualización biológica; igualmente, que el aprendizaje de la célula ha sido deficiente a pesar de los esfuerzos docentes por lograrlo y que para el propio profesorado es evidente la complejidad de la enseñanza del funcionamiento celular ya que supone muchos y complejos conceptos, como respiración celular, fotosíntesis, mitosis, meiosis, etc. Por último, son escasas las investigaciones centradas en el aprendizaje de procesos biológicos que integren lo mencionado anteriormente.

### **5.3.2 Modelos explicativos sobre el concepto de célula**

La célula es un eje temático principal en los currículos de ciencias naturales, motivo por el cual se integra a los Derechos Básicos de Aprendizaje en Colombia. Es un concepto ampliamente estudiado por lo que han surgido modelos explicativos sobre su conceptualización y características. Teniendo en cuenta lo anterior, Buitrago (2014) propone modelos explicativos a partir del estudio de modelos conceptuales derivados de un análisis histórico-epistemológico de la célula (ver tabla 1).

De acuerdo con lo anterior, para la presente investigación una vez estudiados los modelos de la célula, es de gran relevancia revisar la teoría celular, puesto que constituye un eje teórico fundamental en la comprensión de la célula.

**Tabla 1. Modelos explicativos sobre la célula.**

Modelo básico	Este modelo es el más simple históricamente, se considera la célula como un animáculo o una celda, como comportamientos llenos de aire que carecen de estructuras, pero que está limitada con el exterior.
Modelo estructural	Este modelo considera que la célula no es hueca, pues le asigna a la célula sus estructuras principales: Membrana, citoplasma, núcleo; también se le asigna los demás organelos: Lisosoma, mitocondria, aparato de Golgi, retículo endoplasmático, vacuolas, ribosomas, además se describe la estructura general celular pero no se habla de funcionamiento.
Modelo funcional	Este modelo hace alusión a una célula con estructura general y mencionan aspectos que permiten relacionar que la célula toma por aspiración del ambiente líquido los elementos necesarios para su elaboración, es decir se reconoce funciones de la célula como el intercambio de sustancias con el exterior, la reproducción, respiración, excreción, circulación, nutrición.
Modelo de la teoría celular	Este modelo considera que la célula es la unidad fundamental de todos los seres vivos, que la célula se multiplica por división, que está rodeada por una membrana y tiene un núcleo, que tienen un material genético y que toda célula solo proviene de otra célula.

Nota: modelos tomados de Buitrago (2014).

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Describir el aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje de la célula en estudiantes de grado Advance Program 1 (AP1).

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Caracterizar los procesos de conocimiento metacognitivo (declarativo y procedimental) en el aprendizaje de la célula en estudiantes de grado AP1.

Establecer las posibles relaciones entre los procesos de conocimiento metacognitivo y los modelos explicativos de la célula en estudiantes de AP1.

## **7 METODOLOGÍA**

### **7.1 ENFOQUE Y ALCANCE**

El presente proyecto de investigación tuvo un enfoque cualitativo descriptivo donde se buscó identificar el comportamiento de la categoría conocimiento metacognitivo a través del aprendizaje de la célula. Todo a partir del interés de reconocer el comportamiento de la categoría antes y después de una intervención didáctica. Es cualitativo, debido a que su eje central fue la recolección de información a partir del uso de instrumentos de lápiz y papel inicial y final, y cuestionarios, entre otros, para generar respuestas a una pregunta de investigación central con un enfoque inductivo.

La validación de las conclusiones obtenidas se realizó a través del diálogo, la interacción y la vivencia; las que se van concretando mediante consensos nacidos del ejercicio sostenido de los procesos de observación, descripción, reflexión, diálogo, construcción de sentido compartido y sistematización; de tal forma que permitan entender los aspectos comunes a muchas personas y grupos humanos en el proceso de producción y apropiación de la realidad social y cultural en la que desarrollan su existencia como lo plantea Sandoval (2002).

### **7.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en una institución educativa de carácter privado que ofrece educación diferenciada y personalizada del departamento de Santander. Cuenta con una planta física campestre caracterizado por amplios espacios entre los que se destacan una biblioteca, un restaurante escolar, un laboratorio, una huerta ecológica y 22 aulas de clase dotadas de tecnología.

### **7.3 UNIDAD DE TRABAJO**

La población de estudio correspondió a 6 estudiantes que son la totalidad alumnos en grado AP1 con una edad entre los 14 y los 15 años. Se caracterizan por ser un grupo comprometido y destacado académicamente; con un sentido de pertenencia muy amplio hacia la institución puesto que toda su escolaridad ha sido en la institución. La inclusión de los participantes en el proyecto estuvo determinada por la autorización formal y legal de los

padres de familia, debido a que la población participante es menor de edad; lo cual se denominó consentimiento informado según los criterios éticos de la investigación.

#### **7.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Debido a que la población del estudio eran menores de edad, se cumplió con la política de tratamiento de datos y los respectivos consentimientos informados de los padres. De acuerdo con la normatividad colombiana esta investigación se considera con un riesgo inferior al mínimo, debido a que no se hacen intervenciones o cambios en la persona; pero está sujeta a la autorización en su desarrollo tanto por los padres de familia como por los mismos estudiantes.

#### **7.5 UNIDAD DE ANÁLISIS**

Las categorías de estudio en la investigación fueron el conocimiento metacognitivo y la célula estudiada desde el enfoque de la teoría celular, ambas categorías ampliadas a continuación:

##### **7.5.1 Categoría conocimiento metacognitivo**

Las subcategorías de estudio para el conocimiento metacognitivo son el conocimiento declarativo y procedimental. No se estudió la dimensión conocimiento condicional debido a que al derivarse este de la experiencia, los tiempos de la investigación no constituían el desarrollo de múltiples espacios en los que los participantes tuvieran experiencias metacognitivas insistentes y permanentes. En la tabla 3 se relacionan los categorías y subcategorías mencionadas.

**Tabla 2. Categorías, subcategorías e indicadores de interés para la categoría conocimiento metacognitivo.**

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Criterios de indagación</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Conocimiento Metacognitivo</b>	Conocimiento Declarativo	Identifica que necesita para completar con éxito una tarea y reflexiona sobre lo que sabe y desconoce.	Se analiza lo que el estudiante declara que sabe y no sabe de manera escrita y verbal sobre la célula como tema central. Igualmente, lo que identifica como necesario para desarrollar la tarea incluyendo los medios-elementos que requiere o considera apropiados y los conocimientos conceptuales partiendo de sus ideas previas.
	Procedimental	Elabora un listado de pasos para desarrollar una tarea con éxito, reflexionando y eligiendo las mejores estrategias para abordar una tarea.	Se analiza la forma en la que la estudiante describe y planifica lo que va a hacer explicando por qué va a utilizar una estrategia - método para desarrollar con éxito de una tarea.

Nota: basado en Pérez y Gonzáles (2020)

### 7.5.2 Categoría aprendizaje de la célula

Para la categoría aprendizaje de la célula, estudiada desde el enfoque de la teoría celular, las subcategorías son los modelos explicativos básico, estructural, funcional y de la teoría celular planteados por Buitrago (2014) sobre la célula basándose en la historia y epistemología del concepto. En la tabla 2, se relacionan las categorías, subcategorías de análisis y sus respectivos indicadores, en los cuáles se tuvo en cuenta los modelos de célula de los estudiantes antes y después de la intervención con la unidad didáctica.

**Tabla 3. categorías, subcategorías e indicadores de interés. Basado en Buitrago (2014) para los modelos explicativos de la célula.**

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Criterios de indagación</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Aprendizaje de la célula</b>	Modelo básico	Representa la célula como un componente estructural de los seres vivos.	Se analiza si la estudiante representa la célula como una estructura hueca rodeada por una membrana.
	Modelo estructural	Representa la célula como una celda rodeada por una barrera.	Se analiza si la estudiante representa la célula como una unidad biológica dotada de estructuras principales y organelos.
	Modelo funcional	Representa la célula como una unidad que se relaciona a través de sus organelos y estructuras.	Se analiza si la estudiante representa la célula como una unidad dotada de estructuras principales y organelos que permiten su funcionamiento y su relación con el medio externo.

---

Modelo de la teoría celular	Representa la célula como una unidad de origen, funcional y estructural que realiza las funciones vitales de relación, nutrición y reproducción.	Se analiza si la estudiante representa la célula como una unidad biológica que contiene información genética y que tiene procesos metabólicos que permiten la conformación de nuevas células.
-----------------------------	--	---

---

## **7.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN:**

La investigación constó de 3 momentos desarrollados a través de una unidad didáctica: ubicación, desubicación y reenfoque (ver anexo A); constituyendo así una estrategia para aplicar los diferentes instrumentos. Se diseñaron y utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de información de acuerdo con los momentos de la investigación: en el momento de ubicación se aplicó un instrumento inicial de lápiz y papel con preguntas asociadas a las categorías de estudio, las cuales permitieron obtener información sobre su estado inicial. Luego, en el momento de desubicación se trabajó mediante cuestionarios con preguntas abiertas asociadas a las categorías y subcategorías de estudio, así como el material de trabajo de los participantes (diagramas empleados por los estudiantes para la síntesis de información y desarrollo de preguntas) a partir del uso de una herramienta interactiva. Finalmente, se aplicó el instrumento de lápiz y papel final, el cual brindo información sobre el estado final de las categorías.

En conclusión, se utilizó la temática la célula como contexto - pretexto para realizar un reconocimiento pre, inter y post del estado del conocimiento metacognitivo y su aporte al aprendizaje de la temática de interés. Se realizaron 3 sesiones de dos horas semanales distribuidas en 3 semanas.



## **8 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se describe el análisis y discusión de resultados sobre la relación entre el conocimiento metacognitivo y el aprendizaje de la célula. Proceso que emerge después del diseño e implementación una unidad didáctica con la participación de seis estudiantes que correspondían a la totalidad del curso. Dicho proceso metodológico incluyó tres momentos: ubicación (cuestionario de lápiz y papel inicial e introducción a la temática), desubicación (mapas conceptuales y actividad interactiva sobre la teoría celular y cuestionarios de aplicación) y reenfoque (aplicación y retroalimentación del cuestionario de lápiz y papel final).

La triangulación de la información en el análisis se dio mediante la interpretación de los aportes de los estudiantes durante las actividades propuestas, con relación a cada categoría y subcategoría sugeridas en el problema y el marco teórico. Con fines de un adecuado análisis, se elaboró una matriz con las preguntas y respuesta de los seis estudiantes y se codificó la información para proteger su identidad denominándolos E1, E2, E3, E4, E5 y E6. Igualmente, se codificaron los instrumentos y la información recopilada en los mismos. Para el análisis de cada categoría y subcategoría, en cada momento de la unidad y actividad se utilizó un código de colores en la matriz de datos para la categoría conocimiento metacognitivo. Esta codificación define que el color azul representa preguntas y aportes asociados al conocimiento declarativo y el color verde a preguntas y respuestas sobre el conocimiento procedimental. Los resultados obtenidos se discutieron con los hallazgos y aportes teóricos de los autores referenciados.

### **8.1 ESTADO INICIAL DE LAS CATEGORÍAS DE ESTUDIO**

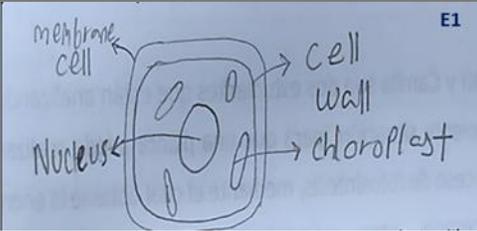
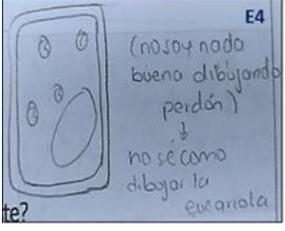
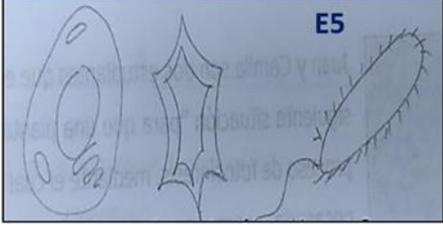
Este momento se centró en reconocer el estado inicial del conocimiento metacognitivo en los estudiantes, así como los modelos explicativos de la célula. De acuerdo con lo descrito, es de destacar que previo y durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel inicial, los estudiantes demostraron gran interés y curiosidad por los avances que podrían lograr en el desarrollo de la unidad didáctica debido a que los contenidos a profundizar como contexto en la investigación ya habían sido abordados en una asignatura llamada science y que se desarrolla en inglés en el año escolar vigente. Al

analizar la información recopilada en el instrumento inicial, no se observa homogeneidad en los resultados, es decir lo propuesto por las estudiantes como respuesta fue diverso, por tal motivo a continuación se realiza un análisis detallado de cada categoría y subcategoría.

### **8.1.1 Modelos explicativos iniciales sobre la célula**

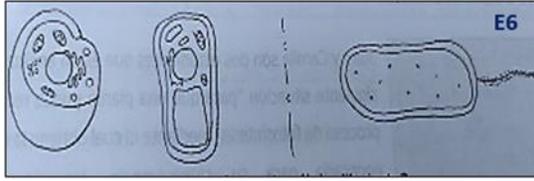
La célula, es un componente conceptual clave para la comprensión de la organización biológica, tal como se ha descrito. Por tanto, en esta investigación fue relevante la identificación del modelo explicativo inicial de célula (MEI), lo cual está estrechamente relacionado con los postulados de la teoría celular. Por lo anterior, la identificación del MEI surge a partir de la aplicación del instrumento de lápiz y papel inicial (ver anexo B) en el que los participantes representaban con un dibujo la forma o aspecto que conocían sobre las células y describían lo que representaron en la pregunta I. De acuerdo con la tabla 4 sobre las representaciones que realizaron los participantes en el momento de ubicación, los estudiantes E1 a E6 representan gráficamente la célula como una celda rodeada por una barrera que está dotada de estructuras principales lo que permite inferir que estos tenían un modelo explicativo estructural sobre la célula. Los dibujos de los estudiantes E2 a E6 carecen de la identificación de estructuras y organelos, los cuales realizan funciones vitales por lo que se evidencia de esta forma como el modelo que las estudiantes tienen establecido de la célula se relaciona con otros estudios como el desarrollado por Camacho et al. (2012), quienes identifican que las dificultades entorno a la célula, están relacionadas con la apreciación de las dimensiones de la célula y sus estructuras. Asimismo, manifiestan que son ideas alejadas de la composición de la célula y de su contenido, por el desconocimiento o baja comprensión del nivel celular y de los procesos vitales de nutrición y respiración; generalmente, se confunde la respiración celular y fotosíntesis o no se relaciona con procesos energéticos y con aspectos que tienen que ver con el crecimiento, reproducción y herencia de los procesos celulares (Camacho et al., 2012).

**Tabla 4. Representación de los estudiantes de una célula durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel inicial y su descripción.**

Estudiante	LPinicial-PI-R1 Representación de la célula	I1-PI-R2 Descripción de la representación
E1		"Célula vegetal"
E2		"Célula eucariota animal"
E3		"Dibuje ambos tipos, la célula animal y vegetal"
E4		"Una célula procariota"
E5		"Animal y vegetal (eucariota) y procariota"

---

**E6**



*“Dibuje una célula animal  
y una célula vegetal,  
también dibuje una célula  
procariota”*

---

Nota: en la tabla se encuentran las imágenes elaboradas por todos los estudiantes para representar la célula.

Igualmente, se evidencia que E1 representa la célula como una unidad dotada de estructuras principales y organelos que permiten su funcionamiento por lo que se ubica en un modelo estructural, sin embargo, escribe los nombres de los organelos en inglés, lo que indica que los reconoce, pero no los recuerda en español, producto de su formación en segunda lengua durante su vida escolar. En las declaraciones de los participantes sobre la descripción de la célula el estudiante E4 manifiesta de forma escrita que lo representando corresponde a *“Una célula procariota”*, correspondiendo el dibujo a una célula eucariota vegetal, y en el dibujo expresa *“no soy buena dibujando, perdón- No se como dibujar la eucariota”* lo que indica que no tiene clara la clasificación de las células, pero declara lo que cree saber. En los demás participantes se identifica cercanía entre lo descrito sobre el tipo de célula y lo representado, es decir la célula dibujada corresponde con la clasificación como se ve en la tabla 4. No obstante, ningún participante realiza descripción, solo nombra el tipo de célula.

Finalmente, lo identificado coincide con lo propuesto por Ariza et al. (2009) quienes expresan que pocos estudiantes reconocen la tridimensionalidad de la célula y consideran sólo al núcleo como estructura celular interna, y desconocen totalmente los organelos celulares. Desconocen, además, las funciones fisicoquímicas de la célula y sólo identifican las funciones celulares desde una perspectiva macroscópica.

### **8.1.2 Estado inicial del conocimiento declarativo**

El instrumento de lápiz y papel inicial (anexo B) permitió indagar sobre el estado del conocimiento declarativo a través de las preguntas II y III teniendo en cuenta los

criterios de indicación e indicadores para cada subcategoría. Este análisis buscó evidencias sobre lo que saben y no saben los estudiantes de manera escrita; es decir, sobre su saber que para el conocimiento declarativo, el cual se asoció con aquel conocimiento que las estudiantes podían explicar, en línea con lo planteado por Pérez y González (2020).

Inicialmente, para explorar el conocimiento declarativo, las estudiantes en la pregunta II del instrumento de lápiz y papel elaboraron un mapa conceptual sobre la temática la célula en la que debían establecer relaciones entre conceptos que consideraban que podían explicar sin problema y las relaciones de los conceptos con los que no tenían claridad. Proceso que fue favorecido metodológicamente por un código de colores denominado semáforo de conocimientos en la que integraban sus saberes previos y posteriormente conceptualizaron de forma escrita lo que saben y lo que no.

Producto de la elaboración de los mapas conceptuales tal como se evidencia en la figura 2, los estudiantes E6 y E5 establecieron relaciones entre conceptos y a su vez los utilizaron para identificar que sabían y que no sobre la temática de interés. Proceso que seguramente impacta en la forma en la que asumen una tarea y en su aprendizaje. En este sentido, E5 empleo como estrategia encerrar mediante el código de colores los títulos y dejó en evidencia con color rojo lo que no sabía, mientras que E6 empleó como estrategia el código para relacionar conceptos con flechas y adicional menciona de forma escrita ejes temáticos no incluidos en color rojo, lo que permite constatar como la estudiante adiciona otra serie de conceptos no propuestos, declara así lo que no tiene claro y a su vez lo que tiene la intención de comprender.

Por otro lado, E3 no siguió los pasos para la construcción de un mapa conceptual, sin embargo, deja ver la relación entre conceptos al emplear código de colores, dejando claro en este con relación a los contenidos que *“lo entiendo, pero no me acuerdo”*. Adicionalmente, E1 no demostró presaberes en su producto con relación a las pautas para la elaboración de un mapa conceptual y la coherencia entre las ideas conceptuales propuestas, sumado a la mezcla de idiomas lo que indica un conocimiento declarativo que requiere ser consolidado.

Figura 2. Mapa conceptual elaborado por las estudiantes E5 y E6 en el momento de ubicación – instrumento inicial de lápiz y papel.

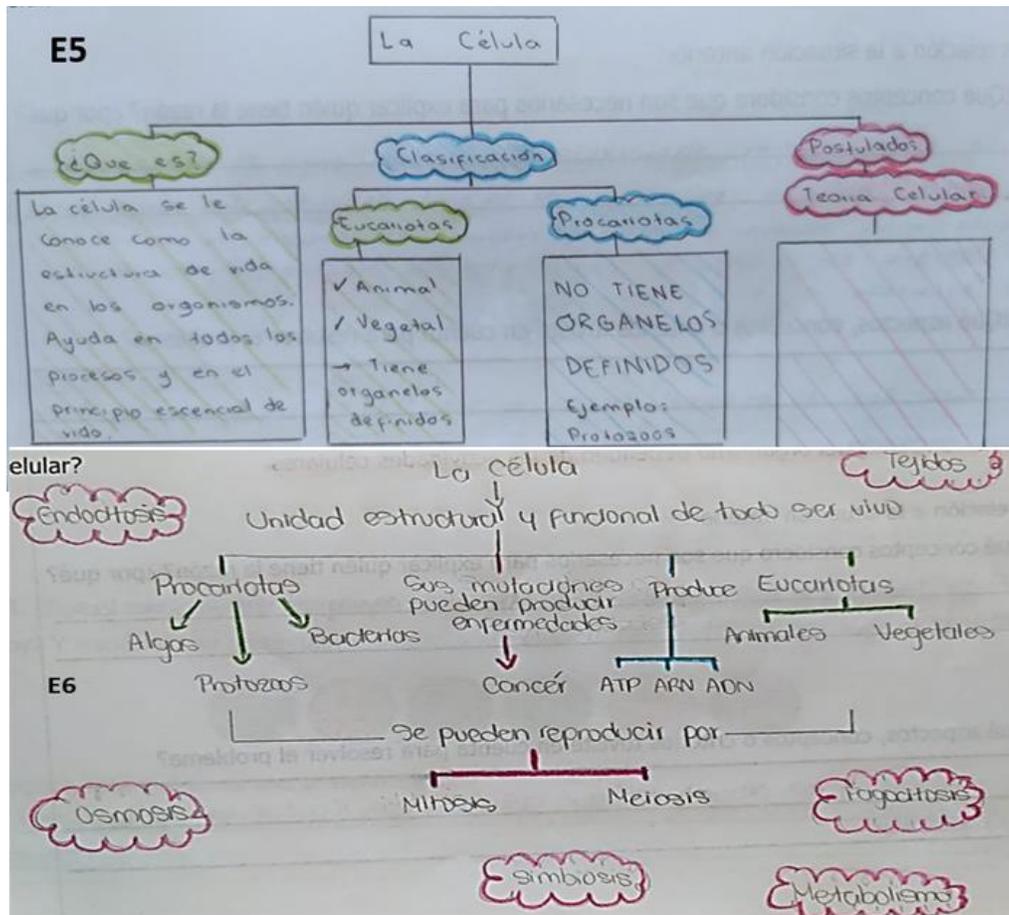
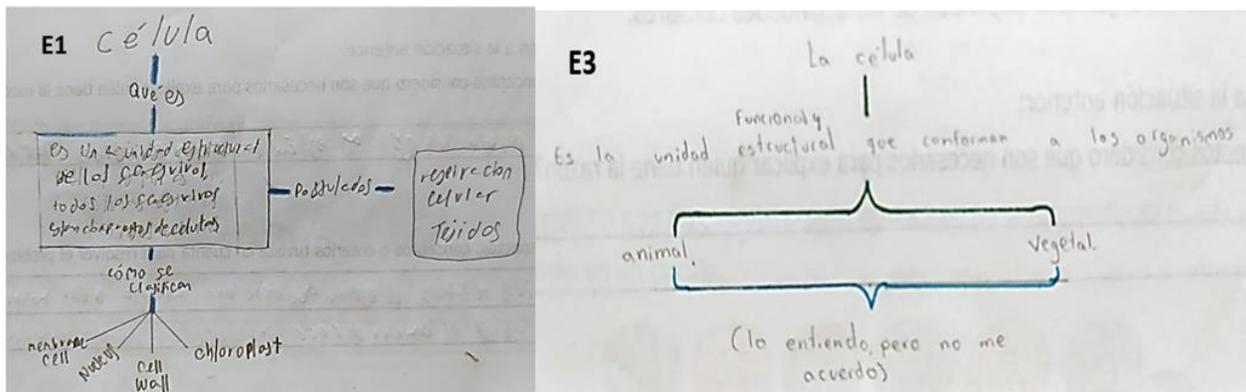


Figura 3. Mapa conceptual elaborado por los estudiantes E1 y E3 en el momento de ubicación – instrumento inicial de lápiz y papel.



Adicionalmente, en tabla 5, se consigna y se relacionan las respuestas de cada participante señalando con color azul los aportes asociados al conocimiento declarativo a partir del ejercicio analizado anteriormente.

**Tabla 5. Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta II.**

Pregunta	Estudiante	Respuestas
<p>1. ¿Qué conceptos tienes claros a partir del desarrollo de la actividad? / 2. ¿Qué conceptos identificas que no tienes claros a partir de la actividad?</p> <p>LPinicial-PII-R1-2</p>	E1	<p>1. <i>No tengo nada claro, me acuerdo de muy poco</i></p> <p>2. <i>Tengo muy poco claro, identifico los conceptos, pero no sé qué es en realidad.</i></p>
	E2	<p>1. <i>Qué es una célula y como se clasifica</i></p> <p>2. <i>Los postulados de la teoría celular</i></p>
	E3	<p>1. <i>La mayor parte de los conceptos los tengo claros, pero no recuerdo muy bien los diferentes postulados.</i></p> <p>2. Sin respuesta</p>
	E4	<p>1. <i>Qué es la célula y su clasificación.</i></p> <p>2. <i>Los postulados se me olvidan fácilmente, los confundo.</i></p>
	E5	<p>1. <i>La clasificación de las células</i></p> <p>2. <i>Teoría celular reproducción en células, se me ha olvidado un poco los procesos que se dan en la célula.</i></p>
	E6	<p>1. <i>Siento que tengo claro el concepto de célula y su vitalidad en función, además de las células eucariotas, sus funciones y estructuras.</i></p> <p>2. <i>No tengo claro la célula procariota y los postulados de la teoría celular.</i></p>

Nota: en la tabla se encuentran señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

De acuerdo con lo descrito por las estudiantes en sus respuestas, se evidencia que estas en el estado inicial declaran sus conocimientos previos, explicitando algunos más que otros lo que saben y lo que no según sus experiencias. Se resalta que los estudiantes E2, E4, E5 y E6 declaran concretamente lo que desconocen y lo que ya han logrado conceptualizar a lo largo de los años, especialmente el concepto de célula. E3, brinda una respuesta incompleta, sin embargo, cuando escribe *“La mayor parte de los conceptos los tengo claros, pero no recuerdo muy bien los diferentes postulados”* no deja claro lo que sabe concretamente y declara que no recuerda los postulados de la teoría celular y, asimismo, no siguió el orden propuesto para responder en el instrumento y por eso no responde la pregunta 2 del ítem. Por otro lado, E1 cuando declara *“No tengo nada claro, me acuerdo de muy poco - 2. Tengo muy poco claro, identifico los conceptos, pero no sé qué es en realidad.”* no hace evidente conceptualmente lo que sabe, de lo que no sabe; sin embargo, en la pregunta I, analizada anteriormente, representa a la célula y sus partes estructuralmente en inglés, motivo por el cual se infiere que desconoce el vocabulario en español producto del plan de estudio impartido en segunda lengua. Lo identificado es relevante, debido a que es muy importante que los estudiantes reconozcan lo que saben y no, siendo este un obstáculo muy importante al iniciar un proceso de aprendizaje, especialmente porque como lo menciona Schraw et al. (2006), la mayoría de los alumnos adultos conocen las limitaciones de su sistema de memoria y pueden planificar de acuerdo con este conocimiento. Además, Osses y Jaramillo (2008) sostienen que el conocimiento metacognitivo se trata del conocimiento que tenemos de nosotros mismos como aprendices, de nuestras potencialidades y limitaciones cognitivas y de otras características personales que pueden afectar el rendimiento en una tarea, por lo que los hallazgos fueron un gran punto de partida, debido a que como lo menciona Tesouro (2005), no solo interesa que el alumnado sepa más, sino que entienda más los conceptos y sea capaz de aplicar el conocimiento a una nueva situación, estando esto relacionado con el proceso de madurez intelectual ya que conocer y reflexionar sobre los propios procesos mentales y buscar

estrategias remediales ante las dificultades comprensivas exige una autonomía de pensamiento.

Sumado a lo anterior, a partir del análisis de los aportes de los participantes en la pregunta III consignados en la tabla 6, se identifica que para I1-PIII-1 donde se analizaba una situación sobre los postulados de la teoría celular (anexo 2), el estudiante E1 al expresar “las células están compuestas por tejidos que protegen”, no demuestra conocimientos conceptuales por lo que podría existir una limitación cognitiva del tema, pues no hay coherencia teórica en lo expresado por lo que su respuesta fue incorrecta teóricamente. Se evidenció para E2, E2, E4, E5 y E6 que sus declaraciones escritas son teóricamente acertadas, lo que impactó en sus respuestas para I1PIII-2 donde E2 a E5 reconocen y describen los elementos conceptuales adecuados para resolver la situación planteada como se evidencia en la tabla 6. Siendo lo anterior importante porque según Osses y Jaramillo (2008) las estrategias cognitivas apuntan a aumentar y mejorar los productos de nuestra actividad cognitiva, favoreciendo la codificación y almacenamiento de información, su recuperación posterior y su utilización en la solución de problemas mientras que las estrategias metacognitivas, en cambio, se emplean para planificar, supervisar y evaluar la aplicación de las estrategias cognitivas, por tanto, las estrategias metacognitivas constituyen un apoyo para las estrategias cognitivas.

Los resultados mostrados, muestran respuestas heterogéneas, es decir que varían entre estudiantes en sus contenidos; situación que muestra variedad en la respuesta en la unidad de análisis.

**Tabla 6. Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta III.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuestas</b>
<p>¿Qué conceptos considero que son necesarios para explicar quién tiene la razón? ¿por qué?</p> <p>ILP inicial PIII-1</p>	E1	<i>Camila, porque las células están compuestas por tejidos que protegen</i>
	E2	<i>“La estructura celular y la función de cada una de sus partes; el proceso de fotosíntesis y el papel de la célula en el mismo</i>
	E3	<i>Las células son la unidad estructural y funcional, pero los conceptos necesarios son las funciones de cada parte de la célula</i>
	E4	<i>Deben probar la relación entre el postulado que están mencionando y el proceso de fotosíntesis y cloroplastos</i>
	E5	<i>La teoría celular pues es acerca de lo que debaten y el proceso de la fotosíntesis que es la situación inicial</i>
	E6	<i>Pues a mi parecer el concepto que postula Juan el cual pone a la célula como la estructura de la cual dependen los seres vivos y es más necesaria ya que retoma el concepto de vitalidad y porque en el caso de las plantas se depende de ella para el desarrollo de la fotosíntesis</i>
<p>¿Qué aspectos, conceptos o criterios tuviste en</p>	E1	<i>Los tejidos celulares</i>
	E2	<i>Qué postulado tenía más relación con la situación</i>

cuenta para resolver el problema? LPinicialPIII-2	E3	<i>En el problema el tema principal es la función de los cloroplastos, nos los postulados de la teoría celular.</i>
	E4	<i>Se refiere puntualmente a la fotosíntesis y cloroplastos, entonces debo identificar cuál es su función principal para así relacionarlo con el postulado más apropiado.</i>
	E5	<i>La fotosíntesis y los organismos que actúan y los postulados de la teoría celular.</i>
	E6	<i>Yo creo que el principal criterio es que todo en los organismos tiene una conexión y en el caso de las células al ser la mayor fuente de vida como estructura, nos volvemos dependientes de ella.</i>

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

Finalmente, a partir de la aplicación del instrumento de lápiz y papel inicial en la pregunta V, se puede evidenciar como los estudiantes E1 a la E6 describen claramente conceptos que tienen claros y los que deben profundizar, donde fue común en E1, E2, E3, E4 y E5 que declararán la necesidad de profundizar en la teoría celular (ver tabla 7). Algunas estudiantes, reconocen que no hay conceptos nuevos, lo que es esperado debido al grado de escolaridad en el que se encuentran y el currículo de la institución. Lo expuesto anteriormente, se debe a que el conocimiento declarativo, incluye el conocimiento propio que tienen las estudiantes de sí mismas y los factores que influyen en nuestro rendimiento al desarrollar una actividad.

**Tabla 7. Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta V.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuestas</b>
Escribe los términos – conceptos nuevos que has aprendido en esta actividad e identifica los que consideras que necesitas profundizar  LPinicial-PV	E1	<i>Por aprender: tejidos, célula / Aprendidos: postulados de la teoría celular</i>
	E2	<i>Concepto nuevo: ninguna Concepto para profundizar: teoría celular y sus postulados. Nombre de implementos y sustancias para prácticas de laboratorio.</i>
	E3	<i>Claro: célula / para profundizar: postulados de la teoría celular y las funciones de cada parte de la célula</i>
	E4	<i>ok: pasos para ver células en microscopio / Por fortalecer: como dibujar la célula y los postulados de la teoría celular.</i>
	E5	<i>“Conceptos nuevos: teoría celular / Conceptos a profundizar: teoría celular y postulados, reproducción celular, metabolismo celular.”</i>
	E6	<i>“Conceptos nuevos: ninguno / Conceptos a profundizar: teoría celular, célula procariota”</i>

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

### **8.1.3 Estado inicial del conocimiento procedimental**

Para caracterizar el estado del conocimiento procedimental en el momento inicial, se estudiaron los criterios de indicación e indicadores establecidos para la subcategoría. En este sentido, se tuvo en cuenta el saber cómo hacen las cosas y las estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema, es decir, un reconocimiento de la forma adecuada de realizar la tarea de acuerdo con Tamayo et al. (2015). Para lo anterior, se consideraron las respuestas a la pregunta IV (ver anexo 2)

consolidadas en la tabla 6 donde se encuentran las respuestas analizadas sobre el conocimiento procedimental, señalando con color verde las oraciones que evidencian el mismo.

Por lo anterior, a partir del análisis de las respuestas escritas de los participantes se identifica primeramente que todos generaron una planificación para la pregunta propuesta sobre los pasos a seguir al desarrollar un experimento como se evidencia en la tabla 6. En este sentido, con relación a E1 con su aporte “*Coger un tejido vegetal y averiguar las características de un tejido. - Limpiarlo (para evitar contaminación)*” se identifica que propone pasos para solucionar la situación planteada, sin embargo, estas teóricamente no son correctas, pese a ser una actividad práctica promovida continuamente en el currículo académico. E2, brindó una respuesta destacada por el vocabulario empleado y la estructura de su respuesta dejando un el listado de pasos propuestos, lo que denota una estrategia para lograr la observación de un tejido vegetal, específicamente cuando integra “*Recolectar distintos tipos de hojas - Realizar cortes transversales - Colocar los cortes en un portaobjeto y un cubreobjeto y llevarlo al microscopio*”. Por otro lado, E3 cuando integra en la descripción de su planificación “*Conseguir hojas - observarlo al microscopio*” permite reconocer un lenguaje sencillo y poca claridad para alcanzar la tarea por lo que surge la necesidad de fortalecer el saber cómo porque tal como lo establecen Güner y Erbay (2021), si las estudiantes no logran saber cómo utilizar una estrategia para resolver un problema y no dan cuenta de por qué la eligen o no pueden explicarla, indica que las habilidades metacognitivas son insuficientes.

El participante E5, ofrece una respuesta que integran criterios metodológicos y conceptuales, lo que da cuenta de un posible mayor desarrollo de esta habilidad metacognitiva. En tal sentido, se evidencia en ambos el establecimiento de secuencias de contenidos debido a que los pasos propuestos son acordes a lo esperado teóricamente en el grado de escolaridad cuando por ejemplo E5 menciona “*Conseguir las hojas para hacer los cortes y el material necesario (se debe poner los implementos necesarios para realizarlo) - Paso 2. Hacerle cortes muy finos con una cuchilla y agregarles azul de metileno - Paso 3. Observar en un microscopio (una vez actue el líquido se pueden ver las células)*”. En esta respuesta se evidencia una estructura detallada de lo que el estudiante planea mediante un

listado y con un lenguaje sencillo los pasos que considera adecuados para alcanzar la tarea, pero no se concreta el procedimiento específico teórico de cada paso. Finalmente, en los aportes de E4 y E6 se evidencia una secuencia de pasos para realizar la tarea, sin embargo, en su estructura es evidente indicios de uso del método científico cuando E4 propone “*hacer uso del microscopio y evaluar lo que se ve*” y E6 “*Observar los resultados y generar conclusiones*” quien generó una respuesta general sobre los pasos para realizar el experimento, pero esta dejó clara la estrategia para desarrollar lo propuesto.

**Tabla 8. Instrumento de lápiz y papel inicial. Exploración del estado del conocimiento procedimental.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuestas</b>
¿Qué pasos propones tu para llevar a cabo la idea del estudiante? I1-PIV-R1	E1	Paso 1. <i>Coger un tejido vegetal y averiguar las características de un tejido.</i> Paso 2. <i>Limpiarlo (para evitar contaminación)</i>
	E2	Pasos 1. <i>Recolectar distintos tipos de hojas (para preparar el material requerido)</i> Paso 2. <i>Realizar cortes transversales y agregar un colorante azul (facilita la vista en el microscopio)</i> Paso 3. <i>Colocar los cortes en un portaobjeto y un cubre objeto y llevarlo al microscopio. (facilita el traslado y observación al microscopio)”</i>
	E3	Pasos 1. <i>Conseguir hojas de cualquier planta</i>

---

2. Para *observarlo al microscopio* la luz *traspasa al objeto* (ponerle azul de metileno)

---

E4 Pasos 1. *Recolectar hojas, tallos o cualquier planta* (porque así puede obtener los tejidos que va a analizar)

Paso 2. *hacer cortes finos* para poder observarlos (para poder ver al microscopio deben ser cortes finos)

Paso 3. *hacer uso del microscopio y evaluar lo que se ve* (para observar estas unidades tan diminutas se necesita de un microscopio y cuando se vea se puede tomar nota de lo que se ve).

---

E5 Paso 1. *Conseguir las hojas para hacer los cortes y el material necesario* (se debe poner los implementos necesarios para realizarlo)

Paso 2. *Hacerle cortes muy finos con una cuchilla y agregarles azul de metileno*

Paso 3. *Observar en un microscopio* (una vez actue el líquido se pueden ver las células)

---

E6 Paso 1. *Lo primero es organizar la zona de trabajo y buscar las plantas* (esto permite desarrollar el experimento de manera cuidadosa)

---

---

Paso 2. *Realizar los cortes de tejidos pequeños y llevar al microscopio (es la parte clave para ver los tejidos)*

Paso 3. *Observar los resultados y generar conclusiones del experimento (es la parte de aprendizajes)*

---

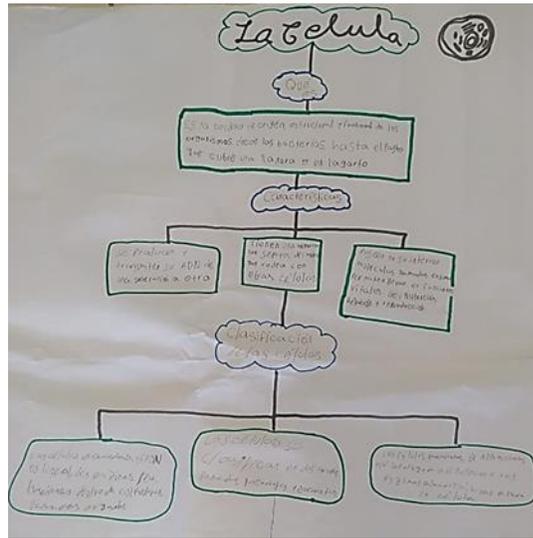
Nota: en la tabla se encuentran señalado con color verde oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento procedimental.

## **8.2 ACTIVIDADES INTERMEDIAS**

Se desarrollaron actividades con el propósito de fortalecer el conocimiento metacognitivo. Inicialmente, cada estudiante realizó lectura de un texto asignado sobre las células que incluye información sobre la clasificación y estructura, y la teoría celular empleando el método de síntesis que consistía en realizar una lectura inicial tipo escáner para identificar la estructura conceptual del mismo y luego una lectura pausada de identificación de ideas claves; y luego procedieron a la elaboración de un esquema sugerido (mapa conceptual) para posteriormente realizar una intervención grupal, a partir de la cual respondieron un cuestionario de preguntas cortas para contestar por escrito.

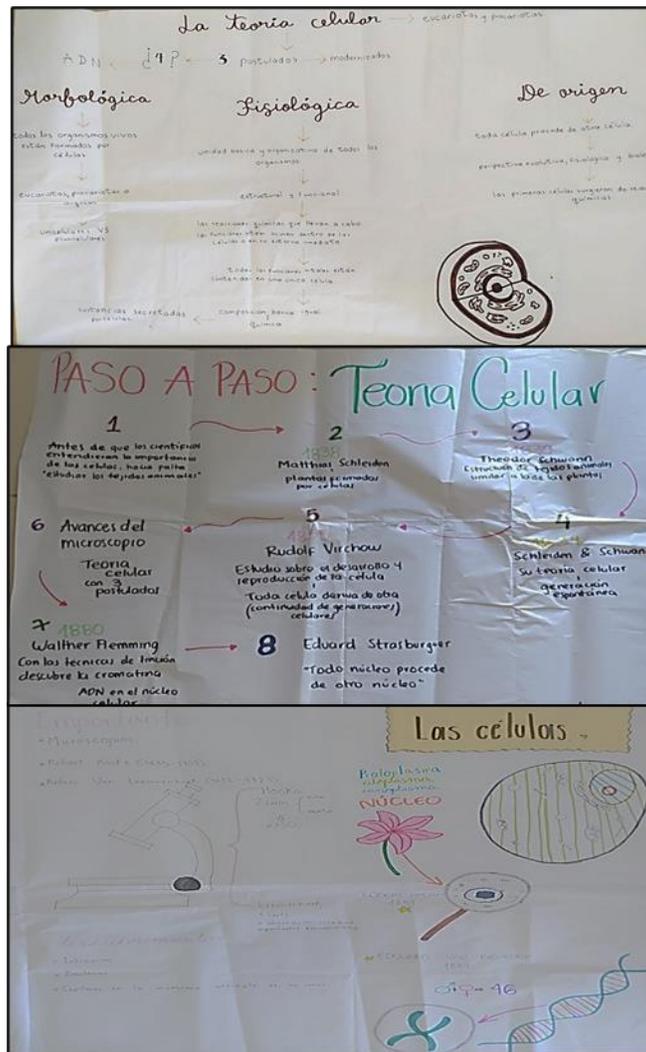
A partir del desarrollo de la actividad inicial, se identificó que E1 para asumir la tarea, expresa que empleo la información brindada por la docente *“Información que nos dio la profesora... presentación para argumentar el material con la presentación en forma de mapa mental”*, sin embargo, no hay coherencia en la respuesta escrita planteada debido a que menciona realizar un mapa mental y realizó un mapa conceptual como se evidencia en la tabla 9. Igualmente, atendiendo a los avances en los procesos del estudiante desde el momento de ubicación, se le brindó constante acompañamiento a E1 en la organización de la actividad para motivar una mayor comprensión de los encargos y los conocimientos conceptuales, lo que influyó en que este logrará realizar el mapa conceptual de la figura 4, en el que se reconoce logra una estructura jerárquica en los conceptos al partir de la definición de la célula, sus principales estructuras y posteriormente su clasificación.

**Figura 4. Mapa conceptual elaborado por E1 en el momento de desubicación.**



Igualmente, los participantes E2 y E3 elaboraron mapas conceptuales, donde se evidenció el establecimiento de relaciones entre conceptos a partir de la síntesis de información, mientras que E4 optó por una línea de tiempo en la que organizó la información cronológicamente, alejándose de la instrucción, sin embargo, materializó bien el ejercicio según lo propuesto, mientras que E6 realizó esquema donde relaciona los principales conceptos asociados al surgimiento e historia de la célula como se ve en los ejemplos de la figura 5. Visto lo anterior, para que los estudiantes tengan éxito, necesitan no solo entender y conocer estas estrategias, sino también ponerlas en práctica con precisión como lo replica García et al. (2015) y también, se reconoce la importancia de lo afirmado por Campanario(2000) sobre los mapas conceptuales como estrategia para favorecer el aprendizaje significativo y desarrollar la metacognición porque al representar relaciones entre conceptos, esas relaciones se representan mediante enlaces y ponen de manifiesto las dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos, así como su organización jerárquica, lo que impacta en comprensión y uso de la información, redundando en mejores procesos al asumir una tarea.

**Figura 5 Diagramas elaborados por los participantes E5, E6 y E4 en el momento de desubicación.**



Paralelo a este ejercicio, se logró identificar que los participantes establecieron criterios para realizar la actividad en el I2-PI:

E2: clasificar la información e identificar las ideas principales.

E3: clasificar la información e identificar las ideas principales -identifiqué los títulos principales y subtítulos

E4: todo tenía un orden cronológico

E6: Selección de imágenes claves de apoyo y la estructura para un mapa mental.

En lo propuesto por E2, E3 y E4 se evidencia que declaran lo que consideran necesario para desarrollar la tarea asignada, denotando una estructura jerárquica para la organización de la información y dejando ver a su vez una secuencia ordenada de pasos para lograr lo propuesto (ver tabla 9). Por otro lado, E5 no participó de esta actividad por incapacidad, mientras que E6 brindó una respuesta muy superficial en contenido, es decir no concretó en detalle los medios empleados para lo propuesto y se evidencia un avance en sus aprendizajes para la temática de interés.

**Tabla 9. Respuestas de los participantes al cuestionario de preguntas cortas para contestar por escrito durante el momento de desubicación.**

Pregunta	Estudiante	Respuestas
<b>¿Qué criterios tuviste en cuenta para realizar la actividad?</b> <b>I2-PI</b>	E1	<i>“Información que nos dio la profesora en forma de guía para contribuir con la explicación de forma informativa teniendo en cuenta los propósitos de la presentación para argumentar el material con la presentación en forma de mapa mental.”</i>
	E2	<i>“Organicé la información en un mapa conceptual puesto que el tema se prestaba mucho para ello. Dado que la teoría celular se compone de 3 postulados principales, es sencillo clasificar la información e identificar las ideas principales.”</i>
	E3	<i>“Para realizar la actividad primero identifiqué los títulos principales y subtítulos, luego por lo que la profe nos explicó organicé la idea de un mapa conceptual y eso me ayudó.”</i>

	E4	<i>“Lo primero fue leer muy bien la información y entenderlo, después de eso me dí cuenta que todo tenía un orden cronológico y me daban fechas por lo que me quedaba sencillo y entendible si hacia una línea de tiempo, Por eso elegí este método y siento que sí me ayudó bastante a presentar a presentar el tema de manera organizada y resumida sin dejar ningún detalle por fuera.”</i>
	E5	No participó de la actividad
	E6	<i>“Selección de imágenes claves de apoyo y la estructura para un mapa mental.”</i>
<b>¿Qué conceptos consideras que son necesarios para explicar la teoría celular? I2-PII</b>	E1	<i>La información que me brindo el texto sobre las características de la célula, de donde salen los postulados.</i>
	E2	<i>El significado de esta y sus postulados: la célula es la unidad estructural, funcional, vital y de origen.</i>
	E3	<i>Si se me la definición puedo explicar los postulados, también entender los procesos que se dan en ella como que respira y se nutre.</i>
	E4	<i>Mi tema era el trayecto hasta llegar a la teoría actual y al estudiarlo me pareció muy interesante y clave para entender bien el tema. Pienso que la trayectoria/origen, cuáles son los postulados, que propone cada uno y el fin de la teoría es lo más esencial porque nos permite profundizar el tema para tenerlo claro.</i>
	E5	No participó de la actividad

	E6	<i>Para poder entender plenamente la teoría celular, es necesario primero tener claro que es una célula, de que se compone y cuáles son sus funciones; así como su función, partes y cuáles son las funciones vitales que realiza</i>
<b>¿cuáles fueron los aprendizajes más importantes que obtuviste después del estudio de la teoría celular? Descríbelos</b> <b>I2-PIII</b>	E1	<i>“La importancia de la célula y su estructura es fundamental para entender la teoría celular. Aprendí realmente a hacer mapas mentales y a organizar la información de tal forma que pude sintetizar y asimilar mejor, sin necesidad de memorizar.”</i>
	E2	<i>“Gracias a la actividad conocí algo de la historia detrás de la célula y el microscopio; ahora comprendo porque es la definición de unidad estructural, funcional, vital y de origen de todos los seres vivos. Además, pude recordar los tipos de células y aprender los postulados.”</i>
	E3	<i>“Entendí como se armo la definición a partir de los postulados y no creo que se me olvide después.”</i>
	E4	<i>“Todo me pareció muy valioso, sin embargo, me quedo más con el tema que me correspondió a diferencia de lo socializado por mis amigas. No obstante, me gustó mucho aprender la historia detrás de la ciencia que aprendemos.”</i>
	E5	No participó de la actividad
	E6	<i>“Los postulados: estructural, funcional, vital y de origen. El descubrimiento de sus organelos. Por ejemplo, el núcleo. El significado de el</i>

---

*termino eucariota, y la relación del ciclo celular con la función estructurante y de origen (reproducción).”*

---

Nota: en la tabla se encuentran señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

Lo anterior, sugiere un avance en la estructura de cada estudiante para resolver las tareas, probablemente por la orientación continua mediante pautas sobre como seleccionar las estrategias adecuadas según las actividades y como utilizar las experiencias previas para completar de manera exitosa un trabajo. Se resaltan los avances de E1 que frente a la pregunta I2-PIII ¿Cuáles fueron los aprendizajes más importantes que obtuviste después de estudiar la teoría celular? responde: “la importancia de la célula y su estructura es fundamental para entender la teoría celular. Aprendí realmente a hacer mapas mentales y a organizar la información de tal forma que pude sintetizar y asimilar mejor, sin necesidad de memorizar” lo que refuerza lo planteado por Campanario (2000) quien define que los mapas conceptuales son útiles desde el punto de vista de la metacognición debido a que ayudan a los alumnos a darse cuenta de sus procesos de aprendizaje y valoran las relaciones entre conceptos, especialmente las relaciones cruzadas que aparentemente están inconexas. Igualmente, lo descrito genera indicios sobre los procesos de andamiaje que se pueden estar generando en las estudiantes al manifestar que no recurren a la memorización.

Complementario a lo anterior, los participantes en la actividad tres, realizaron un análisis y exploración de un recurso interactivo sobre el ciclo celular eucarionte que en la práctica hacía énfasis en la comprensión de los postulados de la teoría celular vistos anteriormente y a partir del cual desarrollaron un cuestionario escrito. Se hizo evidente la planificación de los estudiantes para el desarrollo de la tarea (ver tabla 10), sin embargo, para el I3-P2, los procesos o estrategias a seguir fueron muy concretos cuando por ejemplo E5 menciona “*Yo primero realizo un esquema y después voy enumerando la secuencia para que no se me olvide ningún paso*” después de haber descrito teóricamente el ciclo celular como se evidencia en la tabla 10. Asimismo, E1 responde de forma general “*Si, el paso 1 es identificar las fases de la interfase y después de la mitosis. Luego, realizo un dibujo para explicarlo.*”, no obstante, con relación a este estudiante se reconocen mejoras

en la forma en la que planea el desarrollo de las tareas. Por otro lado, se destaca que la estudiante E4 y E6, proponen estrategias, pero no las detallan con relación al proceso a seguir en el desarrollo de la tarea desde lo práctico, por ejemplo, E6 escribe “*Explico cada etapa iniciando por la interfase, que tiene 3 subetapas y después la mitosis y sus cuatro etapas.*”. Diferente a lo ocurrido con E3, quien brindan una respuesta más holística, en la que se evidencia claridad en el porqué de la estrategia empleada al integrar elementos conceptuales y de planificación, como se evidencia en la tabla 10.

**Tabla 10. Exploración de la subcategoría conocimiento procedimental a partir del análisis de un interactivo sobre la célula.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuesta</b>
<b>P2. ¿Consideras que puedes explicar el ciclo celular? ¿Qué pasos propones para explicar el ciclo celular eucarionte? ¿cómo lo harías? Explica I3-P2</b>	E1	“ <i>Si, el paso 1 es identificar las fases de la interfase y después de la mitosis. Luego, realizo un dibujo para explicarlo.</i> ”
	E2	“ <i>Si, <b>comenzaría recordando la teoría celular</b> y enfocándome en el tercer postulado, el cual está estrictamente relacionado con el ciclo celular; luego, <b>explicaría fase por fase</b> haciendo énfasis en los puntos de control y en los posibles resultados de que estos fallen.</i> ”
	E3	“ <i>Si se considera poder explicarlo <b>primero por los conocimientos previos</b>, después <b>mediante un diagrama que muestre la interfase</b> (crecimiento G1, copia del ADN S y preparación para dividirse G2) y la mitosis (división celular). Finalmente, se <b>mostrará las posibles consecuencias de una falla</b> y la importancia del buen desarrollo de las proteínas reguladoras del ciclo celular mediante quienes se desarrolla.</i> ”
	4E	“ <i>Si, el <b>paso 1 es identificar las fases</b> de la interfase y después de la mitosis conociendo las propiedades principales.</i> ”

E5	<i>“El ciclo c. tiene dos fases principales: interfase y mitosis, en las cuales la célula crece, hace un a copia de su ADN y se preparara, teniendo como resultado dos células hijas. Todo es regulado por los puntos de control. Yo primero realizo un esquema y después voy enumerando la secuencia para que no se me olvide ningún paso”</i>
E6	<i>“Explico cada etapa iniciando por la interfase, que tiene 3 subetapas y después la mitosis y sus cuatro etapas.”</i>

Nota: en la tabla se encuentran señalado con color verde oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento procedimental.

Las respuestas anteriores sugieren una evolución en sus procesos con relación a la forma en la que se asume una tarea, especialmente desde la reflexión de ¿qué me piden? ¿cómo lo logro? posterior a una intervención inicial, posiblemente como resultado de la mediación con pautas sobre como seleccionar las estrategias para resolver las actividades como el uso adecuado de la bibliografía que en esta investigación estuvo relacionada con los textos asignados y la elaboración de mapas conceptuales; también tuvieron un papel importante los cuestionarios de preguntas cortas para contestar por escrito que les permitieron conceptualizar hallazgos y a su vez requieren una cantidad de tiempo limitada, por lo que no interfiere demasiado con el desarrollo habitual de las actividades de clase y pueden proporcionar al profesor y a los propios alumnos una gran cantidad de información sobre el avance de éstos últimos, pues su uso regular permite a los alumnos detectar sus lagunas de comprensión, la persistencia de errores conceptuales y la necesidad de insistir en determinados aspectos que todavía no se dominan de acuerdo con Campanario (2000).

### **8.3 ESTADO FINAL DE LAS CATEGORÍAS DE ESTUDIO**

Este momento surge a partir del análisis del efecto de las actividades desarrolladas en la intervención de la unidad didáctica evidenciadas en la aplicación del instrumento de lápiz y papel final (LPfinal). Lo anterior, con el propósito de reconocer cambios en el modelo explicativo de la célula en los estudiantes y, a su vez, identificar la posible evolución en las habilidades de conocimiento metacognitivo a partir de la aplicación de la

unidad didáctica teniendo en cuenta que algunos autores como Cano et al. (2014), reconocen que hay muy pocos estudios centrados en la vinculación del aprendizaje de las ciencias y el conocimiento metacognitivo. A continuación, se presentan los resultados de las dos categorías y subcategorías de estudio.

### **8.3.1 Modelos explicativos finales sobre la célula**

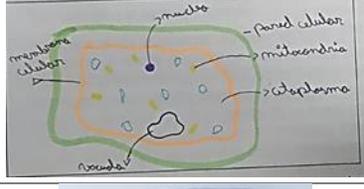
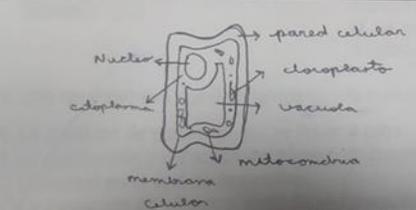
Inicialmente, todos los estudiantes se encontraban en el modelo estructural de la célula como fue descrito al inicio del presente capítulo, reconociendo que estos contemplan las células como piezas o ladrillos de un edificio y sin percibir su funcionamiento, es decir que conocen la composición celular en términos descriptivos, pero no tienen conocimiento claro de las transformaciones que allí se dan, lo que condiciona el conocimiento de los procesos que allí ocurren como la división celular, como lo menciona Rodríguez y Moreira (2002).

Por otra parte, durante las actividades se evidenció como se consolidaban sus saberes conceptuales interrelacionando conceptos y cambiaban levemente de modelo a través de las actividades desarrolladas. Lo anterior, especialmente a partir del análisis del interactivo que llevó a la consolidación de conocimientos asociados con la composición celular en términos de organización, clasificación y procesos al interior de las células como la reproducción, que a su vez hacen vida la teoría celular.

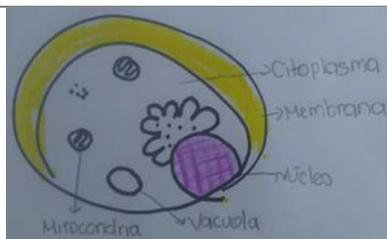
A continuación, en la tabla 11 se evidencian las representaciones de célula realizadas durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel final, en donde se puede evidenciar como la estudiante E2 pasa al modelo de la teoría celular, puesto que representa en detalle a la célula como una unidad biológica que contiene información genética porque realiza procesos metabólicos que permiten la conformación de nuevas células, ya que se evidencia como representa el material genético en el núcleo y utiliza un lenguaje adecuado y correcto al relacionar las estructuras y organelos celulares. Por otro lado, E3, E4 E5 y E6 reconocen en este momento de la intervención a la célula como una unidad dotada de estructuras principales y organelos, los cuales reconocen, señalan e identifican por nombre, indicando así que se encuentran en el modelo funcional, debido a que aún representan la célula como una unidad dotada de estructuras principales y organelos que permiten su funcionamiento y su relación con el medio externo, pero no se evidencia registro de alguno

de los procesos que en ellas ocurren como por ejemplo la reproducción o la nutrición de manera explícita por lo que existe un cambio que las acerca al modelo explicativo funcional de la célula. Al contrario, El pese a representar la célula como una unidad dotada de material genético y representar algunas de sus estructuras y organelos manifiesta de forma escrita *“miss, no coloqué los nombres porque me acuerdo en español”*, lo que denota una barrera en el lenguaje y que la estudiante ha logrado comprender el concepto, pero no tiene un dominio insuficiente del lenguaje para la temática, lo que permite motivar en la institución educativa un análisis y estudio de la forma en la que se está impartiendo el aprendizaje de las ciencias a nivel curricular y metodológico teniendo en cuenta que algunos autores como Mancipe y Ramírez (2019) concluyen que expresarse en segunda lengua en las clases de ciencias ya no es obligante en los estudiantes, sino que es complementario a lo que él logre construir en la lengua materna, no obstante este proceso de bilingüismo debe ser continuo en las instituciones educativas y en el aula de clase donde pueda abarcar otros espacios de interés que permitan el desarrollo de un alto nivel de interacción comunicativa, haciendo uso tanto de la lengua nativa como la extranjera, pues el proceso de construcción de explicaciones puede enriquecerse en tanto hayan habilidades particulares de la ciencia que pueden desarrollarse con mayor complejidad en la lengua materna como juzgar, criticar y otras que puedan verse mejor desarrolladas en la segunda lengua tales como describir, inferir y comparar.

**Tabla 11. Representación de los estudiantes de una célula durante la aplicación del instrumento de lápiz y papel final con la descripción aportada por los participantes y el modelo celular identificado.**

Estudiante	LPfinal-PI-R1 Representación de la célula	I1-PI-R2 Descripción de la representación	Modelo celular final
E1		<p>“Célula: miss, no coloqué los nombres porque me acuerdo en español”</p>	Modelo funcional
E2		<p>“Una célula eucariota”</p>	Modelo de la teoría celular
E3		<p>“Dibuje una célula vegetal con todas sus partes”</p>	Modelo funcional
E4		<p>“Célula eucariota animal”</p>	Modelo funcional
E5		<p>“Célula vegetal (eucariota) con sus estructuras”</p>	Modelo funcional

E6



*“Dibuje una célula eucariota animal con sus organelos”*

Modelo funcional

### 8.3.2 Estado final del conocimiento metacognitivo

A continuación, se presentan los principales hallazgos para las subcategorías conocimiento declarativo y procedimental a partir de la aplicación del instrumento de lápiz y papel final.

#### 8.3.2.1 Estado final del conocimiento declarativo

Posterior al desarrollo de las actividades propuestas en la unidad didáctica, se identifican algunos avances con relación a los procesos de aprendizaje debido a los elementos conceptuales y metodológicos descritos por los participantes con relación a los contenidos conceptuales y la forma de abordar la tarea. A continuación, en la tabla 12 se encuentran las respuestas brindadas por los participantes en el momento de aplicación del instrumento de lápiz y papel final (LPfinal) sobre la subcategoría conocimiento declarativo; de acuerdo con lo descrito, se puede evidenciar que la participante E1 manifiesta tener claro el ciclo celular y la teoría celular, mientras que emerge un nuevo concepto que no tiene claro como la fotosíntesis, motivo por el cual se destaca que esta logra reflexionar sobre lo que sabe y lo que no sabe, en contraste con su estado inicial donde no concretaba lo que sabía de lo que no manifestando *“No tengo nada claro - Tengo muy poco claro”*. En este sentido, E2 también deja en evidencia una mayor consolidación sobre sus saberes debido a que inicialmente afirmaba comprender solamente *“Qué es una célula y como se clasifica”* y al finalizar menciona que tiene claro *“estructura de las células, como se dividen y los postulados de la teoría celular”*.

**Tabla 12. Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta II.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuestas</b>
1. ¿Qué conceptos tienes claros a partir del desarrollo de la actividad? 2. ¿Qué conceptos identificas que no tienes claros a partir de la actividad? LPfinal-PII-R1-2	E1	1. <i>los pasos del ciclo celular y su relación con la teoría celular</i> 2. <i>No estoy segura de la fotosíntesis.</i>
	E2	1. <i>La estructura de las células, como se dividen y los postulados de la teoría celular.</i> 2. <i>Ninguno</i>
	E3	1. <i>Ya sé por qué la célula es la unidad estructural funcional, vital y de origen de todos los seres vivos.</i> 2. <i>Nada</i>
	E4	1. <i>Postulados</i> 2. <i>Ninguno</i>
	E5	1. <i>Postulados y su relación con la definición</i> 2. <i>Tengo todo claro</i>
	E6	1. <i>La célula, su clasificación y procesos.</i> 2. <i>Ninguno</i>

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

Al mismo tiempo, se identifica que los participantes E2, E3, E4, E5 y E6 manifiestan tener claros los conceptos abordados, como se evidencia en la tabla 12. Los aportes de E3 denotan la interrelación de conceptos que se da a partir de la intervención a la relación en su respuesta el tema de interés general “la célula” con los postulados de la teoría celular que permiten la construcción de la definición. Asimismo, al indagar nuevamente sobre una situación problema en la que se debe analizar la postura de dos personas con relación a los postulados de la teoría celular, se halla que E1, brinda una respuesta correcta inicialmente, sin embargo, no existe coherencia en el argumento formulado al expresar

“pues el funcionamiento de una célula no es solo ser una parte, sino que hay distintas funciones” relacionándose lo encontrado con lo planteado por Tamayo et al. (2019) quienes refieren en su estudio la dificultad en los estudiantes para reflexionar sobre su conocimiento declarativo y las limitaciones de este en los mismo, puesto que es orientado esencialmente por la información de su sistema sensorial. Por otro lado, en la tabla 13, se evidencia que E2 brinda una respuesta más estructurada con relación a los contenidos, demostrando una secuencia jerárquica de conceptos y pasos conceptuales para explicar una situación. En este sentido, se identifica que E4, E5 y E6 escriben explícitamente que personaje de la situación tiene la razón, y a su vez E4 y E5 ya relacionan los procesos como la fotosíntesis con las funciones vitales que se desarrollan al interior celular.

**Tabla 13. Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta III.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuestas</b>
¿Qué conceptos considero que son necesarios para explicar quién tiene la razón?	E1	<i>Juan tiene la razón pues el funcionamiento de una célula no es solo ser una parte sino que hay distintas funciones para el buen desarrollo de todo ser vivo.</i>
¿por qué? ILPfinalPIII-1	E2	<i>Primero, debo saber en que consiste la fotosíntesis, para así saber si ese proceso depende de su estructura o de sus funciones. Adicionalmente, debo centrarme en el concepto de célula y como funciona, para así entender sus necesidades y saber como se dan sus funciones vitales las cuales están relacionadas con la teoría celular. Esto es importante porque permite entender porque somos seres vivos.</i>
	E3	<i>El postulado correcto es el que dice que las células son la unidad funcional de todos los</i>

		<p><i>seres vivos. Por eso debes saber los conceptos de fotosíntesis y la estructura de la célula. Una vez entiendas que la fotosíntesis hace parte de una función vital de la célula puedes deducir que el postulado es correcto.</i></p>
	E4	<p><i>Tener en cuenta que las células hacen funciones vitales, entonces revisar cada una de estas, su relación con los postulados y a partir de esto explicaría que la razón la tiene Juan.</i></p>
	E5	<p><i>Primero, ya se que Juan tiene razón porque las células son la unidad funcional porque al realizar funciones vitales permite que todo funcione. También no es correcto lo de Camila porque una célula origina otra mediante la mitosis en el ciclo celular, pero esto no es función del cloroplasto. Eso sería lo que explicaría.</i></p>
	E6	<p><i>A mi parecer Juan porque mediante la división celular se dan otras células y por eso es la unidad estructural. Las plantas necesitan de la fotosíntesis de los cloroplastos para su alimento.</i></p>
¿Qué aspectos, conceptos o criterios tuviste en cuenta para resolver el problema? LPfinalPIII-2	E1	<p><i>Lo que vimos sobre la célula</i></p>
	E2	<p><i>El enunciado, esta vez lo leí mejor. primero repasé y escribí la definición de célula y a partir de ello escribí los postulados, entonces a partir de estos iniciaría un proceso de descarte o relación</i></p>

E3	<i>El enunciado y que ya tengo muy claro cada proceso que ocurre en la célula desde su división, hasta las funciones que realizan sus organelos.</i>
E4	<i>Leí cada postulado y lo tuve en cuenta para compararlo con el enunciado</i>
E5	<i>Los postulados de la teoría celular y diferenciarlos de la fotosíntesis.</i>
E6	<i>Yo creo que el criterio es que las células hacen funciones vitales y que la fotosíntesis hace parte de la nutrición, no de la reproducción.</i>

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

Con relación a la pregunta ¿qué aspectos, conceptos o criterios tuviste en cuenta para resolver el problema?, se reconoce en la tabla 13 que E1 continúa brindando respuestas generalizadas, mientras que E2 menciona “*El enunciado, esta vez lo leí mejor*”, dejando en evidencia un mayor nivel de reflexión con relación a la pregunta, impactando así en la forma en la que resuelve la tarea. En este sentido, E3 declara “*El enunciado y que ya tengo muy claro cada proceso que ocurre en la célula desde su división, hasta las funciones que realizan sus organelos*”, lo que permite inferir que hace un análisis de los que necesita para completar con éxito lo propuesto y a su vez tiene la capacidad de identificar los conceptos que comprende y requiere para proponer una respuesta. Por el contrario, E4 se centra en brindar una respuesta centrada solo en la estrategia centrada en la comparación como se evidencia en la tabla 13, sin embargo, no incluye muchos elementos conceptuales contrastando con E5, quién se refirió solamente a los contenidos y como diferenciarlos. Además, E6, llega a una conclusión centrada en los contenidos en los que es evidente que los interrelaciona “*el criterio es que las células hacen funciones vitales y que la fotosíntesis hace parte de la nutrición, no de la reproducción*”.

Finalmente, al indagar a los participantes sobre los conceptos aprendidos, se reconoce que E1 al expresar “*repasar, se me hace difícil en español el vocabulario*” y E2 “*necesito repasar los organelos porque se me olvidan siempre, pero entiendo todo*”, queda en evidencia la necesidad de realizar seguimiento en los diferentes niveles de escolaridad a esta problemática identificada y establecer institucionalmente estrategias en el proceso de enseñanza desde lo curricular para así, fomentar aprendizajes que traspasen lo memorístico. En este sentido, E3 al manifestar con relación a lo aprendido “*como se relaciona con todo lo que vi en primaria*”. E5 “*Más que concepto entendí lo que he visto todos los años*” y E4 al escribir “*Conceptos nuevos: ninguno*” permiten concluir que los participantes reflexionan sobre su proceso de aprendizaje identificando lo que saben y lo que no saben y a su vez que es necesario establecer estrategias para generar aprendizajes a profundidad que impacten en la apropiación del conocimiento científico (ver tabla 14).

**Tabla 14. Instrumento de lápiz y papel final. Exploración del estado del conocimiento declarativo en la pregunta V.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuesta</b>
Escribe los términos- conceptos nuevos que has aprendido en esta actividad e identifica los conceptos en los que consideras que necesitas profundizar. LPfinal I-PV	E1	<i>Aprendí los procesos que se dan en las células como se reproducen. No tengo por aprender, pero si repasar, se me hace difícil en español el vocabulario.</i>
	E2	<i>necesito repasar los organelos porque se me olvidan siempre, pero entiendo todo.</i>
	E3	<i>Aprendí el ciclo celular y como se relaciona con todo lo que vi en primaria</i>
	E4	<i>Conceptos nuevos: ninguno Conceptos a profundizar: metabolismo celular.</i>

---

E5 *Más que concepto entendí lo que he visto todos los años.*

---

E6 *Conceptos nuevos: ninguno / Conceptos a profundizar: fotosíntesis, quedé con mucha curiosidad por más de esta.*

---

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color azul oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento declarativo.

Los hallazgos de la aplicación del instrumento de lápiz y papel final sugieren algunos avances de los participantes con relación a las habilidades de las estudiantes relacionadas con la reflexión sobre lo que le piden y lo necesario para una actividad. Se destaca la validación de respuestas más concretas al momento de establecer criterios en los que tienen que interrelacionar conceptos y por ende resolver una situación, debido a que aún los procesos asociados no son completamente explícitos por autonomía y sin la mediación docente, lo que motiva a seguir fomentando estas actividades debido a que aunque un estudiante sea consciente de las deficiencias en sus técnicas de estudio (conocimiento metacognitivo), no implica que tenga la capacidad para realizar los ajustes correspondientes como lo expresan Dan et al. (2018) coincidiendo con los hallazgos de Tamayo et al. (2019), quienes concluyen en su estudio que los estudiantes tuvieron dificultad para reflexionar sobre su conocimiento declarativo (creencias sobre sí mismos como aprendices).

Lo anterior, es relevante debido a que autores como Dye y Stanton (2017), hallaron en sus estudios que los estudiantes eran capaces de supervisar, evaluar y planificar las estrategias de aprendizaje que utilizaban para preparar los exámenes, pero curiosamente, casi todos los estudiantes estaban dispuestos a reflexionar y ajustar sus planes de estudio, pero muchos no identificaron las estrategias de aprendizaje adecuadas y muchos no llevaron a cabo sus nuevos planes, llegando a la conclusión de que las tareas posteriores a los exámenes animaron a los estudiantes a participar en la regulación metacognitiva, pero muchos de ellos necesitaron ayuda adicional con el conocimiento metacognitivo antes de

que pudieran beneficiarse plenamente de las indicaciones de metacognición en estos ejercicios.

### **8.3.2.2 *Estado final del conocimiento procedimental***

Con relación al conocimiento procedimental se evidencian leves avances relacionados con la capacidad de los estudiantes de plasmar paso a paso como llevar a cabo una tarea desde lo descriptivo. Cotidianamente, el desarrollo de las actividades en el aula puede darse sin planificar los pasos para desarrollarla exitosamente, debido a la premura en el manejo de los tiempos y las ganas de centrarse en las formas o diseño de las tareas.

A continuación, en la tabla 15 se indaga a los participantes sobre los pasos a seguir para desarrollar una actividad práctica, reconociéndose que, en este momento, todos los participantes generaron una serie de pasos para asumir lo propuesto. Con relación a E1, se evidencia que los aportes son más descriptivos, comparados con el instrumento inicial donde eran incorrectos teóricamente, por lo que se reconoce que ha avanzado en su capacidad para planificar una actividad, teniendo en cuenta que se le dificultó en varios momentos del proceso de aprendizaje actividades que implicaban lenguaje escrito. Por lo anterior, se hace evidente la necesidad de fortalecer sus habilidades metacognitivas para impactar cada vez más en la forma en la que planifica una tarea, teniendo en cuenta que García et al. (2015) afirman que no mostrar niveles excesivos de conocimiento metacognitivo, puede deberse a una falta de experiencia o uso explícito de estrategias en situaciones de aprendizaje, lo que hace relevante el seguir promoviendo el conocimiento procedimental en el aula.

**Tabla 15. Exploración final de la subcategoría conocimiento procedimental en el instrumento de lápiz y papel final.**

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuesta</b>
Pregunta IV. 1. ¿Qué pasos propones tu para llevar a cabo la idea del estudiante? LPfinal-PIV-R1	E1	<p>Paso 1. <i>primero debo preparar mis materiales de trabajo (microscopio, muestra y colorante)</i></p> <p>Paso 2. <i>luego debo hacer cortes para ponerlos en el microscopio.</i></p>
	E2	<p>Paso 1. <i>Cortar hojas (para preparar el material requerido)</i></p> <p>Paso 2. <i>Realizar cortes y agregar un colorante azul durante un tiempo</i></p> <p>Paso 3. <i>Colocar los cortes en un portaobjeto y un cubreobjetos y llevarlo al microscopio. (facilita el traslado y observación al microscopio)</i></p> <p>Paso 4. <i>Anotar resultados en el cuaderno y comparar</i></p>
	E3	<p>Paso 1. <i>Busco hojas como la de lengua de suegra</i></p> <p>Paso 2. <i>Hago cortes finos</i></p> <p>Paso 3. <i>Aplico colorante</i></p> <p>Paso 4. <i>Veo al microscopio.</i></p> <p>Paso 5. <i>Hago el informe.</i></p>

E4	<p>Paso 1. <i>Recolecto hojas para los tejidos (de lengua de suegra como hicimos en una práctica para ver bien las células)</i></p> <p>Paso 2. <i>Busco materiales como cuchilla, porta objeto y cubre.</i></p> <p>Paso 3. <i>Hacer cortes finos para poder observar (al microscopio)</i></p> <p>Paso 4. <i>Tomar nota de lo que se ve en una libreta o guía.</i></p> <p>Paso 5. <i>Probar con la profe que veo lo que es.</i></p>
E5	<p>Paso 1. <i>Ubico materiales.</i></p> <p>Paso 2. <i>Corto las hojas</i></p> <p>Paso 3. <i>Aplico azul de metileno en el cubreobjetos con los cortes.</i></p> <p>Paso 4. <i>Veoy dibujo.</i></p>
E6	<p>Paso 1. <i>Lavar las hojas y hacer cortes delgados con cuchilla</i></p> <p>Paso 2. <i>Poner los cortes en el portaobjeto con una gota de azul de metileno</i></p> <p>Paso 3. <i>Cubrir y ver al microscopio.</i></p> <p>Paso 4. <i>Tomar apuntes y dibujar lo que veo.</i></p>

Nota: en la tabla se encuentra señalado con color verde oraciones asociadas al desarrollo del conocimiento procedimental.

Por otro lado, en la tabla 15 se evidencia que E2 continúa estableciendo una serie de pasos estructurados para resolver lo planteado, teniendo en cuenta elementos logísticos, metodológicos y teóricos en su planeación. Sumado a lo anterior, los estudiantes E3 a E6 realizaron una descripción detallada y completa de lo que harían para ver un tejido vegetal

donde se evidencia una descripción secuencial de pasos (Ver tabla15) para explicar por qué la célula es la unidad estructural de los seres vivos lo que denota algunos avances en la planificación, en los que sus presaberes son empleados para la comprensión y solución de situaciones problemas. Lo anterior, permite reafirmar que la solución de problemas puede mejorar mediante la aplicación de una serie de habilidades metacognitivas, entre las que se incluyen el saber cuándo como lo plantea Tesouro (2005) y a su vez convoca a que la enseñanza de las estrategias metacognitivas debe ser explícita porque permite ser conscientes a los estudiantes de sus propios procesos de pensamiento cuando resuelve una tarea como lo mencionan Pérez y Gonzáles (2020). Igualmente, Cano et al. (2014) refieren que los profesores pueden ayudar a sus alumnos a mejorar su percepción del aprendizaje y el estudio de las ciencias enseñándoles a utilizar instrucciones desde un enfoque metacognitivo porque estos tienen una importancia práctica e impactan en la percepción que el estudiante tiene de su trabajo.

#### **8.4 ¿CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE CONOCIMIENTO METACOGNITIVO Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LA CÉLULA?**

Un aspecto para destacar sobre la relación entre el conocimiento metacognitivo y el aprendizaje de la célula es que se identificó que el estado de conocimiento metacognitivo en los estudiantes fue heterogéneo en la intervención, es decir el nivel de avances en el desarrollo de habilidades no fue igual a todos los participantes. Se evidencia que algunas estudiantes planifican con mayor detalle para realizar una tarea, debido a una claridad explícita sobre lo que saben y no; sin embargo, se destaca que no hay una total claridad y madurez en el registro escrito de sus procesos, pese a que se espera que la metacognición sea superior en los alumnos más mayores que en los jóvenes según Tesouro (2005).

En esta investigación se privilegió el desarrollo de actividades enmarcadas en el desarrollo de habilidades de conocimiento metacognitivo en pro de potencializar en los participantes su capacidad de comprender el mundo que le rodea desde su propia cognición por que de acuerdo con Schraw et al. (2006) una enseñanza eficaz de las ciencias no sólo debe aumentar el aprendizaje, sino también ayudar a los alumnos a desarrollar las

habilidades metacognitivas de aprendizaje a lo largo de la vida necesarias para tener éxito en los niveles superiores de las ciencias y reconstruir sus conocimientos conceptuales y estrategias procedimentales cuando sea necesario.

De forma similar Pérez y Gonzáles (2020) plantean que es necesario pasar de una sociedad de la información a una sociedad del conocimiento, por lo que es necesario reflexionar sobre los propios modos de pensar del sentido común, por lo que la capacidad metacognitiva se constituye en una condición necesaria para hacerlo. La célula es un concepto complejo, motivo por el cual en esta investigación se utilizó como contexto para abarcar lo propuesto por Camacho et al. (2012), quienes sostienen que las dificultades entorno a la célula, están relacionadas con la apreciación de las dimensiones de la célula y sus estructuras; ideas alejadas de la composición de la célula y de su contenido; el desconocimiento o baja comprensión del nivel celular; los procesos vitales de nutrición y respiración, en donde generalmente se confunde la respiración celular y fotosíntesis o no se relaciona con procesos energéticos y finalmente, aspectos que tienen que ver con el crecimiento, reproducción y herencia de los procesos celulares.

En consecuencia con lo anterior, el desarrollo de actividades con un enfoque desde el conocimiento metacognitivo tuvo una relación evidente en los procesos de aprendizajes a causa de que permitió a los estudiantes identificar qué elementos conceptuales tenían claros partiendo del concepto de célula para así apropiarse de estas falencias y transformarlas desde algunas actividades teórico prácticas, que redundaron en un cambio del modelo de célula básico y estructural a uno funcional o de teoría celular, debido a la representación estática que conocían de la misma.

Por otro lado, los hallazgos descritos anteriormente con relación a los avances los modelos explicativos de la célula a partir de la motivación de actividades que promueven el conocimiento metacognitivo refuerzan lo propuesto por Pérez y Gonzáles (2020) quienes teniendo en cuenta a Pozo (2016) afirman que fomentar el conocimiento metacognitivo en las clases de ciencias permite a los estudiantes transitar desde un aprendizaje implícito, característico de un alumno novato, donde las decisiones tomadas para la resolución de una tarea no son conscientes, a un aprendizaje explícito, de carácter experto, caracterizado por la conciencia y regulación del uso de estrategias de aprendizaje, así como de sus modos de

pensar, fomentando así una mirada crítica sobre el mundo que los rodea. Teniendo en cuenta lo anterior, en esta investigación se lograron avances en el fomento de aprendizajes explícitos donde se consideran los pasos a seguir para desarrollar una tarea, para que el aprendizaje no se centre en el cumplimiento y memorización. En consecuencia, es importante que un sujeto que posee capacidades metacognitivas altamente desarrolladas pueda regular sus propios modos de aprender y pensar para tomar decisiones fundamentadas en las cuestiones científicas que se le presenten de acuerdo con Pérez y González (2020). En este sentido, de acuerdo con García et al. (2015) es importante la promoción de habilidades metacognitivas desde el conocimiento metacognitivo, puesto que este precede al desarrollo de las habilidades asociadas especialmente la regulación, atendiendo a que los estudiantes, aun cuando conocen las diferentes estrategias, no necesariamente las aplican de forma eficaz para llegar a un aprendizaje profundo.

Finalmente, atendiendo a que el aprendizaje se hace efectivo cuando se realiza de forma consciente como lo refiere Güner y Erbay (2021), el conocimiento metacognitivo desde las subcategorías de conocimiento declarativo y conocimiento procedimental es el primer paso para favorecer los procesos de aprendizaje en el aula, debido a que los resultados indican que las habilidades de conocimiento metacognitivo son moderadas coincidiendo con los hallazgos de García et al. (2015): motivándose así el desarrollo de procesos de aula que sigan promoviendo un uso consciente de las estrategias que redundarán en una regulación del aprendizaje y con ello se consolidará la formación de pensamiento crítico, especialmente en el aprendizaje de las ciencias. Finalmente, con relación al aprendizaje de la célula, los estudiantes tuvieron una migración del modelo explicativo de la célula a partir de la integración de actividades de aprendizaje que implican el conocimiento metacognitivo destacando que la ausencia de este por parte de los estudiantes genera obstáculos en los procesos de aprendizaje de conceptos científicos. Este tipo de conocimiento estaría a la base del desarrollo de habilidades metacognitivas y de la conciencia metacognitiva tal como lo afirma Tamayo et al. (2019).

## 9 CONCLUSIONES

De acuerdo con los hallazgos derivados de esta investigación se concluye que el conocimiento metacognitivo aportó al aprendizaje de la célula. Afirmación que emerge con la evidencia descrita sobre el tránsito entre modelos explicativos de la célula y el uso de estrategias enfocadas en el conocimiento metacognitivo: declarativo y procedimental, reflejados los avances identificados en la forma en que las estudiantes asumieron y desarrollaron lo propuesto. Las actividades de intervención permitieron la reflexión y consolidación de lo que los participantes saben y no saben, fortaleciendo así el desarrollo de procesos de aprendizaje autónomos.

Igualmente, en esta investigación se reafirmó que las habilidades de conocimiento metacognitivo se deben fortalecer en la vida escolar, debido a que preceden a la regulación, impactando en el desarrollo de aprendizajes a profundidad. No se obtuvieron resultados homogéneos en los participantes, es decir el desarrollo de habilidades fue variable, sin embargo, se evidenciaron avances leves en la forma en la que asumen una tarea y la comprensión de algunos de los procesos que se desarrollan en el interior de la célula como la reproducción, impactando las estrategias empleadas en la forma en la que las estudiantes asumen y desarrollan las actividades. Igualmente, durante el desarrollo de la investigación, se evidenció que el conocimiento metacognitivo desde las subcategorías de conocimiento declarativo y procedimental permite a los estudiantes reflexionar y proyectar sobre la forma en la que se realizan las actividades propuestas cotidianamente en el aula porque promueven una revisión de lo que se sabe para desarrollar una tarea y a su vez motiva a los estudiantes a superarse.

Por otro lado, los resultados obtenidos representan un aporte fundamental para la consolidación y análisis de las metodologías de aula y desarrollo curricular en la asignatura de biología de la institución educativa, debido a las barreras de lenguaje identificadas por la apropiación del vocabulario en segunda lengua durante toda la escolaridad.

Finalmente, desde la investigación surge la necesidad de integrar la regulación metacognitiva que es complementaria al conocimiento metacognitivo debido a que el alcance en tiempos de la investigación no permitió su inclusión en el proyecto, razón por la

cual es necesario seguir fortaleciendo estas habilidades en las estudiantes y así iniciar prontamente la promoción de habilidades asociadas a la regulación.

## 10 RECOMENDACIONES

Atendiendo a los resultados de la presente y los aprendizajes consolidados en la misma surgen las siguientes recomendaciones:

1. Estudiar en el aula todas las dimensiones de la metacognición: conocimiento y regulación metacognitiva en pro de alcanzar un mayor impacto en la población estudiantil, atendiendo a los múltiples beneficios que las habilidades metacognitivas generan en los procesos de aprendizaje y en especial para las etapas escolares en las que estas se consolidan. Igualmente, incluir el estudio del conocimiento condicional a partir de la promoción de múltiples experiencias metacognitivas.

2. Integrar en los estudios una población mayoritaria en aras de identificar una mayor variabilidad y diversificación de procesos, en los cuales se pueda robustecer la unidad de trabajo, debido a que la de la presente fue pequeña atendiendo a que eran la totalidad de estudiantes del curso.

3. Se recomienda a todos los docentes del área de ciencias naturales integrar estrategias que promuevan el desarrollo de habilidades metacognitivas e iniciar por una autoevaluación que permita fortalecer las habilidades propias y ser modelo para los estudiantes permitiéndoles ser conscientes de los beneficios que este aporta en la cotidianidad de la vida escolar.

4. Realizar un análisis curricular y metodológico en la institución que permita identificar los obstáculos de lenguaje en la enseñanza que estén influyendo en el desarrollo de habilidades científicas y el dominio de conocimientos propios de las ciencias en primera lengua (español).

## 11 REFERENCIAS

- Ariza Rúa, D. L., Yaber Goenaga, I. A., Muñiz Olite, J. L., Hurtado Márquez, J. S., y Figueroa Molina, R. E. (2009). Los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Salud Uninorte*, 25(2), 220-231.
- Alzogaray, R. A. (2006). *Historia de las células*. Capital Intelectual.
- Brown, A. L. (1980). *Metacognitive skills and reading*.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED195932.pdf>
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, Executive Control, Self-Regulation, and Other More Mysterious Mechanisms. In F. E. Weinert, y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (pp. 65-116)
- Buitrago, M. (2014). *Enseñanza-aprendizaje del concepto de célula en estudiantes de básica secundaria* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/30349>
- Burón, J. (1993). Enseñar a aprender: introducción a la metacognición (6° ed.). Ediciones mensajero <https://es.slideshare.net/pamelaeym/buron-ensenar-a-aprender-introduccion-a-la-metacognicion>
- Cano García, F., García, A., Berbén, A., Pichardo, M. y Justicia, F. (2014). The effects of question-generation training on metacognitive knowledge, self-regulation and learning approaches in Science. *Psicothema*, 26 (3), 385-390.
- Camacho González, J. P., Colicoy, N. J., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, A., & Rodríguez Tirado, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(2), 196–212.  
[https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2012.v9.i2.03](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i2.03)
- Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 369-380

- Carrillo, L., Morales, C., Pezoa, V., y Camacho, J. (2011). La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula. *Tecné, Episteme y Didaxis TED*, 29, 112-127  
<https://doi.org/10.17227/ted.num29-1091>
- Dang, N. V., Chiang, J.C., Brown, H.M. y McDonald, K. K. (2018). Curricular Activities that Promote Metacognitive Skills Impact Lower-Performing Students in an Introductory Biology Course. *Journal of microbiology & biology education*. 19 (1).  
<https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1324>
- Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre M. P. (1996) ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), 183-194.
- Dye, K. M., y Stanton, J. D. (2017). Metacognition in Upper-Division Biology Students: Awareness Does Not Always Lead to Control. *CBE Life Sciences Education*, 16(2).  
<https://doi.org/10.1187/CBE.16-09-0286>
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. En L. B. Resnick Ed, *The nature of intelligence* (pp. 231-235).
- García, T., Cueli, M., Rodríguez, C., Krawec, J., y González-Castro, P. (2015). Conocimiento y habilidades metacognitivas en estudiantes con un enfoque profundo de aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemático. *Revista de Psicodidáctica*, 20 (2), 209-226. 226. <https://doi.org/10.1387/revpsicodidact.13060>
- Greene, Jeffrey A., Plumley, Robert D, Urban, Christopher J., Bernacki, Matthew L., Gates, Kathleen M., Hogan, Kelly A., Demetriou, Cynthia, y Panter, Abigail T. (2021). Modeling temporal self-regulatory processing in a higher education biology course. *Learning and Instruction*, 72 (101201).  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.04.002>
- Güner, P., y Erbay, H. (2021). Metacognitive skills and problem-solving. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(3), 715–734.  
<https://doi.org/10.46328/ijres.1594>
- Gurbin, T. (2015). Metacognition and Technology Adoption: Exploring Influences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 191, 1576 – 1582.

- Herrera San Martín, E. y Sánchez, I. (2009). Unidad didáctica para abordar el concepto de célula desde la resolución de problema por investigación. *Paradigma*, 30 (1), 63-85.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-07052008000100011>
- Huertas Bustos, A., Vesga Bravo, G. y Galindo León, M. (2014). Validación del instrumento inventario de habilidades metacognitivas (MAI) con estudiantes colombianos. *Praxis & Saber*, 5(10), 55-74.
- Jerónimo-Arango, L. y Ayala-Zuluaga, J. (2011). Enseñanza de las ciencias naturales, la importancia de la relación pedagógica en la clase de biología molecular. *Orinoquia*, 15(2), 215 - 222.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 18 (72), 9-32.
- Osses Bustingorry, S. y Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>
- Pérez, G. y González Galli, L. (2020). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 47 (1), 233-247.
- Roa-Ordóñez, H. (2016). Estrategias creativas y metacognitivas en el aprendizaje musical Civilizar. *Ciencias Sociales y Humanas*, 16 (30), 207-222.
- Roberts, J. S. (2021). Integrating Metacognitive Regulation into the Online Classroom Using Student-Developed Learning Plans. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1).  
[https://doi.org/10.1128/JMBE.V22I1.2409/SUPPL\\_FILE/JMBE00061-21\\_SUPP\\_1\\_SEQ2.PDF](https://doi.org/10.1128/JMBE.V22I1.2409/SUPPL_FILE/JMBE00061-21_SUPP_1_SEQ2.PDF)
- Rodríguez Palmero, M. L. (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la Estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2 (2), 123-149
- Rodríguez Palmero, M. L. y Moreira, M. A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), 77-103
- Schraw, G. 1998. Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, 113–125.

- Schraw, G., Crippen, K.J. y Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. *Research in Science Education* 36, 111–139.
- Soto, C. (1999). Aspectos del concepto de aprendizaje de las ciencias y el papel de la metacognición. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 13, 99 – 114
- Stanton, J. D., Neider, X. N., Gallegos, I. J., y Clark, N. C. (2015). Differences in metacognitive regulation in introductory biology students: when prompts are not enough. *CBE Life Sciences Education*, 14(2). <https://doi.org/10.1187/CBE.14-08-0135>
- Mancipe, M. y Ramírez, C. (2019). El papel del lenguaje en la construcción de explicaciones en la clase de ciencias en contextos bilingües a través del enfoque CLIL. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 21(1), pp. 107-124. <https://www.redalyc.org/journal/3057/305762630007/html/#B11>
- Tamayo, O. (2007) La reflexión metacognitiva en el aprendizaje de conceptos científicos. *Novedades educativas*. 192 (193), 106-112.
- Tamayo Alzate, O. y Cadavid Alzate, V. (2013) “Metacognición en la enseñanza y en el aprendizaje de conceptos en química orgánica”. *Revista EDUCyT*, 7, 48 – 55.
- Tamayo Alzate, O., Zona, R., y Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.
- Tamayo Alzate, O., Cadavid, V. y Montoya, D. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 117-141.
- Tanner, K. D. (2017). Promoting Student Metacognition. *CBE Life Sciences Education*, 11(2), 113–120. <https://doi.org/10.1187/CBE.12-03-0033>
- Tesouro, M. (2005). La metacognición en la escuela: la importancia de enseñar a pensar. *Educar*, 35(1), 135-144.

## 12 ANEXOS

### Anexo A. Unidad didáctica

<b>Título:</b>	La vida al interior del cuerpo
<b>Tema:</b>	<p>La célula</p> <p>1. La teoría celular</p> <p>1.1. Postulados de la teoría celular</p> <p>2. ¿cuál es la importancia biológica de la teoría celular?</p>
<b>Momento de ubicación</b>	<p>Descripción</p> <p>Inicialmente, se realiza una pequeña introducción a los estudiantes sobre ¿qué es la metacognición y su utilidad? Para generar un ambiente de cercanía y que los estudiantes comprendan los aportes que esto les genera a largo plazo.</p> <p>Se plantea la aplicación de un <b>instrumento de lápiz y papel inicial</b>, con la finalidad de identificar las concepciones de los estudiantes acerca de la célula: teoría celular.</p>
<b>Momento de desubicación</b>	<p>Descripción</p> <p>Inicialmente, se procede a asignar a cada estudiante un contenido específico sobre los subtemas de estudio (célula – teoría celular) y con esta información deberán elaborar una exposición del contenido asignado como expertas, a través del método de síntesis (subrayado y esquema)- (cada estudiante escogerá la forma en la que sintetizará la información aprendida-recopilada para la entrega final). <i>Se sugiere mapa conceptual</i></p> <p>Luego, se realiza ponencia grupal donde se resolverán dudas identificadas por los estudiantes y posteriormente los estudiantes responderán un cuestionario.</p> <p>Se realiza la proyección del siguiente recurso virtual <a href="https://media.hhmi.org/biointeractive/click/spanish/cellcycle/">https://media.hhmi.org/biointeractive/click/spanish/cellcycle/</a>, el cual también estará disponible para el acceso de los estudiantes en sus equipos, se realizarán la siguiente actividad:</p> <p>a. Se solicita a los estudiantes que realicen una exploración previa con la técnica de escáner rápido a partir de la cual identificarán ideas claves. Se les solicitará que elaboren preguntas sobre los conceptos claves que les llamen la atención.</p> <p>Posteriormente, se realizará explicación docente del recurso y se motivará a los estudiantes a compartir sus preguntas y proponer</p>

	<p>respuestas a partir de lo visto. Para concluir los estudiantes desarrollarán un cuestionario de profundización (<b>anexo D</b>)</p>
<p><b>Momento de Reenfoque</b></p>	<p>Descripción</p> <p>Se realizó proyección del video disponible en el siguiente enlace: <a href="https://www.youtube.com/embed/8IlzKri08kk">https://www.youtube.com/embed/8IlzKri08kk</a> y posteriormente se procedió a construir con las estudiantes la definición de célula mediante la interpretación de palabras claves. Luego de la construcción de la definición, se usaron las palabras claves para que de forma participativa construyeran los postulados de la teoría celular.</p> <p>Posteriormente, se procedió a un espacio de socialización de dudas a partir del uso de las imágenes del video inicial. Finalmente, se realizó la aplicación de instrumento de lápiz y papel final.</p>

## Anexo B. Instrumento de lápiz y papel inicial y final

### IDEAS PREVIAS

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Querida estudiante, a continuación, encontrarás una serie de preguntas cuyo propósito es fortalecer tu proceso de aprendizaje, por tanto, es necesario que respondas en forma individual y con seriedad cada pregunta de manera detallada.

Para tener en cuenta: tus respuestas no intervienen en tu proceso evaluativo.

*Preguntas:*

**I.** Lee y responde según corresponda:

1. ¿Qué forma o aspecto crees o conoces sobre las células? Representala con un dibujo.

A partir de lo dibujado, describe ¿Qué tipo de célula dibujaste?

---

**II.** Elabora un mapa conceptual en el que incluyas y describas los siguientes conceptos/contenidos utilizando flechas:

¿Qué es la célula? ¿cómo se clasifican las células? ¿Cuáles son los postulados de la teoría celular?

En función del mapa conceptual que armaste, remarca las flechas con colores según el siguiente criterio: (1) Verde, para aquellas relaciones entre conceptos que consideras que puedes explicar sin problema a un compañero; (2) azul, para aquellas relaciones entre conceptos sobre las que tengas algunas dudas o preguntas para la docente (escribe esas dudas atrás del mapa); (3) rojo, para aquellas relaciones entre conceptos que no has terminado de comprender.

1. ¿Qué conceptos tienes claros a partir del desarrollo de la actividad?

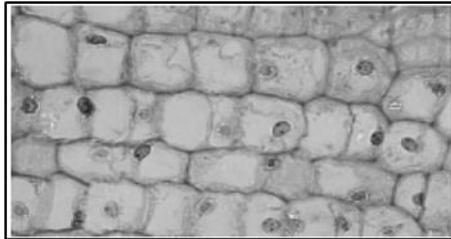
2. ¿Qué conceptos identificas que no tienes claros a partir de la actividad?

---

**III.** Analiza la siguiente situación:

Juan y Camila son dos estudiantes que están analizando la siguiente situación “para que una planta pueda realizar el proceso de fotosíntesis, mediante el cual obtiene la energía necesaria para su sobrevivencia, los cloroplastos, estructuras ubicadas al interior de las células que forman sus hojas, deben realizar una serie de transformaciones químicas que le permiten fabricar su alimento”. Camila le dice a Juan que este relato se explica de acuerdo con el postulado de la teoría celular que propone que a célula es la unidad estructural de los seres vivos: todos los seres vivos están compuesto de células, pero Juan le dice que esto no es correcto porque hay otro postulado que propone que las células son la unidad funcional de todos los seres vivos: todas las funciones del organismo dependen de las actividades celulares.

Con relación a la situación anterior:



1. ¿Qué conceptos considero que son necesarios para explicar quién tiene la razón? ¿por qué?

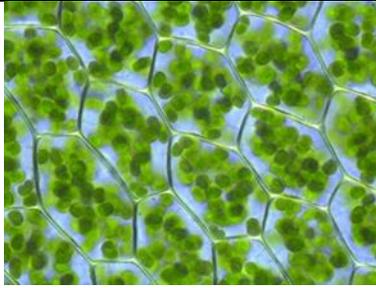
---

2. ¿Qué aspectos, conceptos o criterios tuviste en cuenta para resolver el problema?

---

**IV.** Observa la siguiente imagen, lee el enunciado y responde.

Un estudiante quiere observar tejidos vegetales en el microscopio y para esto debe organizar un experimento.



1. ¿Qué pasos propones tu para llevar a cabo la idea del estudiante?

Paso 1. ¿Por qué?

Paso 2. ¿Por qué?

Paso 3 ¿Por qué?

2. ¿Consideras que los pasos anteriores funcionarán?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Justifica?

**V. Escribe los términos- conceptos nuevos que has aprendido en esta actividad e identifica los conceptos en los que consideras que necesitas profundizar.**



**VI. Elige el emoticón que represente ¿cómo te sientes con el desarrollo de la actividad de hoy? Y enciérralo en un círculo.**



**Explica ¿por qué crees que te sientes así?**

---

**Anexo C. Actividad de aplicación momento de ubicación.**

**ACTIVIDAD DE APLICACIÓN “LA TEÓRIA CELULAR”**

Exposiciones

**Estudiante:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_

A partir de la lectura asignada con la metodología “arcoíris”, realiza un análisis y resumen a través del método de síntesis (subrayado y esquema) para sintetizar la información en un diagrama que utilizarás para exponer tu tema de interés.

[Lecturas disponibles aquí](#)

Al finalizar la actividad, responde las siguientes preguntas:

- I. ¿Qué criterios tuviste en cuenta para realizar la actividad?
- II. ¿Qué conceptos consideras que son necesarios para explicar la teoría celular? ¿por qué? Justifica.
- III. ¿Cuáles fueron los aprendizajes más importantes que obtuviste después de estudiar la teoría celular? Descríbelos

## Anexo D. Cuestionario de aplicación – Teoría celular y su relación con el ciclo celular

<b>PROFUNDIZACIÓN</b>	
<b>Docente:</b>	<b>Asignatura:</b>
<b>Estudiante:</b>	<b>Fecha:</b>

Esta actividad de profundización está basada en la actividad interactiva sobre el ciclo celular y su relación con el cáncer disponible en el siguiente enlace: <https://media.hhmi.org/biointeractive/click/spanish/cellcycle/>

A partir de las actividades realizadas responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué conceptos consideras necesarios para explicar la relación entre el ciclo celular y el cáncer? ¿cómo se relacionan con la teoría celular? ¿explica?  
Rta:
2. ¿Consideras que puedes explicar el ciclo celular? ¿Qué pasos propones para explicar el ciclo celular eucarionte? ¿cómo lo harías? Explica  
Rta:
3. ¿Por qué la división celular es importante para los organismos adultos, aún después de estar completamente desarrollados?  
Rta
- 3.1. ¿Cuál fue el aporte que te brindó la herramienta usada para generar una respuesta a la pregunta anterior?  
Rta:
4. Completa la gráfica con descripciones de lo que ocurre durante las tres fases que comprenden la interfase. ¿Qué deberías hacer para completar la gráfica?  
Rta:
5. ¿Cuál es el propósito de un punto de control en el ciclo celular? Explicalo  
**Rta:**
6. ¿Qué es la fase G0 del ciclo celular? ¿Qué factores determinan si una célula entra en G0? b. ¿Es posible para las células salir de G0?

