



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1803

**Facultad de Educación**

**La enseñanza de las células eucariotas y procariotas mediante una secuencia de situaciones experimentales orientada en la teoría de los campos conceptuales**

**Trabajo presentado para optar al título de:  
Licenciados en educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y  
Educación Ambiental**

**ADRIANA CAROLINA HERRERA LÓPEZ  
DAYSON ANTONIO ZAPATA RAMOS  
LENY JOHANA VILLA HURTADO**

**Asesor(a)**

**GLORIA M. CARDONA CASTAÑO**

**Medellín 2016**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mis padres y a Juan Diego por todo el apoyo que me han brindado desde el inicio de mi carrera, gracias a su colaboración fue posible culminar con éxito esta difícil tarea.*

*A Juan Camilo, el motor de mi vida y quien me motiva a seguir día a día luchando por todos mis proyectos.*

*Adriana Carolina Herrera López*

*Dedico este trabajo a mis padres y a Diego, por su apoyo y acompañamiento incondicional en esta difícil tarea, por su confianza que me motivó a seguir adelante en el camino que emprendí.*

*Leny Johana Villa Hurtado*

*Dedico este trabajo a Dios por fortalecerme, a mi madre por creer en mí con firmeza y apoyarme de principio a fin en este arduo camino, a profesores, familiares y allegados que se comprometieron en motivarme, guiarme y unir sus fuerzas.*

*Dayson Antonio Zapata Ramos*

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## AGRADECIMIENTOS

Le damos gracias a Dios por guiar siempre nuestro camino y acompañarnos en nuestros momentos más difíciles.

A la Dra. Gloria María Cardona por su acompañamiento y orientación en la construcción de este trabajo.

A la Universidad de Antioquia, a la Facultad de Educación y al Programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencia Naturales y Educación Ambiental, y a sus coordinadores por facilitar el desarrollo de esta investigación.

A la Institución Educativa Playa Rica por brindarnos su apoyo y promover los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

A los estudiantes del grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica por su cooperación, compromiso, dedicación y entusiasmo frente a las actividades propuestas en este proyecto.

A la profesora Martha Edith por colaborarnos en las diferentes actividades propuestas y estar siempre dispuesta a ayudarnos.

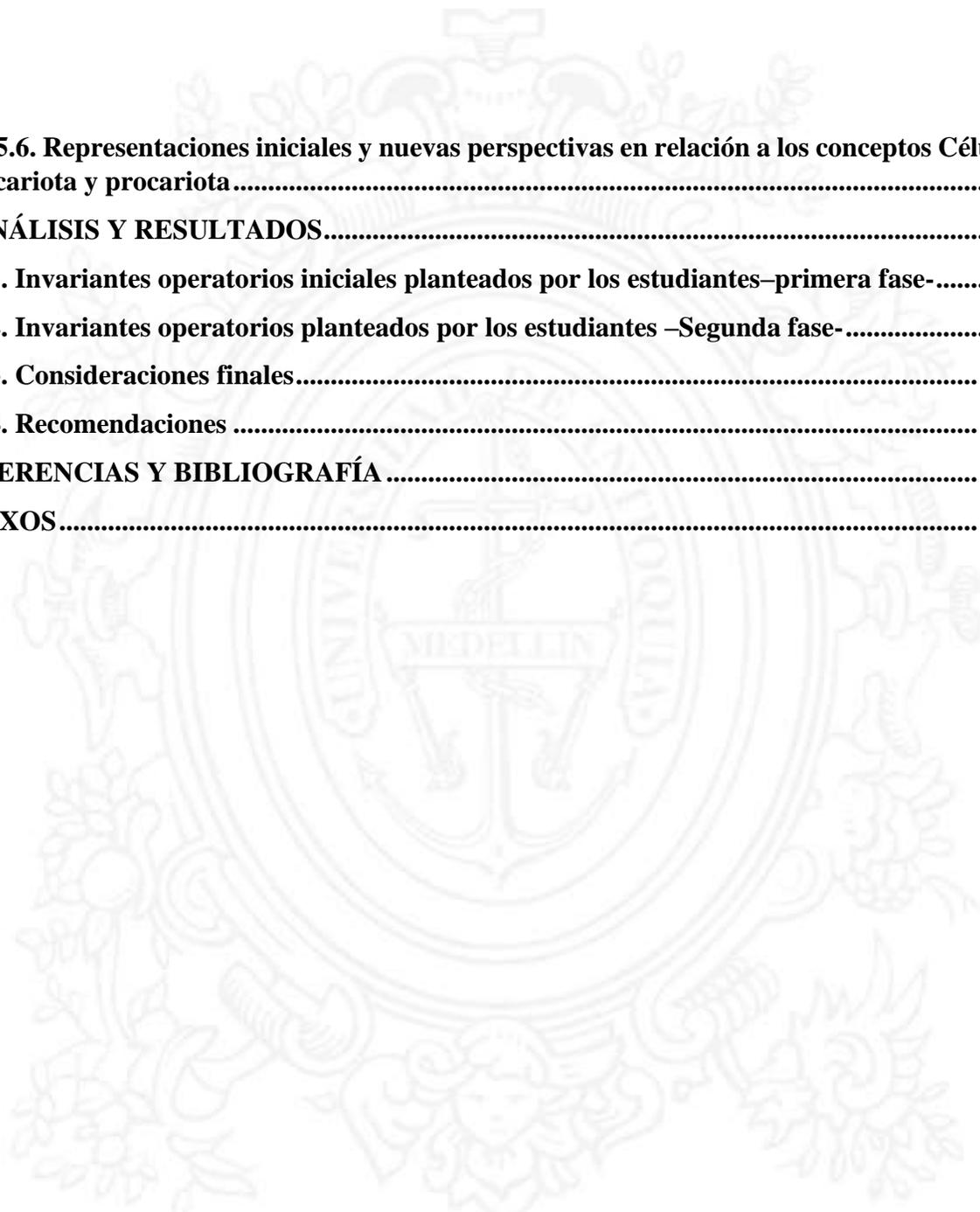
UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Justificación .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Planteamiento de problema y pregunta de investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.1. Objetivo general.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Enseñanza de la célula y conocimientos en relación a los conceptos: célula eucariota y célula procariota .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Prácticas de laboratorio y problemas experimentales en la básica primaria .....</b>	<b>31</b>
<b>3. REFERENTES TEÓRICOS SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Teoría de Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.1. Conceptos .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.2. Situaciones.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.3. Esquemas.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.4. Invariantes operatorios .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2. Teoría Celular.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.1. Características de las Células Eucariotas.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2.2. Estructuras celulares.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.3. Características de las Células Procariotas .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3. Las prácticas experimentales en la enseñanza de la Ciencias Naturales .....</b>	<b>52</b>
<b>4. CONFIGURACIÓN DEL CAMPO CONCEPTUAL DE REFERENCIA .....</b>	<b>57</b>
<b>5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1. Descripción del contexto .....</b>	<b>62</b>
<b>5.2. Enfoque de investigación .....</b>	<b>63</b>
<b>5.3. Método: estudio de caso.....</b>	<b>64</b>
<b>5.4. Selección de los participantes .....</b>	<b>65</b>
<b>5.5. Etapas de la investigación.....</b>	<b>65</b>
<b>5.5.1. Primera Fase .....</b>	<b>65</b>
<b>5.5.2. Segunda Fase.....</b>	<b>68</b>

5.6. Representaciones iniciales y nuevas perspectivas en relación a los conceptos Células eucariota y procariota.....	70
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	73
6.1. Invariantes operatorios iniciales planteados por los estudiantes–primera fase-.....	73
6.2. Invariantes operatorios planteados por los estudiantes –Segunda fase-.....	89
6.3. Consideraciones finales.....	111
6.4. Recomendaciones .....	116
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....	117
ANEXOS.....	126



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1. Algunos autores y sus respectivas temáticas investigativas articuladas a la enseñanza de la célula. ....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2. Similitudes y diferencias entre las células eucariota (Animal y vegetal) y procariota. ....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 3. Campo conceptual de referencia. ....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 4. Categorías apriorísticas de la investigación. ....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 5. Información suministrada por los estudiantes en sus respuestas al cuestionario abierto, en referencia a las categorías: funciones y procesos de la célula eucariota y célula procariota y procedimientos experimentales.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 6. Invariantes operatorios iniciales planteados por los estudiantes – primera fase—. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 7. Información aportada por los estudiantes durante la solución de la secuencia de situaciones experimentales, de acuerdo a las siguientes categorías: Funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas, procedimientos experimentales. ....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 8. Información recogida durante las conversaciones con los estudiantes, de acuerdo a las siguientes categorías: Funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas, procedimientos experimentales.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 9. Información suministrada por los estudiantes en sus respuestas al cuestionario abierto, en referencia a las categorías: funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas y procedimientos experimentales. ....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 10. Invariantes operatorios planteados por los estudiantes en la segunda fase. ....</b>	<b>109</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1. Fases de la investigación. ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 2. Mapa conceptual realizado por E1 sobre célula eucariota y célula procariota. Etapa inicial. ....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 3. Mapa conceptual realizado por el caso E4 sobre célula eucariota y célula procariota. Etapa inicial. ....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 4. Mapa conceptual realizado por E3 sobre las concepciones de células eucariota y procariota. Etapa inicial, antes de la intervención. ....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 5. Mapa conceptual realizado por E2 sobre célula eucariota célula y procariota. Etapa inicial. ....</b>	<b>85</b>

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1. Carta de permiso para la intervención en la Institución Educativa Playa Rica.</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 2. Propuesta de enseñanza.....</b>	<b>127</b>
<b>Anexo 3. Respuestas del caso E1 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.</b>	<b>149</b>
<b>Anexo 4. Respuestas del Caso E2 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión. .....</b>	<b>150</b>
<b>Anexo 5. Respuestas del caso E3 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.</b>	<b>151</b>
<b>Anexo 6. Respuestas del caso E4 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.</b>	<b>152</b>

## RESUMEN

En este trabajo se analiza la presencia de los invariantes operatorios de un grupo de estudiantes durante la solución de una secuencia de situaciones experimentales orientada en la Teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud. Para ello se llevan a cabo prácticas de laboratorio con los estudiantes del grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica del municipio de Bello, donde se estudian los conceptos célula eucariota y célula procariota. El análisis se realiza en dos fases; en la primera se utilizaron instrumentos como mapa conceptual, cuestionario abierto y grupos de discusión para explorar las representaciones iniciales de los participantes. En la segunda fase se hace uso del cuestionario abierto y la observación, se emplea una metodología con enfoque cualitativo utilizando como método el estudio de caso. En esta investigación se evidencia el papel de los invariantes operatorios en el proceso de aprendizaje de los conceptos células eucariota y procariota y el progreso conceptual de los estudiantes desde una intervención didáctica basada en las prácticas de laboratorio.

**Palabras clave:** invariantes operatorios, campos conceptuales, célula eucariota, célula procariota, conocimiento, aprendizaje.

## ABSTRACT

This graduation project analyses the presence of operational invariants of a group of students during a sequence of experimental situations under the eye of the Theory of Conceptual Fields from Gerard Vergnaud. In order to do this, laboratories practices take place with students from fifth grade from the school “Institución Educativa Playa Rica” located in the municipality of Bello, where concepts of prokaryotic and eukaryotic cell were studied. The analysis it’s realized in two moments; in the first one were used instruments as conceptual fields, open questionnaires and discussion groups in order to explore the initial representations of the participants. In the second moment were used open questionnaires and observations. It is used a qualitative methodology with a focus of case method. In this investigation is shown the role of operational invariants in the process of learning the concepts of prokaryotic and eukaryotic cell and the conceptual progress of the students from a didactical intervention based on the laboratories practices.

**Key words:** operational invariants, conceptual fields, elementary school, eukaryotic cell, prokaryotic cell, knowledge, learning.

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio son una estrategia importante en los procesos de enseñanza de las ciencias, puesto que, aportan a las bases teóricas de los estudiantes, al desarrollo de habilidades de pensamiento y favorecen la aproximación de los niños al que hacer científico, con lo cual se contribuye a la formación de la mirada crítica que se necesita en el aprendizaje de las ciencias. Pueden plantearse diversas tesis sobre la labor de las prácticas experimentales en relación a los aportes en la evolución del conocimiento conceptual, los métodos de aplicación y el desarrollo de destrezas procedimentales. Sin embargo, estas no suelen cumplir un papel relevante en las escuelas, debido a que se tiende a priorizar los contenidos teóricos enseñados de manera tradicional en detrimento de la actividad experimental, llevando al estudiante a la replicación de conceptos sin ningún vínculo con la cotidianidad, lo cual dificulta la capacidad analítica argumentativa y la formulación de preguntas e hipótesis que le permitan al estudiante aproximarse a los resultados esperados en su proceso aprendizaje.

A partir de la identificación de los factores que impiden que las prácticas de laboratorio tengan un mayor impacto en la enseñanza de las ciencias en la escuela, se hace necesario replantear los métodos bajo los cuales son empleadas, orientándolas hacia una metodología basada en secuencia de situaciones experimentales, donde el estudiante lleve a cabo determinadas acciones que favorezcan la solución de las mismas. Para ello, esta investigación se fundamenta en la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud (1990, 1997, 1998), un “referencial psicológico sobre los procesos de conceptualización en los sujetos que ha sido utilizado en investigaciones sobre aprendizajes científicos” (Cardona, 2014, p. 2). Vergnaud describe el campo conceptual como aquellos problemas y situaciones que implican el uso de diversos tipos de conceptos,

procedimientos y representaciones que se encuentran estrechamente relacionados (Moreira, Caballero & Vergnaud, 2009).

Se retoman algunos elementos de dicha teoría como los invariantes operatorios— teoremas —en —acción y conceptos —en— acción—, que permiten identificar el progreso conceptual que adquiere un grupo de estudiantes del grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica, ubicada en el municipio de Bello. El campo conceptual seleccionado como referencia es: células eucariota y procariota, este se elige por ser un tema que pese a ser enseñado en diferentes grados de escolaridad, no se logra una comprensión a profundidad frente al tema (Mengascini, 2006).

En la enseñanza de las ciencias se realizan prácticas que permiten el abordaje de la célula, sin embargo, no se lleva a cabo una apropiación amplia de las dimensiones de este concepto. Se evidencia que pese a la presencia permanente del tema en los programas, este es asimilado superficialmente dándole mayor relevancia a la información que al desarrollo de las competencias que se pueden adquirir en torno al mismo. En esta investigación se tiene como propósito fundamental analizar los posibles invariantes operatorios que un grupo de estudiantes emplean en la solución de situaciones experimentales sobre los conceptos de células eucariota y procariota. Para el alcance de este objetivo se identifican los invariantes operatorios iniciales en el grupo de estudio, se valoran las modificaciones de estos en los estudiantes durante la implementación de una secuencia de situaciones experimentales, sobre los conceptos de célula eucariota y célula procariota y por último se evalúan los aportes de la teoría de los Campos Conceptuales en los procesos de enseñanza de las ciencias basados en situaciones experimentales.

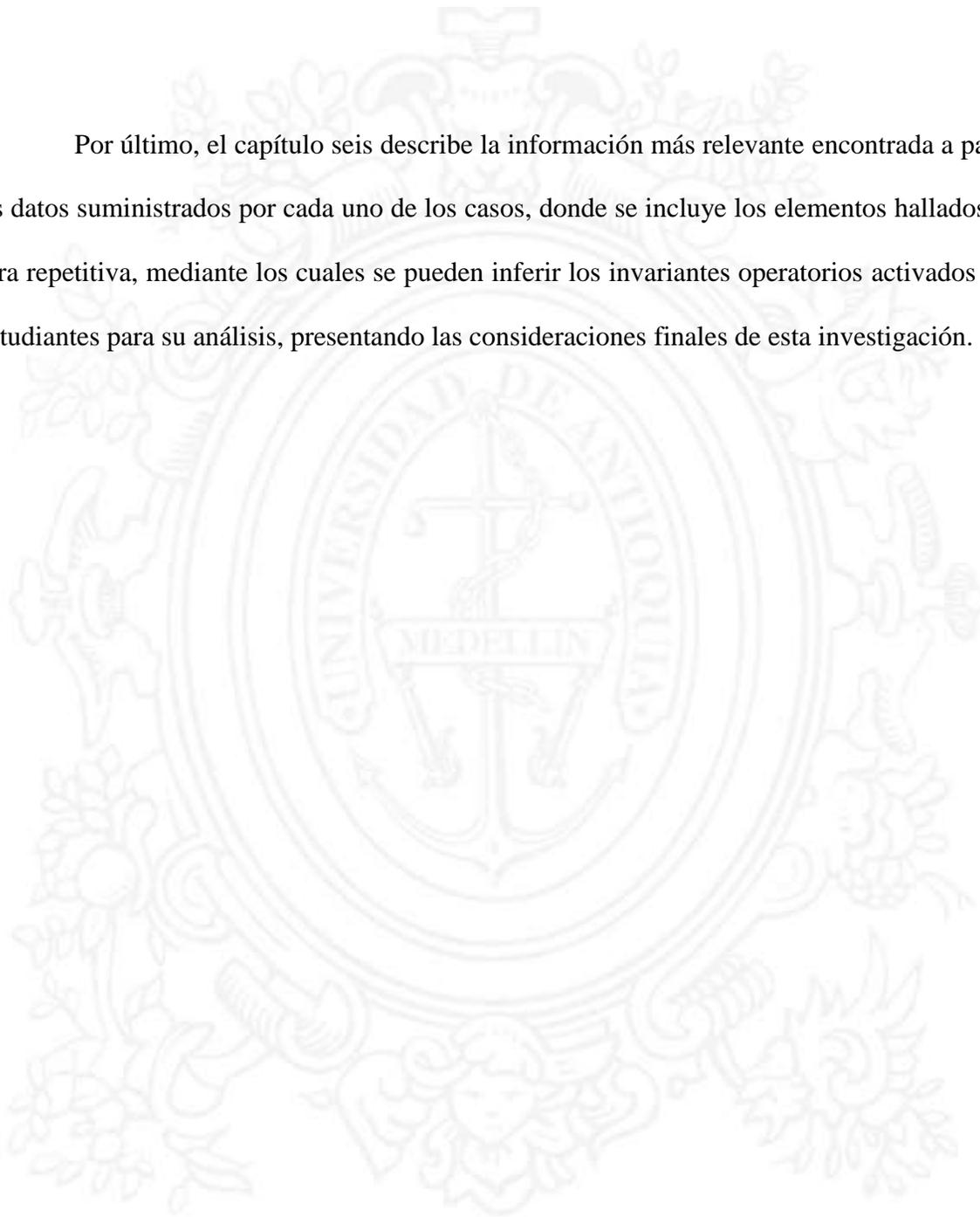
Este informe está conformado por seis capítulos; el primero, presenta las principales razones por las cuales surgió la necesidad de llevar a cabo esta investigación y orientar las prácticas

experimentales y la enseñanza del concepto de células eucariota y procariota en la escuela, desde algunos fundamentos de la teoría de los Campos Conceptuales. Además, se plantea la pregunta que orienta este trabajo y los principales objetivos del mismo.

En la segunda parte, se referencian algunos trabajos y textos pertinentes para la comprensión de las prácticas de laboratorio que nos permiten conocer cómo se han implementado estas y la resolución de problemas experimentales en la básica primaria. A su vez se describen los procesos de enseñanza de los conceptos sobre células eucariota y procariota en la escuela. En el tercer capítulo se retoman los referentes teóricos que sustentan esta investigación, donde se abordan los principales fundamentos de la teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Gerard Vergnaud (1990, 1997, 1998), los planteamientos que apoyan la teoría celular y las prácticas experimentales en las Ciencias. En el capítulo cuatro se expone el campo conceptual construido con relación a la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos sobre célula eucariota y célula procariota, a partir de los cuales se orienta la formación e investigación frente a los invariantes operatorios que activan los estudiantes para dar solución a determinadas situaciones, donde se realiza un bosquejo respecto a las consideraciones que se tienen en cuenta para la enseñanza de dichos conceptos y los conocimientos adquiridos por los participantes.

En el capítulo cinco se aborda la metodología utilizada en la investigación, en esta se describe la población participante y el contexto en el que desarrollan su práctica. El método implementado es el estudio instrumental de caso enmarcado en el enfoque cualitativo de la investigación. Por su parte, el diseño metodológico se propone en dos fases; en la primera se eligen las técnicas e instrumentos para recoger la información que permite inferir los invariantes operatorios activados por los estudiantes durante la solución de la secuencia de situaciones y en la segunda se evalúan los procesos implementados durante la última fase del proyecto.

Por último, el capítulo seis describe la información más relevante encontrada a partir de los datos suministrados por cada uno de los casos, donde se incluye los elementos hallados de manera repetitiva, mediante los cuales se pueden inferir los invariantes operatorios activados por los estudiantes para su análisis, presentando las consideraciones finales de esta investigación.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

## 1. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Justificación

La enseñanza de las ciencias debe favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes que les ayuden a conocer e interpretar el entorno que los rodea, asimismo debe contribuir en la “formación de ciudadanos científicamente educados capaces de adaptarse a un mundo cambiante y de participar en la resolución de problemas y en la toma de decisiones sobre cuestiones sociales que involucran a la ciencia y a la tecnología” (Tenreiro & Marques, 2006, p. 455). En coherencia con estas consideraciones, el sistema educativo Colombiano demanda competitividad y articulación con el mundo globalizado y toda una serie de condiciones que inserten el país en el mercado del conocimiento, por lo cual se requiere del desarrollo de competencias en los estudiantes que como lo expone Castro (2008), vinculen diversas habilidades: *intelectuales*, refiriéndose a capacidades analíticas y cognitivas; *prácticas*, las cuales se relacionan con destrezas de lenguaje y tecnología; y *sociales* basándose en la participación de los sujetos en el abordaje de una tarea.

Para el desarrollo de estas competencias, la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales cuentan con una importante estrategia que hace parte de sus fundamentos; se trata de las prácticas de laboratorio, concebidas en la educación como un conjunto de tareas que realizan los estudiantes en un lugar y tiempo definido, que implican el contacto con instrumentos y fenómenos de una disciplina científica, mediante procesos artificiales conocidos como experimentos, con el propósito de analizar el vínculo entre variables de algún modelo teórico conocido en esa ciencia (Andrés, 2001).

En el caso de la enseñanza las Ciencias Naturales puede considerarse que la actividad experimental es la dinámica propia de las ciencias con mayor potencial para expresar los principios

y la metodología del trabajo científico, donde los estudiantes pueden aprender de una manera diferente a la sola recepción de información. Por esto es importante que se les motive y se fomente dichas actividades a partir de la cotidianidad para promover el disfrute de los procesos educativos y mejores resultados académicos. No obstante, es necesaria una revisión de la forma como se asume la experimentación en la educación científica en la básica primaria.

Algunos autores como Tenreiro y Marques (2006) y López y Tamayo (2012) plantean que las prácticas de laboratorio crean oportunidades para que los alumnos desarrollen capacidades que permiten abordar objetivos vinculados con el conocimiento conceptual y procedimental, elementos sobre la metodología científica y el fomento de habilidades de pensamiento crítico y creativo. Sin embargo, las prácticas de laboratorio como estrategia en la enseñanza de las ciencias suelen ser empleadas de manera tradicional, como un tipo de receta que refuerza las clases abordadas en el aula habitual (Lopez & Tamayo, 2012), desperdiciándose así el potencial de estas. Los estudiantes realizan las prácticas de laboratorio como procedimientos preestablecidos sin una integración conceptual y debida orientación hacia la elaboración de cuestionamientos propios y actitud científica, que impiden el análisis y el debate de lo experimentado.

El método de enseñanza tradicional imparte en un inicio la teoría y posteriormente la práctica, de este modo se asimila el conocimiento de una manera poco significativa generándose un aprendizaje memorístico e irreflexivo, dificultando la solución de situaciones cotidianas (Peña, 2012).

Ante estas condiciones se hace necesario como lo plantean Andrés y Miranda (2009), replantear las actividades experimentales que normalmente se llevan a cabo en los procesos de enseñanza, con la finalidad de darles una visión más próxima al quehacer de la ciencia. Uno de los métodos para obtener este cambio es orientar las prácticas de laboratorio a la solución de

*situaciones* entendiéndose estas desde los planteamientos de Vergnaud (1998) como un conjunto de tareas y subtareas que llevan al sujeto a acercarse a invariantes operatorios — conceptos en acción y teoremas en acción —, mediante una serie de acciones, que le permitan solucionar un problema.

Para llevar a cabo esta investigación se retoma y delimita un campo conceptual de referencia célula eucariota y célula procariota (Tabla 3). Estos conceptos surgen como dinamizadores de este estudio por varias razones: primero, suele asumirse como un tema de fácil comprensión por su reiteración en los currículos de la educación básica, sin embargo, se evidencia dificultades para asimilarlo (Mengascini, 2006) no solo desde los obstáculos que tienen los estudiantes en el aprendizaje de estos contenidos, sino también por los prejuicios y concepciones erróneas que poseen los maestros, generando dificultades en la conceptualización que transmiten. Segundo, resulta ser complejo para los estudiantes, ya que en ocasiones las interpretaciones que realizan no los aproximan a un conocimiento científico, teniendo repercusiones en la comprensión del funcionamiento de los seres vivos.

En este orden de ideas, se pretende explorar el progreso conceptual en términos de invariantes operatorios – Conceptos-en-acción y Teoremas-en-acción- que adquieren los estudiantes en la solución de una secuencia de *situaciones experimentales* y de esta manera acercarlos al conocimiento de la ciencia desde el desarrollo y la apropiación del lenguaje científico, mediante experiencias de aprendizaje que posibiliten mejorar las competencias antes mencionadas.

## **1.2. Planteamiento de problema y pregunta de investigación**

Las prácticas de laboratorio han recibido críticas respecto a sus aportes a los procesos de aprendizaje de las ciencias. Esto puede deberse a que los maestros hacen poco uso de la experimentación como elemento fundamental para la construcción de conceptos científicos y

métodos de enseñanza (Flores, Caballero & Moreira, 2009), lo que trae como consecuencia la pérdida de actitudes y capacidades que posibiliten un acercamiento al aprendizaje (Peña, 2012).

No obstante, las prácticas de laboratorio son una estrategia que permite comprender los conceptos a partir de la experimentación, allí los “conocimientos teóricos son construidos, contrastados o utilizados para la descripción y comprensión de los fenómenos” (Andrés & Pesa, 2004, p. 59), lo que a su vez, favorece un mayor desarrollo cognitivo.

Dichas prácticas contribuyen a que el estudiante pueda desarrollar su capacidad, destreza y estímulo de indagación, por tal razón estas deben dejar de ser pensadas con una estructura tipo receta, donde se limita a los estudiantes a realizar experimentos que lo único que buscan es llegar a una respuesta predeterminada, negándoles la posibilidad de hacer un cuestionamiento y análisis frente a lo observado, lo que poco favorece el desarrollo de una actitud científica. Asimismo, que los docentes retomen los métodos de la ciencia llevando a cabo actividades experimentales que orienten al estudiante a la comprensión y dominio de conceptos en el marco de teorías de estudio (Peña, 2012).

De acuerdo a lo anterior, es necesario que estas actividades experimentales promuevan habilidades científicas en el estudiante, donde se estimule la formulación de preguntas y se despierte el deseo colectivo por aprender (Peña, 2012), pues es de esta manera que se logra identificar los fundamentos teóricos para acercarse a la solución de un problema. Del mismo modo, que “aprendan a diseñar y ejecutar los procesos del quehacer científico y a su vez profundicen en el desarrollo conceptual de la teoría” (Miranda & Andrés, 2009, p. 190) encontrando relación con las prácticas de laboratorio y resolución de situaciones, que favorezcan actitudes investigativas que lleve a los estudiantes a una postura crítica y a un acercamiento a la ciencia.

En este trabajo se busca investigar la problemática que se evidencia en la Institución Educativa Playa Rica, ubicada en el municipio de Bello-Antioquia, donde a pesar de tener un laboratorio con instrumentos necesarios para facilitar la ejecución de las prácticas experimentales, los docentes al parecer pocas veces las realizan, lo que trae como resultado la mínima oportunidad de acercarse a un aprendizaje significativo a través de la experimentación.

En esta institución el laboratorio no es utilizado por los estudiantes, lo cual puede deberse a factores como: el poco tiempo con el que disponen los maestros debido a las diferentes actividades que le son asignadas por la institución educativa — o el Ministerio de Educación —, la falta de disposición por parte de los docentes, las dificultades de infraestructura y de trámites para reservar espacios y/o para solicitar equipamiento. Estas causas se hacen evidentes en las aulas de clase, primero porque el trabajo teórico predomina siempre sobre el trabajo práctico y segundo, por la falta de conocimiento del uso y manejo del laboratorio por parte del profesorado.

De acuerdo a lo anterior la pregunta que orienta esta investigación es: **¿Qué invariantes operatorios emplea un grupo de estudiantes del grado quinto de Básica primaria de la Institución Educativa Playa Rica, cuando resuelven una secuencia de situaciones experimentales relacionadas con los conceptos de células eucariota y procariota?**

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar los posibles invariantes operatorios que un grupo de estudiantes de grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica, emplean en la solución de situaciones experimentales sobre los conceptos de células eucariota y procariota.

### 1.3.2. Objetivos específicos

Identificar los invariantes operatorios iniciales, que poseen los estudiantes del grado quinto de Básica primaria para dar significado a los conceptos de células eucariota y procariota.

Valorar las posibles modificaciones en los invariantes operatorios de los estudiantes, durante la implementación de una secuencia de situaciones experimentales sobre los conceptos de célula eucariota y célula procariota.

Evaluar los aportes de la teoría de los Campos Conceptuales en los procesos de enseñanza de las ciencias basados en situaciones experimentales.

## 2. ANTECEDENTES

En la revisión de artículos e investigaciones respecto a la enseñanza de la célula, unidad fundamental de la vida y estructura mínima de los organismos se encuentran trabajos que aun en la actualidad se cuestionan por la enseñanza asociada a la teoría celular y por la conceptualización que poseen los estudiantes de acuerdo con actividades didácticas, académicas y experimentales. Estos estudios fueron desarrollados en diferentes centros educativos. Algunos de estos trabajos, propuestas didácticas e investigativas se seleccionaron y sistematizaron de acuerdo a las siguientes categorías: A) Enseñanza de la célula y conocimientos en relación a los conceptos célula eucariota y célula procariota; B) Prácticas de laboratorio y problemas experimentales en la básica primaria, las cuales se exponen a continuación.

### **2.1. Enseñanza de la célula y conocimientos en relación a los conceptos célula eucariota y célula procariota**

El concepto de célula, su conceptualización y relación con la comprensión de contenidos y otras temáticas propias de la enseñanza de las Ciencias Naturales han sido de interés en la investigación educativa. Al respecto, se identifican tres grandes bloques temáticos de investigaciones: *Enseñanza de la célula en relación a los libros de texto, percepciones en los estudiantes del concepto de célula y propuestas alternativas en la enseñanza de la teoría y organización celular*. En la tabla 1 se reportan algunos de los estudios sobre el tema.

**Tabla 1.**  
*Algunos autores y sus respectivas temáticas investigativas articuladas a la enseñanza de la célula.*

Temáticas investigativas	Autores
Enseñanza de la célula en relación a los libros de texto.	Palmero, M. L. R. (2003). Silva Arias, L. A. (2006). Herrera San Martín, E & Sánchez Soto, I. (2009). Tapia Luzardo, F. J., & Arteaga, Y. (2012). Cano, L. G. (2014).
Percepciones en los estudiantes del concepto de célula.	Jaramillo, J. A. (2006).  Zapata, C. I. (2007).  Pérez, A. M. (2008).  Rentería, E. (2009).
Propuestas alternativas en la enseñanza de la teoría y organización celular	Meza, E. J., & Monsalve, L. A. (2004).  Giraldo, S. J. (2006).  Acosta, A. M. (2008).  López, C. E. (2014).

Con respecto a la primera temática, Herrera y Sánchez (2009) abordan cómo algunos libros de texto y las formas tradicionales de enseñar los conceptos relacionados con la teoría celular han obstaculizado la manera de entender el funcionamiento de la célula, limitando su conceptualización al presentarla como una estructura estática. Asimismo, sostienen que los libros de texto han ejercido una profunda influencia negativa en la comprensión biológica del concepto de célula. El contenido de los libros de texto es habitualmente utilizado por docentes y alumnos en el estudio de algún tema específico, pero surge la pregunta: ¿realmente los libros de texto de enseñanza científica escolar permiten una adecuada conceptualización de sus contenidos?

Dicha investigación analiza el concepto de célula que proponen algunos textos comunes y regularmente usados en la enseñanza de las ciencias naturales; para ello los autores seleccionan los textos: T1: Curtis, H y Barnes, N. (1995). *Biología* 5ta edición. Editorial panamericana, (p 25-71); T2: Jerez, J., y Trisotti, A. (2004). *Biología* 1ra edición. Editorial Santillana (p. 6-43) y T3: Pino, C. y Navarro, R. (2004). *Biología* 1ra edición. Editorial Marenostrum (p. 14-65).

Del análisis realizado a los tres libros de texto los autores deducen que: (a) en todos ellos aparecen representaciones gráficas de la célula animal y vegetal; (b) gran parte de ellos opta por mostrar los organoides celulares aislados y separados de la célula; (c) todos definen claramente la función y estructura celular, pero se los muestra aislados de las células y no presentan campos de problemas que expliquen qué sucede en la célula si alguno de ellos falla; (d) en pocos textos se muestran microfotografías que permiten comparar el tamaño microscópico real con las dimensiones celulares (Diez & Caballero, 2004); (e) se presentan pocos gráficos y tablas comparativas para su interpretación, aun cuando se sabe que los dibujos y diagramas son útiles para explicar procesos de intercambios y nutrición; (f) en libros para la enseñanza media consultados no se muestra la fotosíntesis ni tampoco se alude a cómo crece y se reproduce una célula. (Herrera & Sánchez, 2009, p. 10).

Similar a este trabajo encontramos el de Jaramillo (2006, p. 38), una investigación cualitativa que se realiza con estudiantes del grado quinto básica primaria. Este autor durante prácticas sobre célula vegetal —célula eucariota— propone con respecto a la enseñanza asociada a los libros de texto, que se tiende a representar la célula de forma iconográfica, sin tener en cuenta los referentes reales del contexto natural.

Esta investigación expone en su análisis que los estudiantes se refieren a la célula vegetal como algo con forma semi-ovalada, a la célula animal con una figura redondeada donde no identifican estructuras. Además, se da el caso en que los estudiantes no dan funcionalidad a la célula y a sus organelas; todo esto basados en los modelos presentados por los libros.

De manera similar Silva (2006) realiza un estudio sobre las representaciones pictóricas de los textos escolares y su importancia en la evolución representacional del concepto de célula, en el cual plantea que: “los libros traen representaciones pictóricas con un esquema prototípico: redondeada con orgánulos muy específicamente representados, obteniendo que los estudiantes manifiesten la idea de modelos estáticos de la célula” (p. 56). Este estudio se limita a textos escolares del grado 5° y 6° que ilustran imágenes tridimensionales de la célula que tienden a mostrar diseños similares, donde las organelas siempre están ocupando un mismo espacio en la imagen, dando lugar a interpretaciones y esquemas mentales inadecuadas o dificultades a la hora de observar las células en el microscopio. En este estudio la autora reporta que el 70% de los libros de texto muestran la representación de las células en forma circular y semicircular, con su núcleo en el centro de la figura, exhibiendo un modelo nucleocéntrico de la célula.

En lo tocante al modelo nucleocéntrico, encontramos en el estudio de Silva (2006) la manera en que los estudiantes expresan la célula animal y vegetal de acuerdo a la categoría “color” hallada en la investigación. Dicha categoría también está asociada a los textos escolares, en los cuales se suele exhibir la célula vegetal con el color verde y la célula animal con el color rosado, incidiendo en la percepción visual que muestran los niños. Asimismo, la pigmentación adjudicada a las células se reafirma en los estudiantes cuando “algunos docentes ofrecen sólo montajes de elodea y de sangre” (Silva, 2006, p. 50).

Así como Silva (2006) analiza la influencia de las representaciones pictóricas tradicionales de los libros de texto en el aprendizaje del concepto por parte de los educandos, encontramos otros estudios relacionados con la percepción de los estudiantes. A este respecto, Toro (2007) analiza las percepciones que los estudiantes poseen frente al funcionamiento interno de la célula, específicamente en la enseñanza del proceso de nutrición en las plantas —célula vegetal—, aplicando una estrategia de aprendizaje significativo con estudiantes de grado cuarto de básica primaria en la ciudad de Medellín. En el desarrollo de este trabajo se establecen prácticas de laboratorio que intentan ‘romper’ con la enseñanza tradicional, basada y limitada por el protocolo de los libros de texto, frente a los cuales el autor afirma que tienen una estructura vertical con preguntas, procesos y respuestas definidas que restringen la experiencia del estudiante tanto a la hora de generar sus propios cuestionamientos, como en el momento de desarrollar las actividades que llevan a la respuesta.

En este orden de ideas, Tapia y Arteaga (2012) proponen en su investigación dar un mejor manejo a las ilustraciones, pues no se busca satanizar las imágenes en la enseñanza de la célula, sino adecuar factores como el tamaño, donde todos los estudiantes puedan tener la oportunidad de distinguir los elementos de esta. Dentro de las conclusiones del trabajo en cuestión encontramos que se propone un uso de la imagen de la célula que sea explicado de forma detallada y se hace hincapié en la necesidad de una contextualización adecuada que permita a los estudiantes reconocer esos detalles en su conjunto. Esta propuesta, según las autoras aplicaría tanto para explicar la estructura de la célula o de sus organelas, como para exponer algunos de sus procesos internos, ayudando así a entender la célula en función de su contexto inmediato y no como algo aislado.

A partir de lo dicho en el párrafo anterior y para comprender mejor la necesidad de entender el contexto cabe volver a Toro (2007), cuyas palabras ejemplifican la poca pertinencia de los modelos que asumen el tratamiento de la célula sin identificar correctamente su medio: “incomprensión de las gráficas presentadas por los libros de texto, al no comprenderse claramente el destino de los nutrientes y las funciones vitales, pues se asigna la función de nutrición únicamente a los animales” (Toro, 2007, p. 8).

Con relación a las percepciones en los estudiantes del concepto de célula cabe destacar la investigación realizada por Mengascini (2006), quien plantea que el aprendizaje de las células se dirige de manera exclusiva en relación con el cuerpo humano, procediendo a partir de análisis anatómicos, generando un enfoque antropocentrista que dificulta la imaginación de la célula como unidad básica viva de todos los seres pluricelulares. Asimismo, y como se evidencia en otro trabajo donde se incluye a Mengascini, al hablar de los tipos de células la mayor parte de los estudiantes y profesores se refieren a estos como ejemplos funcionales y no estructurales, aludiendo a células epiteliales, musculares, óseas y nerviosas, representando la fisiología de los organismos complejos, y no mencionando tipos de células como eucariotas y procariotas (Cordero, Menegaz, Mengascini & Mordeglia, 2001). Además, estos autores dicen con respecto a los niveles de organización celular, que los estudiantes confunden organelas con órganos y organismos con estructuras subcelulares, mencionando en cuestión afirmaciones de los estudiantes donde “dicen que las mitocondrias son los órganos por donde respiran las células. De manera similar se asocia la comparación en diferentes tipos celulares con estructuras no equivalentes, confundiendo membrana celular y pared celular cumpliendo igual función en células vegetales” (Cordero et al., 2001, p. 491).

Un ejemplo reiterado por Mengascini (2006) con respecto a las concepciones de las estructuras de la célula en los estudiantes, es la existencia de ideas alternativas, en las cuales los estudiantes afirman que todas las células tienen núcleo y omiten al citoplasma, lo cual no les permite estimar la existencia de células sin núcleo definido. Además, consideran la existencia de células huecas o de células procariotas vacías quedando de manifiesto que para muchos estudiantes la estructura que define principalmente a una célula es la presencia de un núcleo central.

Del mismo modo, los autores en su análisis y conclusiones afirman que un pequeño grupo de estudiantes distingue dos tipos de estructuras celulares: procariotas y eucariotas, mientras un grupo más significativo de estudiantes mantiene su concepción antropocéntrica, remitiéndose a la idea de tipos celulares distinguidos a partir de la estructura del ser humano: nerviosas, somáticas y sexuales. Otro grupo alude a dos grandes clasificaciones estructurales de la célula eucariota: vegetal y animal, a su vez estas se asocian en diversidad de combinaciones, donde células vegetales se relacionan a eucariotas y células animales a procariotas, o mezclando célula animal y vegetal indistintamente como procariotas y eucariotas. Otras dificultades apreciables son, en términos generales la imagen de una célula procariota vacía, núcleos siempre esféricos, centrales y el no reconocimiento de estructuras celulares y características morfológicas.

En su análisis, Mengascini (2006) revela otro aspecto que dificulta la comprensión de las células, el cual se encuentra directamente relacionado con la visualización de las estructuras tridimensionales por medio de imágenes bidimensionales como las fotos o modelos de los libros de texto, pues al indagar acerca del reconocimiento de las estructuras celulares y cambiar la orientación o la forma de extraer información en imágenes complejas, los estudiantes manifiestan combinaciones de diferentes escalas.

Para concluir su estudio, la autora plantea que existen algunas reflexiones que podemos desarrollar a partir de la similitud que expresan los estudiantes entre una célula procariota y una organela eucariota —por su simplicidad y tamaño—, tanto desde un punto de vista conceptual como desde diferentes actividades que sean propuestas a los estudiantes para introducir a contenidos sobre la teoría endosimbiótica (Mengascini, 2006, pp. 493-494). De este modo son presentados algunos de los planteamientos de Mengascini y otros autores asociados a su trabajo, en los cuales se expresan varias de las ideas más generalizadas con respecto a la concepción de los estudiantes frente a la idea de la célula.

González y Harms (2012) indagan las concepciones de estudiantes Chilenos de educación secundaria sobre célula y ser vivo, concretamente los planteamientos alternativos de estudiantes de 9° y 10° grado, donde los resultados muestran que muchos estudiantes no son capaces de vincular las características y las funciones de los seres vivos, con las de las células, dificultando finalmente la comprensión del concepto de célula como unidad estructural y funcional básica de la vida. Dichos autores se preguntan ¿por qué resulta necesario entender las concepciones que tienen los estudiantes frente a la relación célula-ser vivo? Al respecto plantean que para la contemporaneidad, el conocimiento de la biología celular y molecular es fundamental para comprender tanto el entorno como los avances científicos más notables de los siglos XX y XXI —El proyecto del genoma humano, la amenaza de la guerra biológica, el papel de la genética en criminalística, algunos procesos industriales, etc.— como el funcionamiento del propio organismo y el de otros seres, sus problemas y los procedimientos médicos que los resuelven.

En el marco de su trabajo, Gonzalez y Harms (2012) exponen los hallazgos de Benlloch (1994), quien presenta ideas que poseen algunos niños entre los 11 y 12 años, donde sostienen que las células son unidades independientes, dando como ejemplo que para el crecimiento de la mano,

las células de esta parte del cuerpo van hasta el estómago, toman el alimento necesario para crecer y vuelven a la mano. Del mismo modo, referencian un trabajo con estudiantes israelíes Dreyfus y Jungwirth (1988) en el que los alumnos señalan que algunas partes del cuerpo están hechas de células y otras no. Igualmente, toman como antecedente el trabajo de Banet y Ayuso (2000), donde estudiantes con un rango de edad mayor —15 y 17 años— aseguran en un 10%, que las plantas no son seres vivos, alrededor de un 20% de los sujetos sostienen que las plantas no se componen de células y un 30% opina lo mismo sobre los hongos.

Del mismo modo, apoyados en Teixeira (2000), Gonzalez y Harms (2012) afirman que las concepciones de las funciones vitales, como el crecimiento y la reproducción no varían en algunos niños con edades comprendidas entre los 4 y 11 años, pues entienden el crecimiento como un estiramiento de las partes del cuerpo que se genera por la llegada de alimento o que la piel se estira, pensando que en su brazo tienen la misma piel que tenían al nacer, adicionalmente interpretan que las células de los adultos son más grandes que las de un niño.

Por otra parte, pocos estudiantes atribuyen una reproducción sexual a las plantas y en la instancia de la reproducción humana Gonzalez y Harms (2012) sustentado en Flores, Tovar y Gallegos (2003), expone que los estudiantes la representan como una unión entre dos células que actúan de manera conjunta; es decir que no se transforman en una sola, idea estrechamente ligada a que el crecimiento en organismos pluricelulares se da por el crecimiento celular y no por la reproducción celular.

Continuando en este sentido, sobre las preconcepciones frente a la función de las estructuras celulares, los autores señalan que “la mayoría de los estudios con alumnos de diferentes niveles reporta desconocimiento o concepciones inadecuadas, asignándoles, en el mejor de los casos, sólo funciones de almacenaje” (Gonzalez & Harms, 2012, p. 33). También los educandos

según estos autores, presentan confusión entre los conceptos de ‘célula’ y ‘átomo’, pues ambas estructuras aluden para ellos a la presencia central de un núcleo y presentan una asociación exclusiva entre la idea de ‘ser vivo’ y el movimiento. Podemos señalar con base en estos estudios que a raíz de la enseñanza del concepto de célula como algo abstracto, aislado y pocas veces mostrado en función de sus proporciones, sus colores, sus funciones y procesos internos reales se generan repercusiones negativas en la manera como los estudiantes conciben la idea de ‘ser vivo’, junto con su composición y su funcionamiento.

Continuando con las temáticas planteadas para abordar trabajos existentes en lo tocante a la enseñanza de la célula, se abordan algunas propuestas alternativas en la enseñanza de la teoría y organización celular. Araujo, Gómez, Fonseca y Molano (2013) proponen una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en la lúdica, con lo cual buscan estimular la creatividad y la imaginación en el proceso de comprender las ciencias naturales en niños del grado tercero. Araujo et al. (2013) teniendo como base el juego, el trabajo práctico de laboratorio, el trabajo en equipo y la autoestima, obtuvo resultados significativos para la argumentación y la seguridad personal en la definición de conceptos y muestra cómo adicionalmente el trabajo en equipo favorece el desarrollo de un interés por las ciencias naturales, reflejando dichos resultados en la solución de problemas y el diseño de experiencias e hipótesis.

En el marco de estos ejercicios y teniendo en cuenta las exigencias curriculares, se mezclan otras temáticas con la teoría celular durante su tratamiento en el aula, tanto por parte de las demandas estatales como de las institucionales, creando confusión en la conceptualización de los estudiantes. Araujo et al. (2013) determinan como propósito “identificar los conceptos previos que los estudiantes tenían con relación a los conceptos de la célula, entorno vivo, reinos de la naturaleza

y seres humanos, correspondientes al programa de la institución, para diseñar actividades lúdicas y de laboratorio” (p. 93).

Así, poniendo en consideración lo anterior, podemos evidenciar que los procesos de enseñanza y aprendizaje son bastante complejos, tanto desde el punto de vista del maestro como desde el del estudiante, pasando por el contenido que se requiere conceptualizar. En el caso de la célula estas afirmaciones se ven comprobadas de manera fehaciente con los estudios presentados tanto sobre las metodologías tradicionales como sobre sus efectos en los resultados finales del proceso de aprendizaje. Es necesario comprender esa complejidad y la diversidad de soluciones que se requiere para plantear las actividades y los procesos que permitan una conceptualización que sea lo más adecuada posible y que facilite desarrollar en los estudiantes la curiosidad y la capacidad de resolver problemas, ambos elementos necesarios en el estudio de las ciencias naturales.

Dando continuación al desarrollo de los diferentes enfoques que los investigadores han adoptado, se aborda la segunda temática que ha sido propuesta al principio de esta exposición.

## **2.2. Prácticas de laboratorio y problemas experimentales en la básica primaria**

Autores como Vílchez, Ceballos y Escobar (2014), cuya investigación fue desarrollada en los centros educativos de Sevilla, en España, afirman que en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica se corresponde sobresalientemente a un perfil tradicional, donde la explicación del profesor en conjunto con el trabajo individual del estudiante sigue siendo el principal canal de aprendizaje, esta es la opción mayoritaria que no se relaciona con ninguna otra metodología, mientras las opciones minoritarias se vinculan con el trabajo grupal.

Con este panorama, teniendo las dos opciones mencionadas como los métodos más recurrentes, vemos que los centros educativos no tienden a combinar sus procesos convencionales con otras opciones ni a proponer actividades experimentales aun cuando son conocidas en el medio de la academia otras metodologías que potencialmente favorecen la indagación y el aprendizaje colaborativo —situaciones, tareas problematizadoras, investigación, historia de la ciencia— que propenden a asociarse entre sí.

A propósito de esto, se encuentra el trabajo de Vílchez y Escobar (2014) que muestra un enfoque mixto, cuyo objetivo es explorar las clases de ciencias en primaria con relación al uso del laboratorio, el huerto escolar y las visitas a centros de naturaleza, encontrando un uso moderado del laboratorio y una frecuencia alta de visitas a centros de naturaleza. En pro de entender el uso que se le ha dado al laboratorio, los autores en el desarrollo de su trabajo plantean a personas en labores de práctica docente que desarrollan su ejercicio en grados de primaria, preguntas sobre la disponibilidad y el tipo de utilización que se hace de las instalaciones destinadas a cumplir esta función. Según las respuestas de los practicantes el trabajo señala que un 32,8% de ellos habla de una disponibilidad de infraestructura en su centro educativo y un 3,8% señala haber utilizado el laboratorio para sus clases.

Los resultados de esta investigación indican que no se hallan diferencias significativas en la existencia del laboratorio ni en las formas de usarlo, dependiendo del carácter de las poblaciones en que se hizo el estudio, pero sí se encuentran notables desigualdades en la existencia de laboratorio según el carácter del centro, siendo el laboratorio más utilizado frecuentemente en los colegios privados, mostrando particularidad con la forma de emplearlos, dirigiendo las actividades experimentales hacia la investigación.

Como desarrollo de su planteamiento Vílchez y Escobar (2014) hablan de la necesidad de llevar a cabo las prácticas de laboratorio a las instituciones que no hacen uso de ellas y de una coexistencia o continuidad en las prácticas de laboratorio entre la primaria y el bachillerato, puesto que en primaria las prácticas de laboratorio no son desarrolladas y en el bachillerato se realizan de manera limitada, proporcionando técnicas y procedimientos aislados de la investigación; así el pensamiento y el análisis de las prácticas por parte de los estudiantes sólo siguen secuencias mecanicistas sin problematizar en éstas.

En relación a la existencia de laboratorios y huertos en los centros educativos, los autores también afirman que la presencia y la utilización de las instalaciones es moderada, señalando que si bien, se encuentran instalaciones no exigidas administrativamente para los centros de primaria, en el caso de los laboratorios su existencia no implica que estén operantes (Vilchez & Escobar., 2014). Estas afirmaciones nos llevan a pensar en algunas preconcepciones existentes en las comunidades escolares respecto al laboratorio, por ejemplo que el laboratorio debe ser obligatorio en los colegios privados, mientras que en las instituciones públicas es más aceptable su ausencia. Del mismo modo, el fenómeno se transfiere a la utilización de los espacios, presentando mayores índices de utilización en los colegios privados y un uso casi nulo en las instituciones de carácter estatal. Por otro lado, la preconcepción más común consiste en que las prácticas y actividades experimentales sólo se deben realizar en la secundaria, puesto que incluso en los colegios privados el contacto de los estudiantes de primaria con el laboratorio solo tiene fines lúdicos o mostrativos.

En este orden de ideas, García y Calixto (1999) indagan acerca de algunos de los problemas y mitos detectados en la enseñanza en centros educativos mexicanos. Este trabajo parte preguntándose por la ausencia de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales, de esta manera los autores responden que en gran medida esto se debe a que los

profesores no cuentan en muchas ocasiones con el conocimiento o las instalaciones necesarias para diseñar y desarrollar actividades de este tipo, así como ignoran también el uso y mantenimiento adecuado de las herramientas de laboratorio y las precauciones a la hora de trabajar con ellas.

Vale destacar que también se presentan algunos de los problemas y mitos frecuentemente detectados en la enseñanza de las ciencias naturales por parte de los profesores como lo es la creencia en que la ausencia de material y equipo de laboratorio impide la realización de experimentos, se hace complejo diseñar, investigar y adaptar actividades experimentales o que los conocimientos científicos son difíciles de entender y de enseñar, entre otros (García & Calixto, 1999). Una de las posibles causas de este fenómeno es la presencia de maestros que pueden no haber recibido la formación adecuada tanto en pedagogía como en lo respectivo a la temática que les corresponde enseñar.

No obstante, los autores señalan que las prácticas de laboratorio no deben ser incluidas sin ningún fundamento teórico, pues deben existir bases sólidas de sus objetivos, generando construcción del conocimiento científico y suprimiendo prácticas tradicionales de memorización y mecanización de conceptos que son olvidados por el alumno al finalizar las clases y que no serán relacionados posteriormente con su entorno. Con todo esto, Calixto y García (1999) plantean que se pueden combinar estrategias tradicionales —clases magistrales, desarrollo de talleres y guías de trabajo— con la búsqueda de que el alumno construya sus conocimientos por medio del contraste de sus propias ideas con resultados de experimentos sencillos, en los que “(...) inclusive el alumno puede proponer de acuerdo con sus inquietudes” (p. 6).

Calixto y García (1999) afirman que las actividades experimentales deben estimular en el estudiante experiencias que lleven al conocimiento, siendo el maestro un guía, en lugar de ser un

transmisor de información y generar un sentido crítico en el maestro hacia sus métodos y forma en la que el niño investiga.

Por lo anterior, el trabajo investigativo propuesto por Calixto y García (1999) proponen crear situaciones problematizadoras en las cuales se pongan en duda conocimientos ya generados; confrontando las preconcepciones de los alumnos y reconociendo la relación de las ciencias naturales con la vida cotidiana. De igual forma, se plantea que los docentes sean capaces de confrontar su propia práctica, identificando las actividades que han favorecido los aprendizajes propuestos.

Aplicando esto a las prácticas de laboratorio como estrategia de una enseñanza alternativa, de acuerdo con Calixto y García (1999), estas deben enfrentar a los niños a situaciones —tareas y actividades experimentales— que cuestionen sus ideas iniciales o presenten un reto a resolver, lo cual los obliga a buscar respuestas. Esto además de motivar sus intereses, brinda la oportunidad al profesor de conocer el nivel de comprensión que tienen sus alumnos sobre algún tema y permite orientar procesos de enseñanza y aprendizaje de los conocimientos científicos. Los resultados de esta investigación en la aplicación de actividades experimentales con los niños, indican un gran entusiasmo e interés por parte de éstos en la participación de actividades de laboratorio. Además, una constante comunicación que confronta y transforma las ideas que surgieron en el desarrollo de los experimentos, estas circunstancias llevaron a la generación de hipótesis sobre el origen de los fenómenos observados y el planteamiento de realizar más experimentos para probar dichas suposiciones.

Análogamente, Cortés y De la Gándara (2007) en relación al trabajo de laboratorio, exponen que los maestros perciben una dicotomía entre los referentes teóricos y la aplicación real en los centros educativos. Así, esta dualidad en la enseñanza de las ciencias en primaria debe

atribuirse como responsabilidad fundamentalmente a: “1) la reducción progresiva de las ciencias experimentales en los planes de estudio. 2) La poca tradición aplicativa y escasos medios de muchos centros educativos y 3) La formación inicial y continua del profesorado” (Cortés & De la Gándara, 2007, p. 436). En estos aspectos es de resaltar la reducción progresiva de las ciencias experimentales, su análisis y su conceptualización a partir de situaciones problema.

Entre muchos estudiantes del nivel de primaria e incluso de bachillerato, se extiende la idea de las prácticas del laboratorio con una imagen de momento que se presta solo para la manipulación, al margen de contenidos conceptuales, procesos de conceptualización, problematización, análisis o profundización, pues algunas prácticas sólo se relacionan con simples ejercicios de aplicación de teorías y principios alejados de procedimientos reflexivos. Estas prácticas solo fundamentan la reproducción de experimentos. De acuerdo con Sanmartí (2002), las prácticas de laboratorio basadas en tareas de experimentación y observación generan conocimiento en los estudiantes si incitan a que el estudiantado se haga preguntas.

De igual modo Pujol (2003) plantea para la enseñanza de la educación científica en la primaria que debemos proponer una ciencia que enseñe a pensar, hacer, hablar, regular los aprendizajes propicios y trabajar de forma grupal, para ello las prácticas de laboratorio se muestran como recurso y método eficaz, con el fin de que sea el estudiante mismo quien manifieste y ponga en acción su teoría conceptual y todo su conocimiento. Asimismo, el trabajo realizado por Hodson (1994) plantea que las prácticas de laboratorio o trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales toman gran importancia al integrar lo teórico y lo fenomenológico, estableciendo una conexión dialéctica entre los datos y la teoría, promoviendo el desarrollo de una visión que relacione a los estudiantes con el quehacer científico.

De este modo, en el caso de educación infantil y primaria, las experiencias previas en prácticas de laboratorio brindan un panorama en el que no se entiende el fenómeno como resultado de una serie de tareas experimentales. Cortés y De la Gándara (2007) enuncian respecto a estas nociones que para una buena porción de los estudiantes, la manipulación de los objetos del laboratorio es un fin en sí misma, que busca solamente la consecución de resultados que puedan parecer interesantes a la vista, pero es poco frecuente la aparición de preguntas sobre el conocimiento de los fenómenos.

De igual forma se establece que:

A los estudiantes les cuesta entrar en una dinámica de indagación, ya que no presentan un modelo claro de lo que significa la actividad científica y tienden a equiparar la experimentación con la mera observación y manipulación de objetos en el laboratorio, habitualmente acordes con un guion previamente establecido.

(Cortés y De la Gándara, 2007, p. 446)

Por último, los autores concluyen que es importante invitar a los estudiantes en cualquier etapa educativa a identificar los problemas concretos de sus tareas, observaciones y experimentaciones, guiando por medio de preguntas orientadoras que los encaminen a la formulación de sus propias hipótesis.

### 3. REFERENTES TEÓRICOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Teoría de Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud

El presente trabajo investigativo tiene como referente la teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Gerard Vergnaud (1990), quien en palabras de Moreira (2009) define el campo conceptual como un “conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento, conectados unos a otros y probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición” (p. 29).

Vergnaud (1990) es reconocido por sus grandes aportes a la psicología cognitiva, a la didáctica de las matemáticas y a la educación en general. Este autor sustenta su teoría en la premisa de que el conocimiento se encuentra organizado en campos conceptuales cuyo dominio por parte de los sujetos ocurre al transcurrir periodos extensos de tiempo, por medio de la experiencia, la madurez y el aprendizaje. Esta es una “teoría cognitiva neopiagetiana que ofrece mejores nociones en comparación al planteamiento de Piaget para el estudio del desarrollo cognitivo” (Moreira, 2009, p. 28), puesto que tiene en cuenta para el aprendizaje de competencias complejas, especialmente las relacionadas con cuestiones científicas, los contenidos del conocimiento allí implicado.

Cabe aclarar que esta teoría no puede ser confundida con la teoría de cambio conceptual, la cual afirma que mediante la solución de tareas y problemas se activa el conocimiento y se designan diferentes caminos de aprendizaje a partir de las concepciones pre-instruccionales hacia los conceptos científicos que se aprenden. La teoría de Campos Conceptuales sostiene un principio fundamental donde “la conceptualización forma parte integrante de la organización de la actividad, donde el concepto de esquema, asociado a una clase de situaciones contiene necesariamente conceptualizaciones explícitas” (Moreira, 2009, p. 19). Al plantear rutas y secuencias en la

resolución de problemas y situaciones se desarrolla la conceptualización, esto significa que esta va acompañada de la actividad y de las formas de organización de la misma.

Vergnaud, (1990) afirma que la conceptualización es aquella que moldea el desarrollo cognitivo, puesto que en esta subyace las acciones de los sujetos como situaciones concretas. Para hablar de Campos Conceptuales es necesario identificar los conceptos básicos de la teoría, esto son: concepto, esquema, situaciones e invariantes operatorios —Conceptos-en-acción y teoremas-en-acción—, los cuales serán abordados a continuación.

### 3.1.1. Conceptos

En la conceptualización es relevante la interiorización y la apropiación de los conceptos, pero ¿qué es un concepto? Según Vergnaud (1990) es aquel que adquiere sentido para el sujeto a través de situaciones y problemas, no se trata de reducirlo a una simple definición.

Sureda y Otero (2011) en su texto “Nociones fundamentales de la teoría de los Campos Conceptuales” articulan planteamientos de Vergnaud (1997), afirmando que un concepto no se forma de manera aislada, sino en conjunto con otros conceptos. Este autor se refiere al concepto como una tripleta de conjuntos, así:  $C = (S, I, R)$ , donde **S** son todas aquellas situaciones que llenan de sentido al concepto; **I** es un conjunto de invariantes operatorios que le dan operacionalidad al concepto, diferentes invariantes pueden ser utilizados y reconocidos por los sujetos para dominar y analizar las situaciones y **R** son las representaciones simbólicas que se usan para indicar y mostrar situaciones, las cuales se materializan por medio de diagramas y uso del lenguaje, que se reflejan en acciones o procedimientos.

Los estudios sobre los procedimientos adecuados y los razonamientos posibles que los estudiantes realizan frente a diferentes situaciones, problemas, tareas o trabajos experimentales

han sido cuestiones de referencia a diferentes investigaciones afines con actividades cognitivas, relacionadas con los aprendizajes de conceptos de Matemáticas y Ciencias Naturales.

### 3.1.2. Situaciones

“El concepto de situación empleado en la teoría no es el de situación didáctica, sino el de *tarea*, puesto que, toda situación compleja puede ser analizada como una combinación de tareas, para las cuales es importante conocer sus naturalezas y dificultades propias” (Moreira, 2009, p. 31).

Se pueden señalar dos tipos de situaciones planteadas por Vergnaud (1990) que denotan si el conocimiento racional es operatorio o no, estas son situaciones de acuerdo a los esquemas:

1. Tipo de situaciones en las cuales el sujeto cuenta con las competencias necesarias para el procedimiento inmediato para enfrentar la situación.

2. Tipo de situaciones en las que el sujeto no dispone de todas las competencias necesarias, lo que lo lleva a un período de análisis e indagación de dudas, tentativas abortadas y le conduce eventualmente al éxito o al fracaso; este tipo de situaciones pueden ser de mayor ayuda al momento de la conceptualización (Moreira, Caballero & Vergnaud, 2009).

Barais y Vergnaud (1994) señalan que un concepto adquiere significado al enfrentar variedad de situaciones, es decir que las respuestas de un sujeto y el desarrollo conceptual están vinculados con las situaciones a las cuales son confrontados. Ideas y procedimientos tienen origen por las situaciones que el sujeto logra dominar y también por la experiencia al tratar de transformarlas. Cabe resaltar que el sentido no está en las situaciones, ni tampoco está en las palabras ni en los símbolos, el sentido es una relación del sujeto con las situaciones y con los significantes —representación simbólica, que da sentido de la situación al individuo—.

### 3.1.3. Esquemas

Los esquemas se refieren a la organización de la conducta para una cierta clase de situaciones, generando conceptualización en los individuos a medida que obtienen representaciones simbólicas o lingüísticas que implican una visualización global al enfrentar la resolución de tareas. Estos no pueden ser confundidos con comportamientos predeterminados para resolver problemas, sino a funciones que se generan a partir de la actividad y la conducta en situación (Sureda & Otero, 2011).

Los individuos no utilizan un solo esquema o tipo de esquemas, pueden emplear varios, debido a las situaciones a las que se ven enfrentados, en esta medida los esquemas son acomodados, adaptados, combinados y recombinados hasta descubrir un esquema que represente una situación. Según Vergnaud (1990) el esquema le posibilita al sujeto valorar sus elementos cognitivos para generar acciones operatorias, automatizando decisiones relacionadas que se evidencian en la conducta, construyendo dominios de competencias, no sólo científicas, sino también matemáticas, sociales, emocionales, entre otras.

### 3.1.4. Invariantes operatorios

La situación conlleva a que el sujeto mediante sus invariantes operatorios — conceptos-en-acción y teoremas-en-acción — obtenga información pertinente para inferir la meta que se quiere alcanzar. De este modo, trasladar el conocimiento a la acción significa que necesariamente el sujeto debe pensar para ejecutar una acción o resolver un problema, poniendo a prueba su conceptualización sin caer en el error de la automatización — hacer sin pensar —.

Moreira (2009) retoma la teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Vergnaud (1990) haciendo mención a los invariantes operatorios como teoremas-en-acción y conceptos-en-acción, resumiéndolos como componentes esenciales de los esquemas y a su vez, orientadores en

los procesos de aprender a aprender las ciencias. Los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción se encuentran estrechamente vinculados, puesto que “los conceptos son ingredientes de los teoremas y los teoremas son propiedades que dan a los conceptos sus contenidos” (Vergnaud, 1998, p. 174)

Sin embargo, es necesario establecer diferencias entre un concepto-en-acción y un teorema-en-acción, el primero es “un objeto, un predicado o simplemente una categoría de pensamiento considerada pertinente o relevante para lidiar con la situación” (Vergnaud, 1998, p. 167), es decir son formas complementarias de explicitar una misma estructura cognitiva con diferente grado de dificultad. Por el contrario, el teorema-en-acción se estima como una proposición sobre algo real que se considera verdadero.

Como se mencionó, Vergnaud (1990) enfoca su teoría a la enseñanza y aprendizaje de la matemática; sin embargo, hay otros autores (Escudero, Moreira y Caballero, 2004; Andrés, 2004; Llancaqueo, 2006; Alzate, 2007), que retoman y la orientan a otros ámbitos del conocimiento como las ciencias naturales. En nuestro trabajo de investigación se hace énfasis en los invariantes operatorios — conceptos-en-acción y teoremas-en-acción— que activan un grupo de estudiantes de grado quinto, para seleccionar información y resolver una secuencia de situaciones experimentales relacionadas con célula eucariota y célula procariota.

### **3.2. Teoría Celular**

El origen del concepto célula y la teoría celular son efecto de un proceso que lleva al pensamiento biológico y a la búsqueda de respuestas relacionadas con la vida. Rivera (2011) plantea que es de este modo “como se empieza a gestar toda una corriente capaz de resolver las dudas y dar explicaciones satisfactorias, válidas y científicas a lo que hoy conocemos como la Teoría Celular” (p. 61). Uno de los principios fundamentales de la biología es que todos los seres

vivos están formados por una o más células parecidas. Este concepto es de gran importancia puesto que implica que todos los seres vivos tienen un origen común.

Para comprender la teoría celular se debe partir de los principios epistemológicos que han llevado a entender sus fundamentos más importantes. Para ello se retoman los planteamientos de Cooper y Hausman (2011), quienes apoyados desde algunos sucesos históricos como los avances de la microscopía utilizados por primera vez por el científico inglés Robert Hooke, que usando un microscopio de su propia construcción, observó que el corcho y otros tejidos vegetales estaban formados por cavidades pequeñas separadas por paredes a las que llamó “células”, inicialmente traducidas como “espacios pequeños”.

Posteriormente en 1838, el botánico Matthias Schleiden, publica sus observaciones sobre los tejidos vegetales organizados en masas de células. Al año siguiente el zoólogo Theodor Schwann amplía las evidencias de Schleiden examinando tejidos animales (Cooper & Hausman, 2011). En 1858, la idea de que todos los seres vivos están formados por una o más células se extiende a otro campo, cuando el patólogo Rudolf Virchow plantea que todas las células provienen de células preexistentes, exponiendo que “donde hay una célula, tiene que haber existido una célula anterior, de la misma manera que un animal se forma de otro animal y una planta sólo de una planta” (Curtis & Schnek, 2008, p. 35). Asimismo, define el concepto de célula como la unidad elemental de los seres vivos (Cooper & Hausman, 2011).

A partir de los avances científicos aportados por diferentes investigadores se plantean los siguientes postulados sobre la teoría celular: 1. Todos los organismos se encuentran conformados por una o más células; 2. Las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos ocurren en el interior de las células; 3. Las células provienen de otras células preexistentes; 4. Las células poseen la información hereditaria de los seres, que pasa de las células madres a células hijas (Curtis

& Schnek, 2008. De este modo, se puede interpretar que la célula es la unidad anatómica, fisiológica, funcional y genética de todos los seres vivos, ya que constituye la base de todos los organismos, que realizan sus mismas funciones y tienen la capacidad de originar otras semejantes.

Las células llevan a cabo diferentes procesos que les permiten realizar una serie de actividades para sobrevivir, entre ellas, nutrición, reproducción y relación. La nutrición, consiste en la incorporación, transformación, transporte y eliminación de sustancias indispensables para proveer energía, esta se deriva de la degradación de las moléculas de los nutrientes, los cuales se encargan de servir como motor para las células y de ser factores indispensables para la síntesis de nuevas moléculas y productos necesarios para la célula (Boticario & Cascales, 2012). La reproducción reside en la división celular que consiente el origen de nuevas células, esta es conocida en procariotas como fisión binaria, donde antes de propiciarse, la célula genera una copia de su ADN, por lo cual las células hijas obtienen la misma información genética; en eucariotas se puede realizar mediante mitosis o meiosis. En cuanto a la función de relación tiene como propósito la unión de varias células para llevar a cabo diversas acciones.

Debido a las diferentes características que poseen las células tanto a nivel funcional como de organización, estas se pueden clasificar en dos grandes grupos llamadas células eucariotas y células procariotas, constituidas por tres partes fundamentales: núcleo, citoplasma y membrana citoplasmática.

### **3.2.1. Características de las Células Eucariotas**

Las células eucariotas se encuentran presentes en animales, plantas, protistas y hongos, organismos caracterizados por ser pluricelulares, es decir aquellos que están integrados por un gran número de células que dan origen a: tejidos, que son estructuras conformadas por la unión de dos o más células que realizan la misma función; órganos, los cuales son un conjunto de tejidos que

trabajan para realizar un objetivo en común; y sistemas, que son órganos compuestos por el mismo tipo de tejidos que cumplen un propósito en específico. El vínculo que establecen las células permite llevar a cabo los procesos celulares de un organismo.

Las células eucariotas poseen un grado de organización superior a las células procariotas, debido a que poseen un mayor tamaño, a la existencia de una gran variedad de organelas ubicadas en el citoplasma, que llevan a cabo una serie de funciones específicas y a la presencia de un núcleo más definido gracias a la membrana que lo rodea, donde se encuentran no uno sino varios cromosomas, también contiene nucléolos, estructuras que no aparecen en la célula procariota.

La morfología de las células eucariotas es muy variada y se encuentra en función de su actividad y relación con el ambiente, por lo cual se clasifican en diferentes tipos; sin embargo, esta investigación se centra solo en dos, estas son la célula vegetal y la célula animal. Ambas células comparten algunas semejanzas y diferencias a nivel estructural, a continuación se describen las estructuras celulares que tienen en común.

### **3.2.2. Estructuras celulares**

El núcleo es una organela encargada de controlar todas las funciones de las células eucariotas. Posee formas esféricas u ovoides y un tamaño que puede variar de una célula a otra. Está conformado por tres partes fundamentales estas son: membrana nuclear, la cual es una envoltura revestida por una serie de poros que permiten la entrada de sustancias como, agua, iones y moléculas pequeñas al interior del núcleo; el nucleolo es un corpúsculo generalmente de forma esférica, ubicado dentro del núcleo, estos constan de ARN y proteínas, que conforman los centros activos para la síntesis de cadenas de aminoácidos; y la cromatina es una estructura formada por ADN y proteínas, las cuales constituyen grandes cadenas llamadas cromosomas que contienen el material genético de la célula.

La membrana plasmática es una estructura compleja y heterogénea con funciones diferentes y específicas que varían de acuerdo al ambiente. Esta organela se encuentra constituida por una cubierta proteica adherida a una bicapa lipídica que tiene como función el aislamiento de la célula con el medio externo, mientras que las proteínas se encargan de regular el intercambio de sustancias y comunicarse con el medio extracelular. Al interior de la célula se encuentra ubicado el citoplasma, una porción fluida de composición química compleja, siendo el agua su componente fundamental. Además, contiene sales y una variedad de moléculas orgánicas incluidos carbohidratos, lípidos y proteínas, igualmente se encuentra el citoesqueleto, conocido como una malla de filamentos proteicos que le dan apariencia y orden a la célula, allí se ubican las estructuras celulares (Audesirk, Audesirk & Byers, 2008, 2011).

Debido a que las células requieren continuamente de energía suficiente para llevar a cabo sus actividades básicas como, la elaboración de moléculas y estructuras complejas, obtención de alimento, eliminación de materiales de desecho, desplazamiento y reproducción, es fundamental la presencia de organelas como las mitocondrias, pues es allí donde se producen las cantidades necesarias de energía. Estas organelas celulares tienen formas alargadas, redondas o tubulares, son de tamaño pequeño y su longitud es de aproximadamente de 1 a 5 micras de diámetro (Audesirk et al., 2008, 2011).

Si se observan al microscopio electrónico su estructura es bastante compleja, se encuentran cubiertas por una membrana externa y una interna, la cual presenta pliegues, formando crestas mitocondriales. El espacio comprendido entre ambas membranas está ocupado por un líquido acuoso que contiene coenzimas, donde se llevan a cabo las reacciones químicas de la respiración para la generación de energía. En cuanto a su composición química, las mitocondrias están constituidas por proteínas, lípidos y fosfolípidos.

Por otro lado, el retículo endoplasmático como su nombre lo indica, está constituido por una red o sistema de repliegues membranosos, distribuido en el citoplasma; dicho de otro modo, es un conjunto de canales, túbulos y vesículas, que en algunos casos forman cavidades ensanchadas. Este se puede encontrar de dos formas, retículo endoplasmático liso que tiene como función la síntesis lipídica y retículo endoplasmático rugoso que recibe este nombre debido a que en ciertas zonas tiene adheridos pequeños gránulos denominados ribosomas, los cuales son partículas pequeñas compuestas por proteínas y ARN utilizados para la síntesis de cadenas de aminoácidos. Dichas cadenas pueden ser alojadas en el aparato de Golgi, estructura descubierta por el médico y biólogo celular Camilo Golgi (Audesirk et al., 2008, 2011).

El aparato de Golgi es un conjunto de membranas en forma de sacos aplanados provenientes del retículo endoplasmático, ubicado cerca del núcleo de la célula, esta organela lleva a cabo diferentes funciones entre las que se pueden mencionar la introducción de carbohidratos a las proteínas para la síntesis de glucoproteínas, la división de proteínas en péptidos de menor tamaño, la producción de polisacáridos como, celulosa y peptina para la elaboración de paredes celulares. Además, separa las proteínas y los lípidos provenientes del retículo endoplasmático según la función para la que estén destinados; asimismo, se encarga de empaquetar moléculas finalizadas en vesículas conocidas como lisosomas para posteriormente llevarlas a otros lugares de la célula. Estos lisosomas son organelas más pequeñas que las mitocondrias, están envueltos por una membrana que al romperse libera enzimas con funciones digestivas capaces de digerir proteínas y microorganismos enteros. Por otro lado, se encuentran las vacuolas, las cuales son sacos con membrana celular, que presentan diferentes funciones como, regular el agua, brindar soporte y almacenar sustancias.

Como ya se mencionó, las células eucariotas de tipo vegetal y animal poseen algunas semejanzas a nivel estructural y fisiológico, sin embargo, ambas presentan algunos componentes propios de cada célula. En el caso de la célula vegetal se pueden encontrar los plastidios, una serie de organelas envueltas por una doble membrana, que proporcionan diferentes pigmentos a las plantas, estos son: los cloroplastos los cuales constan de regiones densas formadas por granas, constituidas por un conjunto de discos que aparecen como pilas de monedas, donde la clorofila se encuentra entre las capas de proteínas y lípidos (Audesirk et al., 2008, 2011). Su función tiene gran importancia a nivel biológico, ya que es allí donde se efectúa la fotosíntesis — proceso mediante el cual, las plantas aprovechan la energía solar y utilizando materiales simples como el CO<sub>2</sub> y el agua para sintetizar compuestos orgánicos como azúcares —; Los cromoplastos determinan el color rojo, anaranjado o amarillo de algunas frutas o flores, esto se debe a la presencia de ciertos pigmentos, como los carotenos y las xantofilas; los leucoplastos o amiloplastos son incoloros y se localizan en órganos que no se encuentran expuestos a la luz tales como raíces, tubérculos, semillas y órganos que almacenan almidón (Audesirk et al., 2008, 2011).

Otra estructura es la pared celular constituida principalmente por celulosa, sus funciones son: proteger a la membrana plasmática, permitir a las plantas soportar la fuerza de gravedad y el viento, permitiéndoles continuar fijas en el suelo. En las células vegetales adultas, la pared está conformada por una pared primaria, la cual está compuesta por celulosa y algunos compuestos pépticos y una pared secundaria hecha fundamentalmente por hemicelulosa, peptinas y ligninas.

Las células de tipo animal difieren de las células vegetales por la presencia de centriolos, organelas citoplasmáticas de forma cilíndrica ubicadas en los polos de la célula. Estos tienen como función la formación del huso durante la división celular, sirviendo ejerciendo atracción de atracción hacia los cromosomas.

### 3.2.3. Características de las Células Procariotas

A diferencia de las células eucariotas, las células procariotas se encuentran presentes en organismos unicelulares, es decir aquellos que están constituidos por una célula, capaz de realizar todos los procesos celulares como: desplazamiento, búsqueda de alimento y reproducción, todas estas funciones de manera independiente (Audesirk et al, 2008, 2011).

Los organismos constituidos por este tipo de células son las bacterias y cianobacterias, estas se caracterizan por poseer un tamaño pequeño y organización sencilla en comparación con las células eucariotas. Dentro de las principales estructuras que la componen se puede encontrar una membrana plasmática que permite ordenar las enzimas responsables de las reacciones bioquímicas; la pared celular que la protege (constituida por péptidoglucano) y le da forma proporcionando un recubrimiento fuerte que evite la entrada de células grandes. Posee un citoplasma homogéneo donde se encuentran estructuras, como los ribosomas — estructuras pequeñas que poseen proteínas con aspecto similar a los de la célula eucariota —, el material genético que contienen la información hereditaria de la célula, — con presencia de un solo cromosoma y sin una membrana nuclear que lo rodee —. Además, contiene unos pequeños anillos de ADN conocidos como plásmidos que se ubican en la parte exterior nucleoide de la célula, la mayoría de ellos tienen genes que comparten a las células brindándoles propiedades específicas, este es el caso de algunas bacterias que causan enfermedades y gracias a la presencia de plásmidos generan resistencia a los antibióticos (Audesirk et al., 2008, 2011).

Algunas células procariotas contienen una estructura llamada cápsula, la cual es una capa viscosa que se ubica alrededor de la pared celular, protegiendo a la célula del ataque de virus, fagocitos y cambios bruscos de humedad, sobre todo en aquellos que viven en el suelo. También pueden tener presencia de flagelos, los cuales le brindan movilidad y desplazamiento a la célula.

Las células procariotas carecen de otras estructuras celulares como, cloroplastos, retículo endoplasmático, mitocondrias, aparato de Golgi, entre otras, que como ya se mencionó se encuentran presentes en la célula eucariota. En la tabla 2 se resumen algunas diferencias entre ambos tipos de células.

**Tabla 2.**  
***Similitudes y diferencias entre las células eucariota (Animal y vegetal) y procariota.***

Estructura	Función	Procariota	Eucariota. Plantas	Eucariota. Animales
<b>Superficie celular</b>				
Pared celular	Protege y da soporte a la célula	Presente	presente	Ausente
Cilios	Mueven la célula mediante fluidos o hacen pasar fluido a la superficie celular	Ausente	Ausente	Presente
Flagelos	Mueven las células mediante fluidos	Presente	Presente	Presente
Membrana plasmática	Aísla el contenido de la célula del ambiente; regula el movimiento de materiales hacia adentro y fuera de la célula; comunica con otras células	Presente	Presente	Presente
<b>Organización del material genético</b>				
Material genético	Codifica información necesaria para construir la célula y controlar la actividad celular	DNA	DNA	DNA
Cromosomas	Contienen y controlan el uso de DNA	Únicos, circulares, sin proteínas	Muchos, lineales, con proteínas	Muchos, lineales, con proteínas
Núcleo	Contiene cromosomas, está delimitado por una membrana	Ausente	Presente	Presente
Envoltura nuclear	Encierra el núcleo, regula el movimiento de materiales hacia dentro y fuera del núcleo	Ausente	Presente	Presente
<b>Estructuras citoplasmáticas</b>				
Mitocondrias	Producen energía por metabolismo aeróbico	Ausente	presente	Presente

Cloroplastos	Realizan fotosíntesis	Ausente	presente	Ausente
Ribosomas	Sitio para la síntesis de proteínas	Presente	presente	Presente
Retículo endoplásmico	Sintetiza componentes de la membrana, proteínas y lípidos	Ausente	presente	Presente
Aparato de Golgi	Modifica y empaca proteínas y lípido; sintetiza algunos carbohidratos	Ausente	presente	Presente
Lisosomas	Contiene enzimas digestivas intracelulares	Ausente	presente	Presente
Plástidos	Almacenan alimento y pigmentos	Ausente	presente	Presente
Vacuola central	Contiene agua y desechos; brinda presión de turgencia como soporte de la célula	Ausente	presente	
Otras vesículas y vacuolas	Transportan productos de secreción, contienen alimentos obtenidos mediante fagocitosis	Ausente	presente	Presente
Citoesqueleto	Da forma y soporte a la célula; coloca y mueve partes de la célula	Ausente	presente	Presente
Centriolos	Producen los microtúbulos de cilios y flagelos y aquellos que forman el huso durante la división de las células animales	Ausente	Ausente (en casi todos)	Presente
<p><sup>1</sup>Algunos procariontes tienen estructuras llamadas flagelos, pero estos no están hechos de microtúbulos y se mueven fundamentalmente de manera distinta de como lo hacen los flagelos de las células eucariotas.</p> <p><sup>2</sup>Unos cuantos tipos de planta tienen esperma flagelado</p>				

**Fuente:** Audesirk. T., Audesirk. G., & Byers. B. E. (2011). *Biología: ciencia y naturaleza*. México: Pearson Educación.

### 3.3. Las prácticas experimentales en la enseñanza de la Ciencias Naturales

Las prácticas experimentales más allá de contribuir al aprendizaje, permiten que se genere en el estudiante el deseo de indagar y explorar, brindando apoyo en la comprensión de diferentes fenómenos y en la solución de situaciones problema que fortalecen sus destrezas científicas. Asimismo, beneficia y promueve el conocimiento de las ciencias, posibilitando al estudiante el desarrollo de habilidades de pensamiento que lo lleven a comprender la realidad, siendo estas un factor fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (López & Tamayo, 2012).

Del mismo modo, Tenreiro y Marques (2006) exponen que las prácticas experimentales llevan a la elaboración de nuevos conocimientos conceptuales, donde el estudiante plantea diferentes estrategias, que permiten el desarrollo de capacidades en la resolución de problemas mediante el aprendizaje de una metodología científica, la comprensión de fenómenos y la naturaleza de la ciencia. Con la implementación de dichas prácticas se logra la vinculación de la teoría con lo fenomenológico, propiciando el desarrollo de una visión de ciencias y habilidades científicas (Andrés & Pesa, 2004) como la observación, elaboración de hipótesis y predicciones, la argumentación, expresión de ideas, interpretación de resultados y creatividad (Cacciolatto & Grecco, 2013)

Para abordar las prácticas experimentales en las Ciencias Naturales es necesario comprender su significado, para lo cual se retoma a Fernández (2013) quien se refiere a estas como trabajos prácticos utilizados en términos de actividades de enseñanza de las ciencias, en las cuales los estudiantes hacen uso de determinados procedimientos para solucionarlas. Desde otra mirada, Andrés y Pesa (2004) las consideran como actividades que implican el contacto con los objetos y situaciones, los cuales son representados mediante conceptos y modelos de la ciencia que dan

sentido al mundo de los objetos. De manera similar, López y Tamayo (2012) describen estas, como la forma de organizar y comprender la enseñanza de las ciencias de modo que contribuyan en “la construcción de conocimientos, la adquisición de formas de trabajo científico y al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental” (p. 151). Las prácticas experimentales son fundamentales para el trabajo científico y en equipo, donde se establecen vínculos entre las actividades propuestas, la cotidianidad y el campo de saber con otras áreas del conocimiento (López & Tamayo, 2012).

Existen autores que proponen diferentes clasificaciones con relación a las prácticas experimentales, a continuación, se describen brevemente algunas, sin desconocer la existencia de otras categorías.

López y Tamayo (2012) retoman en su investigación la clasificación propuesta por Caballer y Oñorbe (1999), quienes plantean que las prácticas tradicionales se encuentran categorizadas en Problemas-Cuestiones, Problemas-Ejercicio, donde hay una menor exigencia cognitiva, debido a que solo se sigue una serie de indicaciones para llevar a cabo la actividad,

Por otra parte, Caamaño (2004), expone una categorización basada en cuatro aspectos, estos son: las experiencias, los experimentos ilustrativos, los ejercicios prácticos y las investigaciones. Las experiencias son actividades empleadas para conseguir un acercamiento perceptivo con los fenómenos. Estas tienen como propósito la obtención de prácticas a primera instancia con relación a fenómenos del mundo físico, químico, biológico o geológico, fundamentales para la comprensión teórica. Asimismo, buscan el desarrollo de habilidades de conocimiento implícito que puedan ser empleadas en la resolución de problemas. Los experimentos ilustrativos se encuentran apoyados en la interpretación de un fenómeno. Cabe

aclarar que los hechos observados en este tipo de métodos están sujetos a diversas apreciaciones, que dependerán de la teoría desde la cual se describa.

Los ejercicios prácticos están pensados con el fin de estudiar determinados métodos o habilidades para ilustrar o confirmar la teoría, su naturaleza es específicamente dirigida. Con respecto al énfasis de sus actividades se pueden encontrar dos tipos de ejercicios prácticos: unos tienen como finalidad el aprendizaje de procedimientos o destrezas, prácticas, intelectuales o de comunicación y otros buscan ilustrar o aprobar la teoría.

Las investigaciones se encuentran orientadas a la resolución de problemas teóricos o prácticos a través del diseño y ejecución de prácticas científicas y la evaluación de los resultados obtenidos. Dependiendo el carácter del problema, se pueden encontrar las investigaciones para resolver problemas teóricos, las cuales buscan confrontar hipótesis o establecer propiedades entre variables; y las investigaciones para resolver problemas, que tienen como propósito la comprensión procedimental de la ciencia, mediante la programación y elaboración de prácticas que comúnmente se encuentran enfocadas al contexto de la vida cotidiana.

Por otro lado, Leite y Figueiroa (2004) sugieren una clasificación basada en seis actividades de laboratorio a partir de los propósitos que se deseen lograr, estas son: ejercicio, actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos, actividades ilustrativas, actividades orientadas para comprobar qué sucede, actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar e investigaciones. Los ejercicios tienen como finalidad la adquisición y desarrollo de habilidades que le posibilite al educando realizar con facilidad las prácticas de laboratorio y utilizar correctamente los instrumentos y equipos. Las actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos tienen como propósito

fortalecer la comprensión conceptual utilizando los sentidos, permitiéndole al sujeto una aproximación al contenido que se desea enseñar.

Las actividades ilustrativas se encuentran orientadas al aprendizaje de conceptos, estas se caracterizan por corroborar la información que previamente se ha enseñado, es decir los resultados se encuentran predeterminados. Las actividades orientadas para comprobar qué sucede tienen el mismo propósito, sin embargo, estas son construidas empleando actividades que se encuentran descritas detalladamente. Además, llevan a la adquisición de resultados que son desconocidos para el educando.

Del mismo modo, las actividades de tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar se encaminan al aprendizaje conceptual, pero estas se llevan a cabo mediante preguntas problematizadoras orientadas a que los estudiantes puedan comparar la información que obtienen con los conocimientos previos que poseen en relación al tema. De manera similar ocurre en las Investigaciones, estas utilizan como estrategia la resolución de situaciones problema que lleven al educando al planteamiento de métodos que posibiliten la solución de la situación planteada; adicionalmente, el estudiante debe de validar los resultados obtenidos y estar en capacidad de replantear los procedimientos empleados si es necesario.

Andrés y Pesa (2004) retoman las prácticas experimentales desde la perspectiva de autores como Gil y otros, 1991; Salinas, 1994 y Hodson, 1994, quienes han “propuesto los trabajos prácticos como investigaciones, en donde la metodología científica se hace explícita e íntimamente ligada a los conocimientos temáticos en el cual se inserta el trabajo práctico” (p. 61). De este modo se podría inferir que el trabajo de laboratorio se encuentra orientado al aprendizaje metodológico, es decir a generar pronósticos, formular hipótesis, diseñar secuencias experimentales, recolectar, categorizar y analizar información, para posteriormente interpretarla a partir de un marco teórico

de referencia, de este modo plantear conclusiones y nuevos interrogantes que permitan mayor profundización. Además, el aprendizaje de conocimientos se encuentra vinculado con lo teórico, puesto que cada actividad experimental se enmarca en un área que implica su utilización al enfrentarse a una situación, incidiendo en el desarrollo de conceptualizaciones (Andrés & Pesa, 2004).

Desde este punto de vista la práctica experimental es una “actividad cognitiva compleja que parte de una situación problemática cuya solución implica resolver un conjunto de tareas y subtareas que demandan la utilización de una variedad de conceptualizaciones: metodológicas y teóricas” (Andrés & Pesa, 2004, p. 62). Por lo cual, la contribución que estas puedan hacer a los procesos de aprendizaje se encuentra sujeta a las necesidades de la comunidad educativa y al contexto en el cual se realiza la actividad experimental. Además, se requiere del uso de diferentes tipos de conocimientos y metodologías propias de la Ciencia, estrategias didácticas y aplicación de procedimientos científicos (Cacciolatto & Grecco, 2013). Allí, el profesor es un actor importante no solo por el aporte al conocimiento teórico, sino también al acompañamiento y a las herramientas que le puede brindar al estudiante en la implementación de operaciones científicas que lo lleven a dar respuesta al concepto que se estudia.

#### 4. CONFIGURACIÓN DEL CAMPO CONCEPTUAL DE REFERENCIA

Las necesidades educativas actuales imponen a los diferentes modelos pedagógicos la importancia de implementar diversas estrategias que le posibiliten al estudiante la construcción de un conocimiento significativo, más que el almacenamiento y replicación de conceptos. Por tal razón se hace necesario suministrar desde la didáctica de las ciencias naturales, herramientas que motiven al estudiante a querer aprender nuevas teorías e ideas. Para ello, también es importante que el docente cuente con elementos que le permitan trascender las habituales clases magistrales y plantear propuestas alternativas como las orientadas desde la teoría de los Campos Conceptuales, pues estas privilegian la selección de clases de situaciones, conceptos, relaciones, representaciones y procedimientos en el ámbito de un contenido disciplinar. Además, diseñar una mediación didáctica que favorezca procesos de progresión de aprendizajes de los estudiantes respecto de estos nuevos conocimientos.

Esta teoría busca plantear otras estrategias que permitan la comprensión conceptual, posibilitando un conocimiento dinámico de la relación de organelas celulares y procesos de nutrición, reproducción y relación indispensables para concebir el funcionamiento de los seres vivos. Por tal razón se diseña una propuesta de enseñanza (anexo 3) dirigida a un grupo de estudiantes del grado quinto de Básica de Primaria de la Institución Educativa Playa Rica del Municipio de Bello, en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, tomando en cuenta los Estándares Básicos de Competencias del Ministerio de Educación Nacional.

Esta propuesta se encuentra basada en tres tipos de situaciones (Tabla 3), las cuales se van complejizando en la medida en que el estudiante realiza diferentes acciones que involucran la construcción de representaciones para dar solución a una tarea determinada, esto es lo que Vergnaud (año 1990) describe desde su teoría como evolución del aprendizaje de competencias

complejas, puesto que el desarrollo cognitivo mejora al adquirir nuevos conceptos con los cuales el estudiante resuelve una serie de situaciones mediante los esquemas que adquiere en el proceso de conceptualización. Para el desarrollo de estas competencias los estudiantes deben establecer relaciones entre los conceptos y representarlos mediante lenguaje escrito, oral o simbólico. Además, deben llevar a cabo una serie de acciones que les permitan resolver una situación determinada. En la tabla 3 se describe el campo conceptual construido en el contexto de esta investigación, donde los estudiantes deben activar conceptos, relaciones entre conceptos, representaciones y acciones que le permitan dar respuesta a las diferentes tareas, este es un punto de referencia que permite identificar el acercamiento que tuvieron los estudiantes al campo conceptual esperado.

**Tabla 3.**  
***Campo conceptual de referencia.***

Clases de Situaciones	Conceptos	Proposiciones	Representaciones (escritas, orales e imágenes)	Procedimientos
S1: Reconocimiento de los procesos de las células que hacen posible el desarrollo a nivel reproductivo, nutricional y de relación permitiendo la existencia de los seres vivos.	Célula procariota. Bacteria. Nutrición celular. Relación celular. Reproducción celular. Microscopio. Fermentación.	Algunas bacterias (organismos procariotas) obtienen su alimento de otros productos del ambiente, como la leche lo que les permite a las células obtener la energía necesaria para llevar a cabo procesos esenciales de la misma como la reproducción, la relación, entre otras.  Los procesos de nutrición de la célula convierten los productos que	Los estudiantes describen por medio de la escritura y diagramas sus conocimientos frente a los conceptos.  Estudiantes dialogan (lenguaje oral) acerca de las nociones e ideas que se tienen frente a los conceptos para realizar la socialización.	Los estudiantes manejan técnicas básicas de microscopía.  Realizar técnicas de montaje y coloración en fresco a partir de una muestra de yogurt para la identificación de bacterias.  Realizar experimentos en los cuales la leche se transforme en yogur y de esta manera

		<p>utilizan del ambiente en otros subproductos por medio de la fermentación.</p> <p>Una célula puede llevar a cabo procesos como nutrición y reproducción por sí sola.</p> <p>El microscopio es un instrumento que permite visualizar organismos que no se pueden observar a simple vista como las bacterias.</p>		<p>Identificar algunos procesos de la célula.</p>
<p>S2: Análisis de factores externos que afectan los procesos de una célula alterando su desarrollo normal.</p>	<p>Células procariotas. Bacterias. Agentes químicos. (Alcohol, jabón líquido, hipoclorito, antibacterial) Alteración de funciones vitales. Medio de cultivo Colonias. Reproducción celular. Nutrición celular. Relación celular. Resistencia celular. Pared celular Plásmidos</p>	<p>Existen algunos mecanismos para observar las colonias de células procariotas a simple vista, este método se conoce como los medios de cultivos, en los cuales es posible observar la formación de colonias de algunas bacterias.</p> <p>La formación de colonias de las bacterias surge como efecto de los procesos que realizan las células procariotas como la reproducción, nutrición y relación.</p> <p>Las funciones vitales de la célula se ven alteradas</p>	<p>Se establecen conclusiones verbales mediante lo observado en la actividad experimental</p> <p>Los estudiantes a partir del lenguaje escrito resuelven preguntas en relación a situaciones experimentales</p>	<p>Realizan procedimientos propios de la actividad experimental mediante la elaboración y producción de medios de cultivo para bacterias.</p> <p>Observación de la formación de colonias en el medio de cultivo y de las reacciones que ocurren cuando estos son sometidos a algunos agentes químicos.</p> <p>Analizar factores externos que afectan las funciones vitales celulares por medio de prácticas de control</p>

		<p>debido a la presencia de agentes químicos que alteran la pared celular impidiendo que estas lleven a cabo las diferentes actividades.</p> <p>Existen algunas bacterias que son resistentes a los agentes químicos, debido a la presencia ciertas estructuras celulares como los plásmidos.</p>		biológico en laboratorio.
S3: Análisis de los efectos en células eucariotas cuando una organela está ausente o no cumple su función.	<p>Célula eucariota. Célula animal. Célula vegetal. Organelas celulares: Núcleo, cloroplastos, pared celular, membrana celular, citoplasma, vacuolas.</p>	<p>Las células eucariotas son aquellas que poseen un núcleo definido y se encuentran constituidas por una serie de organelas celulares. Estas se clasifican en células animal y vegetal.</p> <p>Las organelas se encuentran contenidas en el citoplasma de las células, cumpliendo con diferentes funciones para la actividad celular.</p> <p>Las estructuras celulares son propias de cada tipo de célula y se organizan realizando</p>	<p>Los estudiantes responden textualmente mediante un lenguaje natural una serie de preguntas y situaciones expresando lo que ocurriría en las células eucariotas (animal y vegetal) cuando se carece de alguna organela.</p> <p>Los estudiantes construyen mapas conceptuales estableciendo jerarquías y relaciones entre conceptos.</p> <p>Los estudiantes expresan sus conclusiones con respecto a las observaciones realizadas.</p>	<p>Los estudiantes de acuerdo a sus destrezas experimentales realizan técnicas de montaje y coloración en fresco a partir de diferentes vegetales y muestras bucales.</p> <p>Los estudiantes manejan técnicas básicas de microscopía.</p> <p>Los estudiantes mediante la observación de algunas estructuras celulares a través del microscopio, establecen comparaciones a nivel funcional y</p>

		<p>funciones comunes para cada célula.</p> <p>La membrana celular delimita la célula, la protege del medio exterior y es semipermeable permitiendo la entrada y salida de sustancias de manera restringida.</p> <p>La pared celular es una cubierta para las células vegetales que protege, da rigidez y mantiene la forma de las células.</p> <p>Las vacuolas actúan como sacos de almacenamiento de sustancias o de desecho para su posterior eliminación.</p> <p>Los cloroplastos son organelas productoras de clorofila, que se encuentran en la célula vegetal.</p>	<p>estructural de las células animal y vegetal.</p>
--	--	--	---

## 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Descripción del contexto

La investigación se desarrolla en la Institución Educativa Playa Rica ubicada en el municipio de Bello, Antioquia, esta es de carácter oficial y atiende estudiantes de los estratos socioeconómicos dos y tres. Sus actividades se orientan en la formación de niños, jóvenes y adultos en la educación preescolar, básica y media. Además, cuenta con media técnica en salud ocupacional. Esta investigación se realiza en el contexto de la práctica pedagógica de tres maestros en formación con un grupo de estudiantes del grado quinto de Básica Primaria, conformado por niños y niñas con edades entre diez y catorce años, de diversa extracción social. Se caracteriza por ser un grupo participativo, con un importante desarrollo de habilidades para la expresión oral que les facilita la comunicación durante los eventos académicos. El grupo presenta buena disposición para la escucha. Además, son receptivos a la información que se les presenta. Sin embargo, los niveles de lectura de los estudiantes evidencian una falta de hábitos lectores en la comunidad, las dinámicas socioeconómicas de las familias les impiden participar de forma más significativa en el proceso académico de los niños, la actividad intelectual es casi exclusiva de la escuela, en el hogar se desarrollan otras más enfocadas en el aspecto recreativo.

En cuanto a la infraestructura, la institución posee elementos básicos que contribuyen al proceso de formación de los estudiantes: las aulas de clase son amplias, poseen herramientas tecnológicas básicas y docentes competentes para cada área del conocimiento. Por otro lado, los espacios de recreación y esparcimiento son reducidos, no posee zonas verdes, la planta física de la institución se ve deteriorada y se evidencia un mal manejo en la disposición de los residuos sólidos.

La institución cuenta con un laboratorio bien dotado que pese a contar con los materiales necesarios —vidriería, reactivos, buena infraestructura— para la ejecución de prácticas

experimentales, no es utilizado como apoyo para promover los procesos de aprendizaje de los estudiantes en el área de ciencias, se subutiliza en otras actividades que requieren del espacio pero no del material mencionado. El potencial del espacio de laboratorio no se desarrolla al existir poca motivación a nivel institucional, dándose poca relevancia al área de ciencias naturales y al agrado por la metodología y el saber científico. La apatía hacia el área de Ciencias Naturales se evidencia en el bajo rendimiento de los estudiantes producto de la poca disposición para la ejecución de actividades y el incumplimiento de los deberes académicos.

## **5.2. Enfoque de investigación**

Este trabajo analiza los posibles invariantes operatorios que utilizan los estudiantes frente a los conceptos célula eucariota y célula procariota, mediante la interpretación y el significado que los participantes dan a estos, al ser abordados a través de la solución de situaciones experimentales.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006) “El enfoque cualitativo se define como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y lo convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos” (p. 9). Este tipo de estudio se basa en la recolección de información la cual busca conseguir los puntos de vista de los participantes, sus experiencias e impresiones, siendo indispensable las interacciones entre los individuos, sin pretender homogenizar ni normalizar. De acuerdo a lo anterior Hernández et al., (2006) retoman los planteamientos de Patton (1980, 1990) quien define los datos cualitativos como descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones, haciéndose participe el investigador de las experiencias de los individuos para la construcción de conocimiento.

Por otra parte, el investigador juega un papel fundamental en el desarrollo de esta investigación, él tiene como propósito entender los significados a partir de las experiencias de los

participantes, se caracteriza por asumir a los integrantes y al contexto como parte del trabajo de campo, sin limitarlo a variables. Se relaciona con los sujetos de manera natural tratando de comprender las situaciones que se dan en el escenario de trabajo, intentando dejar de lado sus propias nociones y puntos de vista para lograr explicar los significados a partir de las prácticas que realizan los participantes (Galeano, 2004).

### **5.3. Método: estudio de caso**

El método empleado para este trabajo es el estudio de caso, el cual es definido por autores como Saldaña C et, al (2015) quien retoma a Hernández y Mendoza (2010), exponiendo dicho método como una “investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativos y/o mixtos; se analiza profundamente una unidad integral para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teorías” (p. 7). Stake (1999) lo plantea como “el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas” (p. 11). Además, expresa que este, tiene como propósito interpretar y describir los fenómenos educativos a partir de estudios particulares, generando respuestas a través de un análisis minucioso del contexto natural, lo que requiere la comprensión y descripción exhaustiva de determinado fenómeno dentro del escenario de investigación.

Stake (1999), clasifica los estudios de caso en intrínseco, instrumental y colectivo; el primero busca alcanzar la comprensión profunda de las especificidades de un caso, el segundo se centra en la estrategia utilizada para la comprensión de un tema determinado, donde el objeto de estudio no son las particularidades de los sujetos; el tercero realiza un ejercicio de indagación, a nivel global, es decir, no se asume un caso en particular, sino varios. El estudio instrumental de caso ofrece una perspectiva metodológica coherente con los objetivos de esta investigación, dado

que la pretensión es interpretar y comprender elementos relacionados con los invariantes operatorios y formas de representación que hacen posible la construcción de conocimientos en los y las estudiantes participantes.

#### **5.4. Selección de los participantes**

Para la selección de los participantes, es necesario tener en cuenta el contexto y los momentos en el que se lleva a cabo el estudio de las situaciones, pues este es “un proceso progresivo, sujeto a la dinámica que deriva de los hallazgos de la investigación” (Galeano, 2011, p. 45). Para este trabajo se seleccionan cuatro estudiantes como participantes, este número se estableció de acuerdo al desarrollo de la investigación y a los siguientes criterios:

1. Ser estudiante de la Institución Educativa Playa Rica.
2. Estar cursando grado quinto de básica primaria.
3. Tener disposición e interés frente a las actividades propuestas y realizarlas.

#### **5.5. Etapas de la investigación**

La investigación se realiza en dos fases; en la primera fase se desarrolla una serie de actividades orientadas a la identificación de los invariantes operatorios iniciales planteados por los estudiantes; en la segunda fase se trabaja en la implementación de una propuesta de enseñanza orientada en situaciones experimentales, donde se analizan los posibles invariantes operatorios que poseen los participantes en la solución de dichas situaciones. A continuación, se exponen cada una de las fases.

##### **5.5.1. Primera Fase**

En esta fase se lleva a cabo la identificación de los invariantes operatorios iniciales que poseen los estudiantes frente a un campo conceptual de referencia, por lo que se propone una serie

de actividades como la observación, grupo de discusión, mapa conceptual y cuestionario abierto, que posibilitan conocer las representaciones que tienen los participantes sobre los conceptos de células eucariota y procariota, estas fueron, tomadas como punto de referencia para el diseño de una propuesta educativa basada en situaciones experimentales que permite hacer una interpretación de los nuevos conocimientos aprendidos.

A continuación, se describen las técnicas e instrumentos de recogida de información.

- **Observación.** La observación, según Hernández et al. (2006), “implica adentrarnos en profundidad a situaciones sociales y mantener un papel activo así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones” (p. 187). Su principal propósito se orienta a estudiar, interpretar y entender el escenario de investigación, las costumbres y otros factores que se encuentran inmersos en el contexto social como, las interacciones que se dan entre las personas y las situaciones que se puedan presentar entre las mismas, así como reconocer dificultades y plantear hipótesis, que permiten nuevas investigaciones. Para utilizar esta técnica es importante tener en cuenta algunos elementos como: el ambiente físico, social y humano, las actividades que se llevan a cabo en el contexto, los instrumentos que utilizan los sujetos, los sucesos importantes que se presentan y las experiencias que narran las personas.

Para aplicar esta técnica durante la investigación se tienen en cuenta algunos factores que posibiliten establecer criterios de análisis como las características de los estudiantes, sus habilidades procedimentales, expresiones, estado de ánimo, actitudes negativas o positivas frente a las actividades a realizar y expectativas frente a las tareas propuestas.

- **Cuestionario abierto.** Uno de los instrumentos utilizados en esta investigación es el cuestionario abierto, el cual no delimita las respuestas u opiniones de los participantes, teniendo como ventaja proporcionar información más amplia y útil en la investigación y en situaciones

donde se busca una opinión o comportamiento (Hernández et al., 2006). Consta de una serie de preguntas sobre el tema de célula eucariota y célula procariota, que se emplea con el fin de facilitar al estudiante las maneras de explicar las nociones que poseen frente a estos, a partir del lenguaje escrito, gráfico y simbólico.

- **Grupo discusión.** Es considerado por autores como Powell y Single (1996) como entrevistas que se realizan en grupos, en la cual las personas discuten de algún tema específico bajo la dirección de un especialista. La dinámica del conversatorio depende de los propósitos de la investigación, las circunstancias y características de los participantes. Es importante que el investigador esté preparado para conducir el grupo, posea la capacidad para mantener el orden y tenga claridad sobre la información que se busca recoger (Hernández et al., 2006).

Esta técnica se llevó a cabo mediante un conversatorio orientado por el grupo de investigación con ayuda de un cuestionario a profundidad sobre el tema de células eucariota y procariota, donde los estudiantes expresan sus ideas, plantean proposiciones y se hacen cuestionamientos con relación a lo que responden y comparten con el resto del grupo.

- **Mapa conceptual.** El mapa conceptual explica los conceptos sobre un tema en particular, este consiste en una organización jerárquica de contenidos que se pueden organizar de diferentes maneras, en las que incluye siempre ideas cortas que van desde lo específico a lo general. Durante su elaboración el sujeto hace un esfuerzo para ordenar y jerarquizar las nociones, lo que implica un proceso activo por parte de quien lo realiza para dar cuenta e identificar lo que se sabe y las ideas sobre las cuales no se tiene claridad.

Para introducir a los estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales se les propone una serie de conceptos sobre el tema de célula eucariota y célula procariota, donde los participantes deciden si son pertinentes, necesarias u oportunas para apoyar la construcción de su mapa, esta

selección de conceptos hace evidente las nociones que poseen los estudiantes y la autonomía para categorizar la información. La jerarquización de los términos seleccionados por los participantes, la unión de ideas mediante líneas y el propósito de dar sentido a lo que se expresa manifiesta un conocimiento sobre lo que se sabe (Pérez & Gallego, 2001)

### 5.5.2. Segunda Fase

En esta fase se realiza la introducción de nuevos conocimientos y se emplea la propuesta de enseñanza basada en una secuencia de situaciones experimentales relacionadas con los conceptos de células eucariota y procariota con el fin de que los estudiantes de grado quinto de Básica Primaria mejoren sus esquemas mentales adquiriendo mayores habilidades cognitivas, optimizando la forma en que incorporan los conceptos nuevos y los articulan a los preexistentes. Así los estudiantes ponen en escena los contenidos trabajados en las clases ayudando a la consolidación de las ideas que se estudian a través de las prácticas de laboratorio. Para recoger la información suministrada por los estudiantes se utilizan los siguientes instrumentos.

- **La observación (Audios).** La observación es una técnica de recolección de información, la cual posibilita el almacenamiento y categorización de los datos con relación a un fenómeno determinado, que se halla vinculado con el problema de la investigación (Chávez, 2008), dicha información se complementa con las entrevistas o cuestionarios. Para este caso también se hace uso de los videos donde los estudiantes exponen sus ideas frente a las preguntas que se proponen con respecto a los conceptos de células eucariota y procariota. Vale aclarar que estas se encuentran orientadas a las categorías apriorísticas, las cuales serán mencionadas más adelante.

- **Cuestionario abierto.** Como se mencionó, este es un instrumento que no demarca la información suministrada por los participantes. Además, esta es más amplia y permite que se puedan extraer datos apropiados para la investigación. Para esta segunda fase se hace uso de un

cuestionario abierto, el cual es empleado en la secuencia de situaciones y se encuentra vinculado a las prácticas de experimentales realizadas durante la intervención. Dichas situaciones son complejas y “se pueden analizar como una combinación de tareas de las que es importante conocer la naturaleza y la dificultad propias” (Vergnaud, 1998, p. 8). Esta técnica juega un papel fundamental en la investigación, puesto que lleva al estudiante a realizar diferentes acciones para resolver una secuencia de situaciones experimentales permitiendo la elaboración de representaciones relacionadas con un campo conceptual de referencia. Según Vergnaud (1998, 1990) una situación posee un interés didáctico, que posibilita comprender los obstáculos que presenta el sujeto en su proceso de aprendizaje, donde el propósito es que pueda superar las dificultades y tenga la capacidad de construir nuevas ideas, facilitando la adquisición de un aprendizaje significativo.

Mediante la estrategia de prácticas de laboratorio, el estudiante se enfrenta a una serie de situaciones que lo llevan a la construcción de esquemas mentales, donde realiza un conjunto de subtarear que le permiten llegar a la solución, orientado a un campo conceptual, que según Moreira (2009) “Es un conjunto informal y heterogéneo de situaciones y problemas para el que su análisis requiere de conceptos, procedimientos, representaciones, operaciones de pensamiento entrelazados durante su adquisición” (p. 29).

Posteriormente se aplica un cuestionario abierto igual al aplicado en la primera fase, este cuenta con las mismas características, consiste en una serie de términos relacionados con los conceptos de células eucariota y procariota, los cuales son explicados e ilustrados por los estudiantes a partir de los aprendizajes adquiridos. Esta herramienta permite identificar las nuevas representaciones y la evolución en los invariantes operatorios de los participantes después de la intervención.

## **5.6. Representaciones iniciales y nuevas perspectivas en relación a los conceptos Células eucariota y procariota**

Para el análisis de la información recogida mediante los instrumentos utilizados en la investigación fue necesario establecer una serie de criterios y estrategias que facilitaran el proceso de exploración y sistematización de los datos, estos fueron estructurados y transcritos, permitiendo así el estudio exhaustivo y construcción de significados. Posterior a la transcripción de los datos, se retoman los criterios de selección de la información propuestos por Cisterna (2005), estos son la pertinencia y la relevancia, el primero recoge únicamente la información que se vincula con los propósitos de la investigación y el segundo se aborda desde aspectos como la frecuencia en el uso de determinados conceptos y la asertividad en lo que responden los participantes.

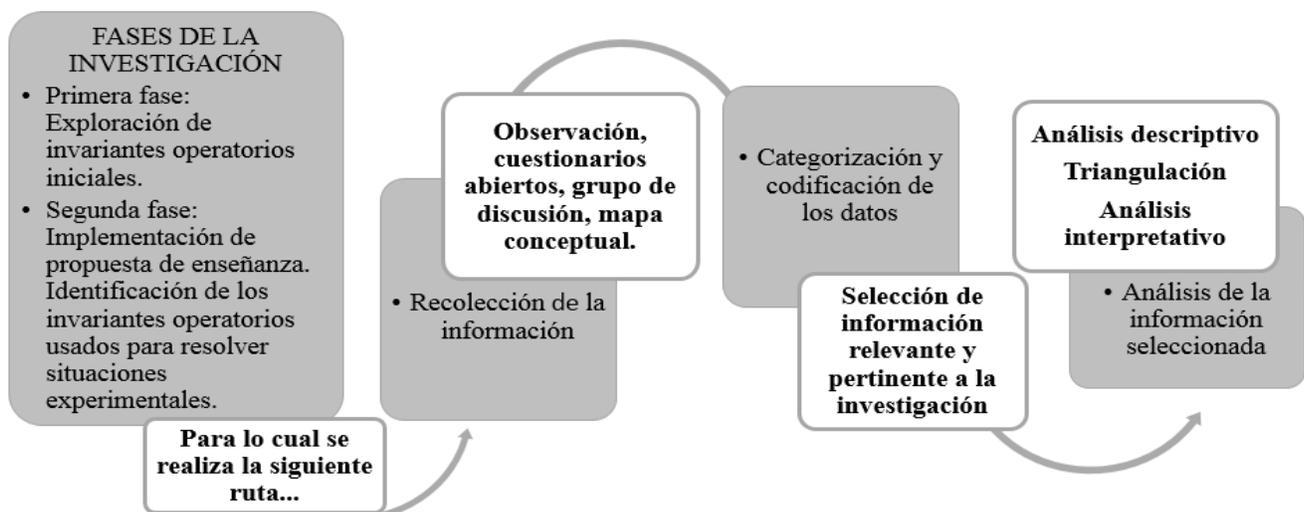
Luego, la información fue codificada en concordancia con las categorías establecidas, las cuales consisten en la clasificación de unidades de significado que se relacionan entre sí por su naturaleza (Hernández et al., 2006). Para determinar las categorías se analizaron detalladamente los datos obtenidos donde se segregaba, describía y clasificaba la información, la cual iba desde palabras claves hasta expresiones (Bonilla & Rodríguez, 1997). Se tuvieron en cuenta subcategorías que corresponden a tópicos que describen de manera detallada una categoría, permitiendo la identificación de significados y el desarrollo de ideas que surgieron a partir de la codificación de los datos (Cisterna, 2005).

Para esta investigación se plantean una serie de categorías apriorísticas, definidas por Cisterna (2005) como un instrumento que tiene el objetivo de precisar los contenidos que se abordan en el trabajo de campo, es decir, los tópicos mediante los cuales se usan instrumentos y técnicas de recogida de información como, entrevistas, grupos focales y observación. A continuación, se exponen en la tabla 4 las categorías y subcategorías.

**Tabla 4.**  
*Categorías apriorísticas de la investigación.*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Conceptos de células: eucariota y procariota.	1. Funciones y procesos celulares
	2. Acción de agentes químicos y físicos sobre la célula.
2. Procedimientos experimentales	

Como se mencionó, para el análisis de los datos se realizó inicialmente el estudio minucioso de las técnicas e instrumentos que se utilizaron en la investigación, como; la observación, los grupos de discusión, mapa conceptual y cuestionarios abiertos. Se transcribió la información recogida, la cual fue escrita en concordancia con las categorías y subcategorías apriorísticas establecidas en relación al marco teórico, en este punto se hace un análisis descriptivo de la información seleccionada. De esta forma se adquiere un primer nivel (Cisterna, 2005). Posteriormente se trabajó un segundo nivel de análisis, que consiste en retomar la información suministrada por los participantes en el primer nivel, agruparlas por su pertinencia en alguna de las categorías establecidas, identificando los principales hallazgos. Durante este nivel se realizó la triangulación de los instrumentos utilizados en la primera y segunda fase de la investigación de acuerdo a las categorías y sub-categorías establecidas. Finalmente se llevó a cabo el análisis interpretativo en relación a los fenómenos encontrados.



*Figura 1. Fases de la investigación.*

Para el análisis de mapas conceptuales se tienen en cuenta los criterios establecidos por Novak y Gowin (1984, citados en, Cardona, 2014), que consideran: a) La posición de conceptos, es decir, la relación entre ellos mediante líneas y conectores que le dan sentido al contenido; b) La jerarquía, donde se priorizan los conceptos generales sobre los subordinados; c) Los vínculos cruzados entre los conceptos, donde se establecen asociaciones entre las diferentes ideas expresadas en el mapa; y d) La identificación de ejemplos, los cuales deben estar por fuera de los círculos o cajas si es el caso, debido a que no son entendidos como conceptos. Estos criterios permiten al investigador reconocer la relación que los estudiantes establecen entre los diversos fragmentos, como también la orientación de los procesos de enseñanza e identificación conocimientos adquiridos.

## 6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

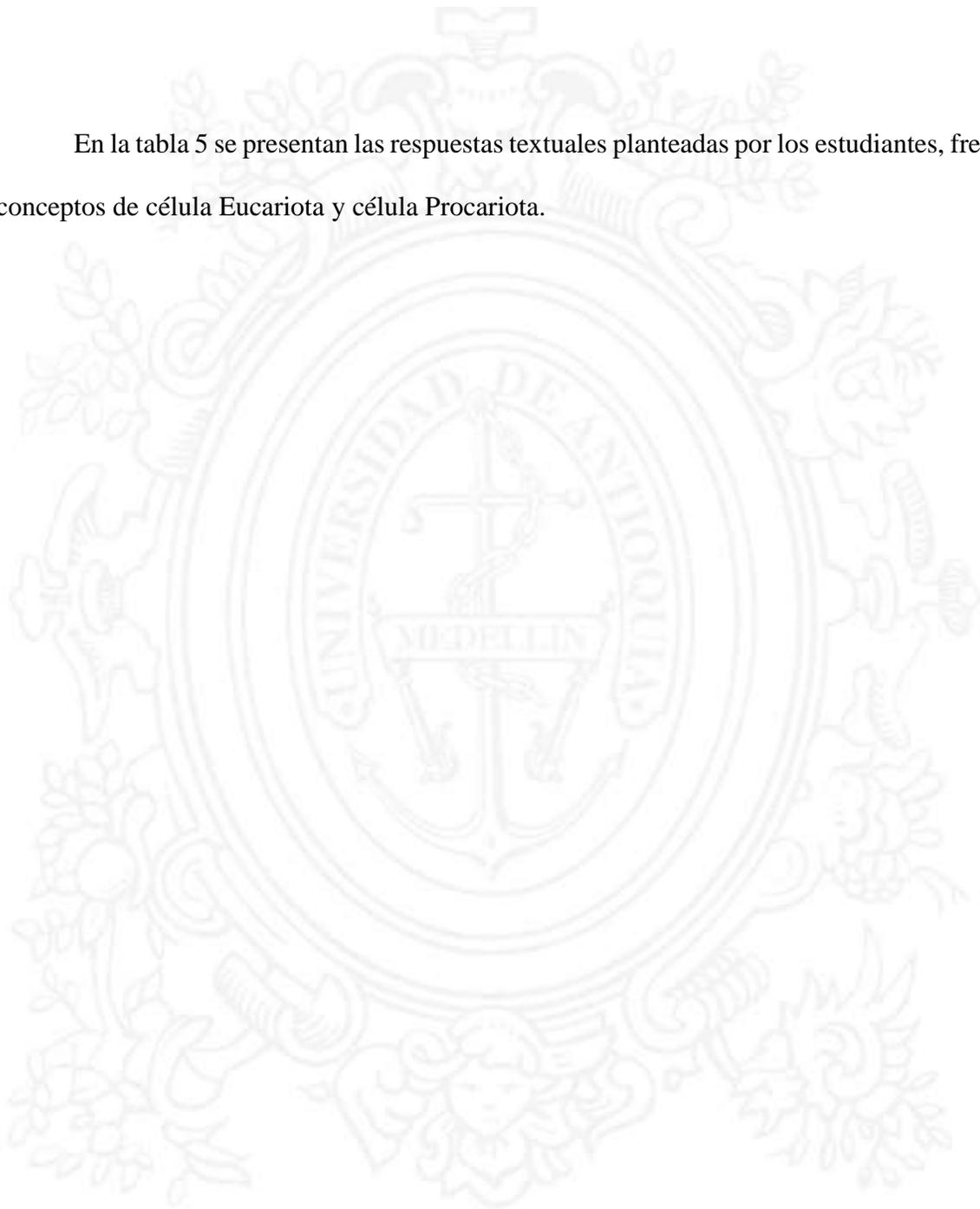
### 6.1. Invariantes operatorios iniciales planteados por los estudiantes –primera fase-

Se inicia el estudio de los casos con un primer apartado que hace referencia a las ideas que poseen los estudiantes del grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica, con respecto a los conceptos de célula eucariota y célula procariota y los posibles conceptos-en-acción y teoremas-en-acción que presentan frente a estos.

Para ello se seleccionaron y clasificaron las frases más relevantes, pertinentes y que con mayor frecuencia eran reiteradas por los estudiantes en sus respuestas a diversos instrumentos de recogida de información: **cuestionario abierto** (tabla 5), en el cual se pregunta por una serie de conceptos relacionados con el campo conceptual de referencia, donde cada estudiante debe describir e ilustrar mediante un dibujo; **mapa conceptual**, instrumento que se aplicó por medio de una lista de conceptos donde los participantes tenían la posibilidad de seleccionar los que consideraran pertinente o emplear otros a partir de los conocimientos previos que tenían. Estos esquemas posibilitan identificar las representaciones que establecen los estudiantes a partir de algunos conceptos relacionados con campo conceptual de referencia (tabla 3), donde se evidencie el uso de conectores y relaciones entre términos; **grupo de discusión** (anexos 3, 4, 5 y 6), instrumento orientado mediante un cuestionario a profundidad, en el cual los estudiantes discutían sobre las nociones e ideas que poseían frente a conceptos importantes relacionados con célula Eucariota y célula Procariota. Vale la pena resaltar que las frases reiterativas en la información suministrada por los estudiantes permitieron establecer categorías e inferir invariantes operatorios.

A continuación, se realiza la interpretación y análisis de la información de los estudiantes, nombrados como caso E1, E2, E3 y E4.

En la tabla 5 se presentan las respuestas textuales planteadas por los estudiantes, frente a los conceptos de célula Eucariota y célula Procariota.

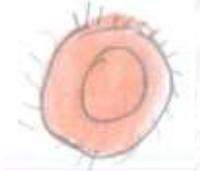
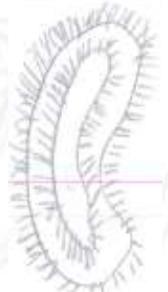
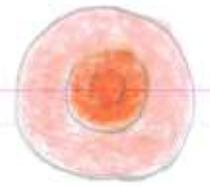
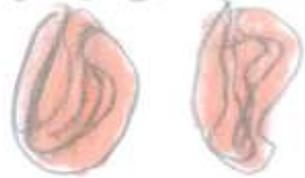
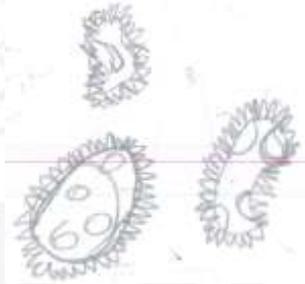


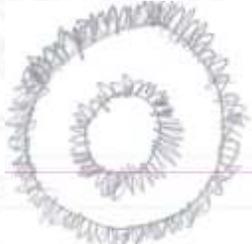
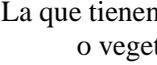
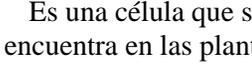
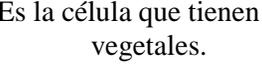
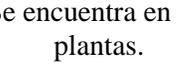
UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

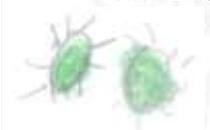
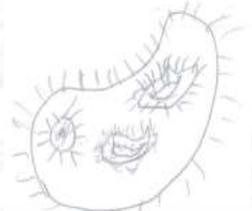
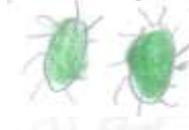
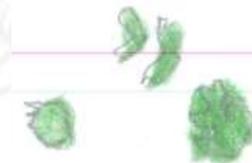
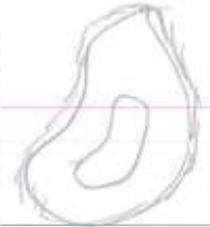
1 8 0 3

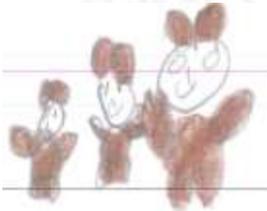
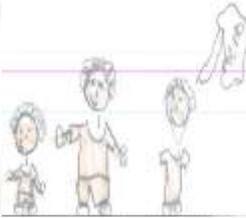
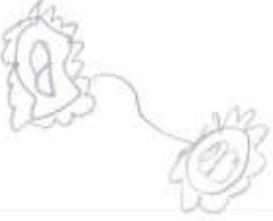
**Tabla 5.**

*Información suministrada por los estudiantes en sus respuestas al cuestionario abierto, en referencia a las categorías: funciones y procesos de la célula eucariota y célula procariota y procedimientos experimentales.*

Concepto	Caso E1	Caso E2	Caso E3	Caso E4	Proposiciones de referencia
Célula	<p>La célula es lo que todos los seres vivos tienen.</p> 	<p>Una célula es una especie de bacteria o planta, también se encuentra en cualquier parte del cuerpo, como en la mano, pie, etc.</p> 	<p>Es la que se forma en el cuerpo del ser vivo.</p> 	<p>Organismos el cual le da sentido a nuestro organismo y dentro de nosotros.</p> 	<p>Célula constituyente primordial de todos los seres vivos, tiene la capacidad de reproducirse de manera independiente, formada por una serie de estructuras que le permiten realizar funciones vitales.</p>
Organismo pluricelular	<p>Es el que tiene más de 2 células.</p> 	<p>Son una o dos células</p> 	<p>Es el que trae varias células en el cuerpo de un ser vivo.</p> 	<p>Es un ser el cual tiene varias células dentro de él.</p> 	<p>Ser vivo individual formado por muchas células que se especializan en cumplir con determinadas funciones.</p>

Organismo unicelular	Sólo tiene una célula. 	Un organismo unicelular es cualquier bacteria. 	Es el que sólo tiene una célula. 	Contiene una sola célula 	Posee una única célula capaz de realizar todas las funciones del organismo individual.
Célula eucariota	Es la vegetal y la animal. 	Son células que no tienen núcleo 	Es el tipo de células que son diferentes a las del ser humano. 	La célula eucariota contiene célula animal 	Célula que presenta un núcleo diferenciado, protegido por una membrana y con citoplasma organizado, con endomembranas específicas.
Célula animal	Es la que tienen los animales o humanos. 	Es la que tienen los animales 	Es la célula que tienen los animales. 	Se encuentra en los animales y actúan como las de las personas. 	Componen los tejidos de los organismos animales; no presentan pared celular.
Célula vegetal	La que tienen las plantas o vegetales. 	Es una célula que se encuentra en las plantas, vegetales y frutas. 	Es la célula que tienen los vegetales. 	Se encuentra en las plantas. 	Componen los tejidos de las plantas; presentan pared celular.

					
Célula procariota	<p>Son las que tienen las bacterias.</p> 	<p>Son aquellas que tienen la célula muy grande</p> 	<p>Es la célula que tiene células por dentro de ellas. Necesita del microscopio para poder verlas.</p> 	<p>No se No realiza ilustración</p>	<p>No poseen un núcleo delimitado, este tipo de células caracteriza en su mayoría a muchos organismos unicelulares.</p>
Bacteria	<p>Las bacterias son unas cosas muy pequeñas y se pueden ver con el microscopio.</p> 	<p>Son aquellas que se encuentran dónde está sucio.</p> 	<p>La que le da a todo ser viviente.</p> 	<p>La bacteria da enfermedades a seres como los animales o humanos.</p> 	<p>Microorganismo unicelular procarionte, con pared celular de peptidoglucano.</p>
Nutrición celular	<p>Es cuando los seres vivos se alimentan.</p> 	<p>Son aquellas que se alimentan de lo que hay en la tierra.</p> 	<p>Es la que nutre las células.</p> 	<p>Se nutre dejando pasar lo bueno por su membrana.</p> 	<p>Proceso celular consistente en la introducción de nutrientes al interior de la célula a través de la membrana celular.</p>

<p>Reproducción celular</p>	<p>Es cuando los seres vivos crecen.</p> 	<p>Son aquellas que crecen, se reproducen y mueren</p> 	<p>No sé</p> 	<p>Una célula sale de otra célula.</p> 	<p>Procedimiento que permite generar nuevas células a partir de una célula madre, proceso de división de células que posibilita el crecimiento y multiplicación de los organismos.</p>
-----------------------------	--	---	--	--	--

A partir de las categorías establecidas — Concepto de células eucariotas y procariotas, procedimientos experimentales— y teniendo en cuenta la interpretación de las representaciones que realizan los estudiantes frente a los conceptos que se encuentran en la tabla 5, relacionándolos con los mapas conceptuales y el grupo de discusión, se infiere lo siguiente:

- **Concepto de células eucariotas y procariotas.** Con relación a la categoría **Concepto de células eucariotas y procariotas**, —subcategoría procesos y funciones celulares— los casos E1 y E2 abordan el concepto de **nutrición celular** como una actividad de ingestión de alimentos realizado por los seres vivos, esto se puede inferir a partir de la ilustración que presentan los estudiantes (Tabla 5) al esquematizar un individuo ingiriendo un alimento, omitiendo que la nutrición es una función indispensable llevada a cabo a nivel celular, donde se desconoce las organelas que participan en este proceso. En cuanto al grupo de discusión (Anexo 5, numeral 13), el caso E1 expone de manera contradictoria que las células no realizan un proceso de alimentación por presentar tamaños pequeños, lo que permite valorar que el estudiante no concibe a la célula como parte fundamental para la formación de órganos, tejidos y sistemas. Por otro lado, E2 afirma que existe la nutrición en la célula (Anexo 4), sin embargo, no brinda una explicación amplia de ello.

Frente a lo expuesto por E3 durante el cuestionario abierto (tabla 5) se evidencia poca claridad respecto a sus apreciaciones. No obstante, en la ilustración que hace se muestra una especie de célula en la cual se ingiere una serie de partículas, mientras que en el grupo de discusión (Anexo 5) expresa que las células “se alimentan entre ellas” asignando a estas, particularidades representativas de los seres vivos, aludiendo a los planteamientos de E1 y E2. Por el contrario, E4 se aproxima a la teoría cuando realiza un bosquejo de célula con algunos puntos, que se remiten al alimento que pasa a través de la membrana, el estudiante expone que esta permite el paso de

sustancias que son buenas y nutritivas, en la representación gráfica del participante se evidencia una idea de la ubicación de la membrana en la célula (Tabla 5). Sin embargo, durante el grupo de discusión la descripción que hace el estudiante en relación a este concepto no es lo suficientemente amplia al manifestar que se nutren de lo que los seres humanos consumimos, en cuanto al mapa conceptual los casos no abordan este concepto, lo que permite inferir que los estudiantes presentan dificultades en el manejo del concepto.

Por otro lado, el proceso de **reproducción celular** es orientado por el caso E1 y E2 como un fenómeno de crecimiento donde ilustran un ser vivo en desarrollo, lo cual tiene relación con la reproducción celular, sin embargo, los estudiantes no hacen una descripción más amplia del concepto, exponiendo de manera similar en el grupo de discusión que esta función *“hace crecer a los seres vivos”*. Cabe resaltar la concepción antropocentrista y la relación directa que se hace con los organismos, al representar una familia (tabla 5), lo que lleva a pensar que son los organismos los que se reproducen, más no las células. En relación al caso E3 en la reproducción celular se dibuja dos células unidas con un conducto a manera de cópula, tal como sucede en los animales. Pese a ello manifiesta no tener conocimiento sobre este concepto. Lo que permite inferir que el estudiante no vincula la representación que realiza con la descripción de la reproducción en las células. Por otra parte, E4 aborda este término durante el cuestionario abierto (tabla 5) como el surgimiento de una célula a partir de otra y es representado de manera similar al ilustrar dos células juntas, lo que posibilita deducir que el caso E4 tiene una idea del proceso de reproducción. Sin embargo, parece no tiene claro las organelas que participan en la formación de las características de los seres vivos ni los procesos que contribuyen al nacimiento de nuevas células, pues no hace alusión a ninguno. En cuanto al grupo de discusión (Anexo 6) el participante E4 reitera su opinión frente al concepto de reproducción.

Con respecto a la presencia de las diferentes organelas que participan en los procesos celulares el caso E1 y E4 no realiza una relación coherente entre la descripción del concepto y los modelos simbólicos que hace del mismo, ilustran un dibujo tradicional de la célula con forma circular y núcleo central, sin tomar en cuenta las demás estructuras celulares, lo cual indica dificultades en la comprensión respecto a las estructuras celulares y las funciones que lleva a cabo. Sin embargo, en las repuestas que brindan durante el grupo de discusión (anexo 3 y anexo 6) mencionan algunas organelas como la membrana y el citoplasma, así mismo E1 asume los tejidos como un tipo de estructura celular, pudiéndose inferir que el estudiante no tiene claridad sobre la formación de estructuras más complejas —tejidos, órganos y sistemas— y algunas funciones de las células. Además, indica la presencia de algunas características que tienen en común la célula vegetal y animal, como la presencia de núcleo (figura 2), sin embargo, no expresa una connotación definida sobre otras estructuras que poseen estas células y las diferencias que existen entre ellas.



Figura 2. Mapa conceptual realizado por E1 sobre célula eucariota y célula procariota. Etapa inicial.

En cuanto al mapa conceptual (figura 3) el participante E4 utiliza pocos conectores para establecer relación entre los conceptos, empleando la palabra célula sin hacer una descripción amplia de esta, remitiéndose a algunas organelas que la conforman. No obstante asume el termino procariota como una estructura celular y no como un tipo de célula, evidenciándose un error conceptual.

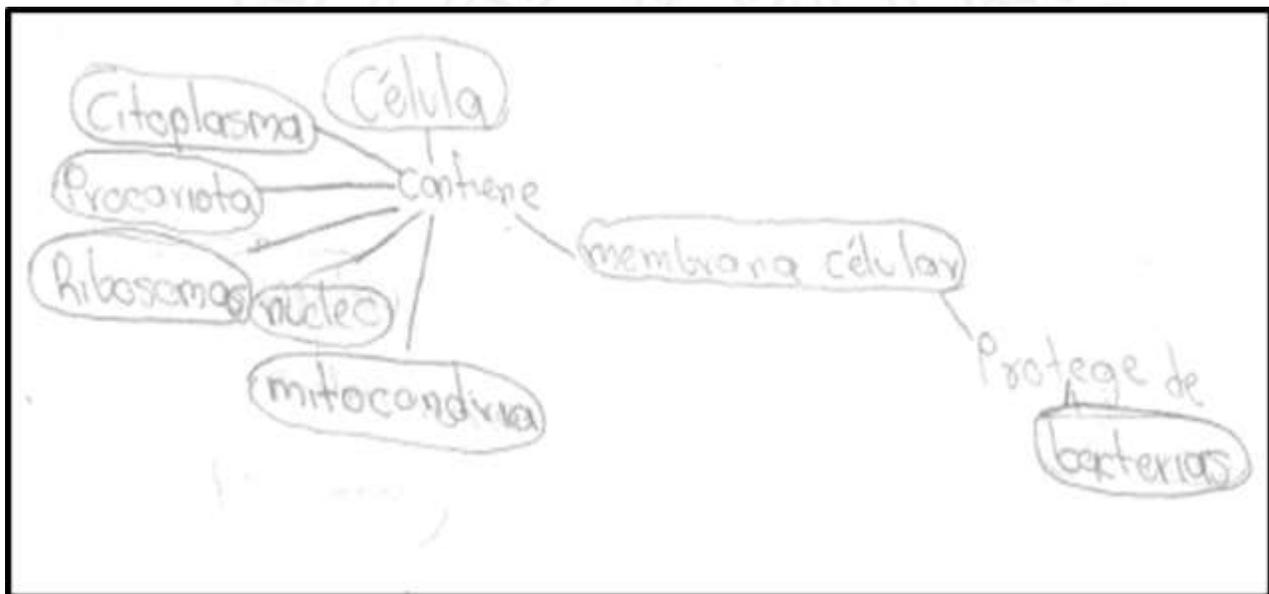
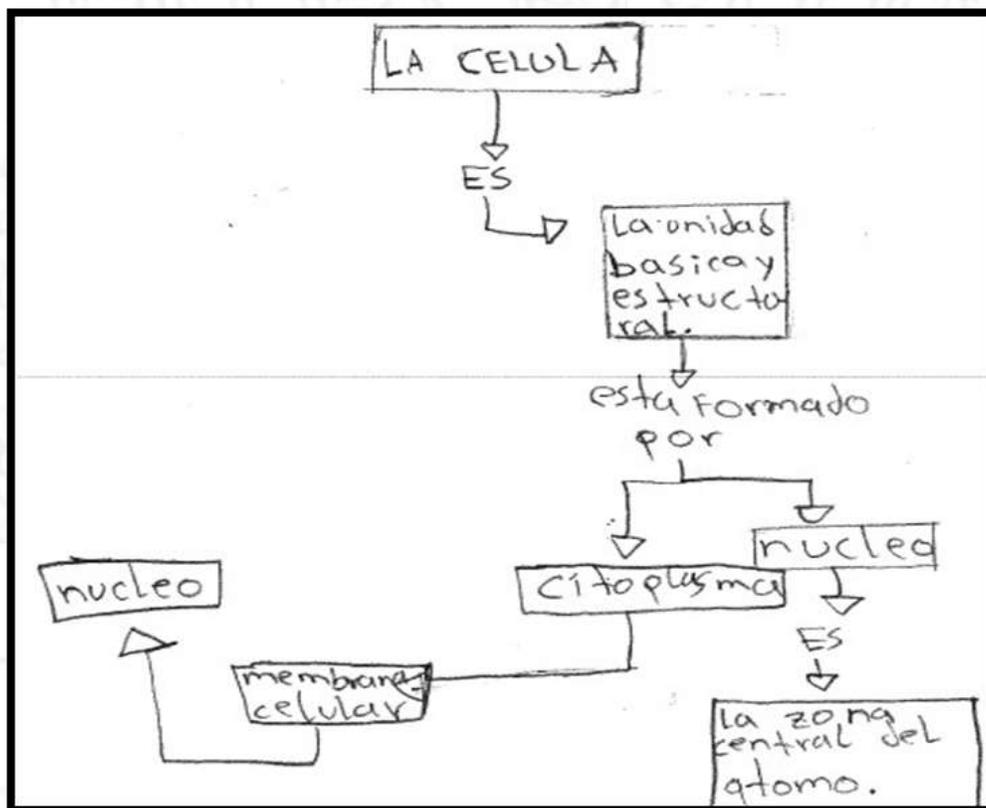


Figura 3. Mapa conceptual realizado por el caso E4 sobre célula eucariota y célula procariota. Etapa inicial.

En relación a la representación elaborada por (E2) frente al concepto de **célula** (Tabla 5), este es descrito como “algo” que hace parte del cuerpo de los seres vivos, quedando difusa esta idea al manifestar que una célula puede ser una bacteria o una planta, lo que permite pensar que hay una generalización comparativa entre células como unidades independientes, de forma similar afirma que la célula se puede encontrar en cualquier parte del cuerpo, expresando una idea antropocentrista dando ejemplos concretos como las extremidades del cuerpo, argumento que puede presentarse para una dualidad interpretativa. Como ocurre en la investigación realizada por González y Harms (2012) donde se hallan estas preconcepciones en niños entre los 11 y 12 años. Respecto a la descripción que elabora sobre este término los casos E2 y E3, se limitan a dar una

definición propia de los libros de texto como “unidad básica de todo ser vivo”, que pese a ser aceptada desde una perspectiva científica, los estudiantes no parecen darle sentido al no emplearla en las representaciones que realizan frente a otros conceptos. Así mismo E3 reitera esta información en el mapa conceptual (figura 4), sin embargo, no expone respecto a qué la célula es la unidad básica. Además, involucra al núcleo como una estructura que hace parte del átomo sin vincularlo a la célula, esto permite comprender una influencia “negativa” en la comprensión biológica de la célula generando errores conceptuales en su proceso de aprendizaje, adicionalmente hace alusión al citoplasma y la membrana plasmática, sin establecer relación con las estructuras celulares que conforman las células y las funciones que llevan a cabo.



**Figura 4.** Mapa conceptual realizado por E3 sobre las concepciones de células eucariotas y procariotas. Etapa inicial, antes de la intervención.

Con relación a la representación que elabora E3 frente al conceptos de **célula** se muestra una célula alargada con una serie de líneas a su alrededor que asemejan los cilios a manera de

pelillos dentro y fuera de ésta (Tabla 5), con un núcleo central y notable, esto llama la atención al contrastar la descripción que realiza con la imagen que ilustra brindando la idea de que células se forman en un cuerpo ya establecido.

En cuanto a la clasificación de la célula eucariota el caso E1 aborda estos conceptos mediante la ilustración de algunos organismos constituidos por este tipo de células, sin embargo el estudiante no incluye otras que pertenecen a este grupo — como hongos y protistas —, lo que se reitera en el mapa conceptual (figura 2 ), donde el estudiante al igual que el caso E2 (Figura 5) inician con dos líneas horizontales en las que explica hacia la izquierda la célula vegetal y hacia la derecha la célula animal, sin hacer mención al vínculo que tienen con la célula eucariota, por el contrario a partir de la célula animal y vegetal plantean la existencia de otras que denomina células unicelulares y pluricelulares, evidenciándose un error conceptual. Además, hacen falta conectores en ambos mapas que representen con mayor claridad las ideas que buscan explicar, los conceptos son repetitivos, adicionalmente no se establece relación entre estos para la construcción de dichos mapas.

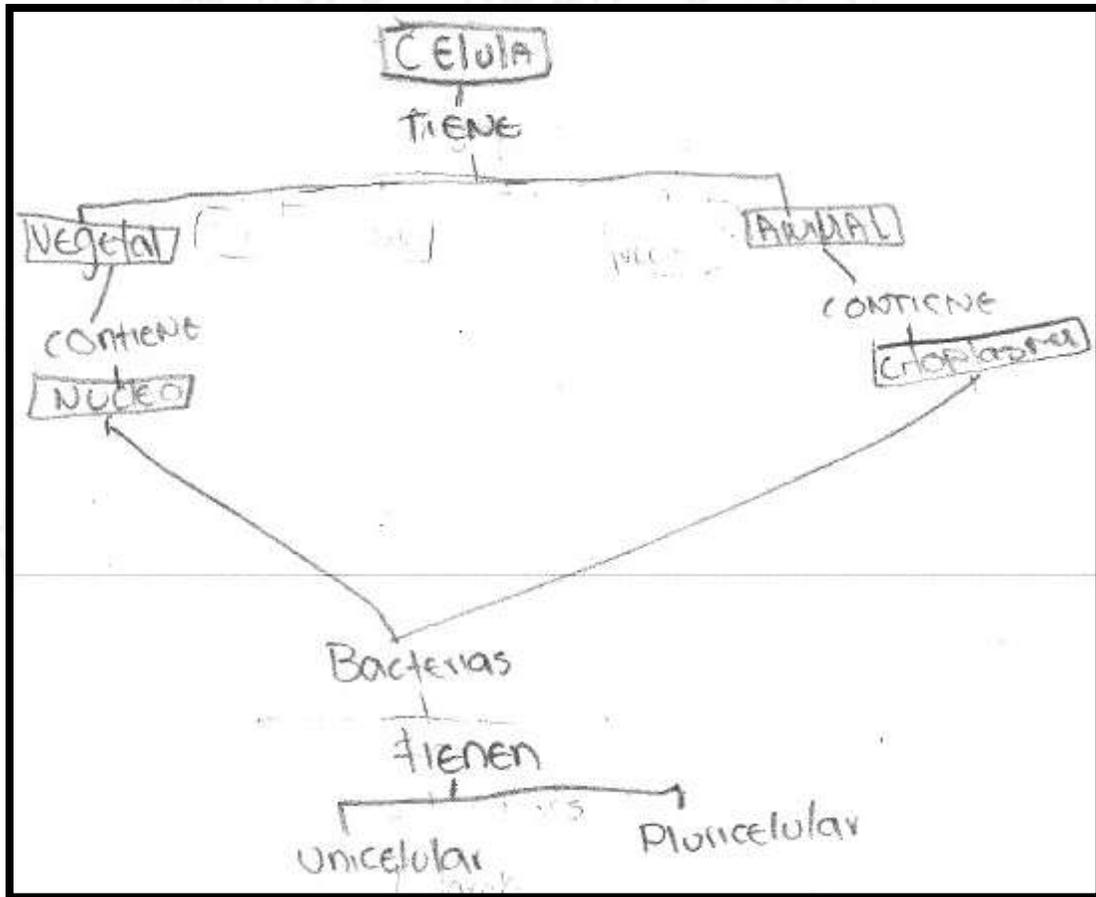


Figura 5. Mapa conceptual realizado por E2 sobre célula eucariota célula y procariota. Etapa inicial.

En la tabla 5, el estudiante E1 y E3 realizan una descripción frente a la célula animal y vegetal, donde enseñan modelos similares para ilustrar la célula eucariota, por un lado, E1 esquematiza los mismos dibujos y E3 simboliza un animal. Por el contrario, E2, pese a representar al igual que E1 este tipo de células, elabora un círculo vacío, sin evidenciar la presencia de organelas y las funciones que llevan a cabo en los procesos celulares, expresando un error conceptual al manifestar que estas son aquellas que no poseen núcleo. La dificultad del estudiante no recae al momento de comprender la célula en sus procesos, sino desde sus estructuras, puesto que más allá de reconocer la célula a partir de una clasificación eucariota y procariota, existe la limitación de mencionar sólo los conceptos de **célula animal** y **célula vegetal**, dando una percepción de que estas se encuentran presentes como objetos abstractos. Sumado a ello, la

diferenciación que se genera entre lo que es una planta, un vegetal y una fruta, permite inferir que las estructuras vegetales proceden de orígenes diferentes para el estudiante E2, reiterándose la poca comprensión sobre estos conceptos al exponer durante el grupo de discusión (Anexo 4, numeral 7) no tener conocimiento sobre este.

Por otro lado, el concepto de **célula eucariota** es representado por el caso E4 mediante un esquema que se asemeja a una célula procariota. Además, parece no tener claridad en su lenguaje verbal al expresar que “la célula eucariota contiene la célula animal” (tabla 5), reiterándolo en el grupo de discusión (Anexo 6, numeral 7) al preguntarle “¿qué es una célula eucariota?”, donde expone que son los animales, dejando de lado otras células que componen este grupo como plantas, hongos y protistas y algunos organismos constituidos por este tipo de células. Adicionalmente, en el mapa conceptual no se refiere a este concepto, por lo cual se deduce que el estudiante E4 al igual que E3 no tienen claridad sobre la célula eucariota ni su clasificación, sin embargo, mencionan algunas estructuras celulares que hacen parte de la célula en general.

En cuanto al grupo de discusión (Anexo 3, numeral 7) el caso E1 expresa nuevamente que los vegetales son un tipo de célula eucariota y adicionalmente expone que los hongos pertenecen a este, obviando a las células animales y a los protistas, sin hace mención a las diferencias estructurales entre las células, en cuanto E3 manifiesta conocer la célula vegetal y animal mas no logra establecer relación con la célula eucariota.

Frente a la subcategoría relacionada con la Acción de agentes químicos y físicos sobre la célula, los estudiantes no abordan el concepto, pero casos como E2, E3 y E4 hacen mención a las bacterias como factores perjudiciales para la salud y el entorno, debido a que producen enfermedades y se encuentran en lugares sucios (Tabla 5), Asimismo E3 lo reitera mediante el grupo de discusión (Anexo 5 , numeral 8) exponiendo que las bacterias son malas, sin embargo los estudiantes no

optan por abordar las diferentes estrategias que posiblemente conocen para mitigar la propagación de este tipo de microorganismos. Además, no aluden a los beneficios de estos en la industria, lo cual puede generarse por la información que han recibido los participantes a través de diferentes medios. En cuanto a la información encontrada en el mapa conceptual, no se evidencia datos que aborden esta subcategoría a excepción del caso E4 quien establece un vínculo entre conceptos cuando expresa que la membrana plasmática es la encargada de proteger a la célula de la entrada en estos organismos (Anexo 6).

Con respecto al caso E1 parece presentar cierto conocimiento sobre los organismos constituidos por las células procariotas, pero no brinda una descripción de las características fundamentales que poseen. De manera similar lo expone durante el grupo de discusión (Anexo 2) cuando expresa que las células procariotas son “bacterias”. La ilustración que realiza el estudiante, pese a tener una aproximación al esquema convencional encontrado en los libros de texto — célula con forma circular con presencia de algunas estructuras, como los flagelos—, no parece tener una representación sobre las estructuras celulares que la componen. Adicionalmente en el mapa conceptual se omite el término de célula procariota.

• **Procedimientos experimentales.** Frente a la categoría de **procedimientos experimentales**, durante el cuestionario abierto solo los casos E1 y E3 abordan la necesidad del uso del microscopio para observar las células, puesto que expresan que estas no son visibles a simple vista, siendo reiterativa esta acotación durante el grupo de discusión, donde igualmente lo expresa E4.

De acuerdo con los datos aportados por los estudiantes se pueden inferir los siguientes

Invariantes Operatorios:

**Tabla 6.**  
*Invariantes operatorios iniciales planteados por los estudiantes – primera fase–.*

Categorías	Subcategorías	Conceptos- en- acción	Teoremas- en- acción.	Estudiantes (casos)	
1. Concepto de células Eucariota y Procariota	1. Procesos y funciones celulares	Célula	Los seres vivos poseen células. Las células eucariotas son los animales y los vegetales.	E1	
		Nutrición Crecimiento Reproducción.	La célula realiza funciones, como la reproducción y la nutrición, las cuales son similares a los procesos que realiza el cuerpo humano.	E1, E2	
		Célula	La célula está en todos los seres vivos. Las células pueden ser de tipo animal y vegetal.	E2	
		Célula	La célula forma el cuerpo de los seres vivos. La célula puede ser de tipo animal o vegetal. La célula está formada por núcleo, citoplasma y membrana celular. La célula es la unidad básica y estructural de los seres vivos. Las células se alimentan entre ellas.	E3	
		Alimentación.	El alimento entra por la membrana de la célula.	E4	
			Célula	Las células están dentro del cuerpo. Las células contienen núcleo, citoplasma, mitocondrias, ribosomas, membrana plasmática y procariotas. Las células eucariotas contienen células animales.	
	2. Acción de agentes químicos y físicos sobre la célula.	Bacterias		Las células procariotas son las bacterias.	E1
				Las bacterias son malas	E3
				Las bacterias producen enfermedades.	E4
	2. Procedimientos Experimentales		Tamaño de la células	Las bacterias son cosas muy pequeñas Las células son pequeñas.	E1, E2, E3, E4
Microscopio			Las bacterias se ven en el microscopio	E1, E3	

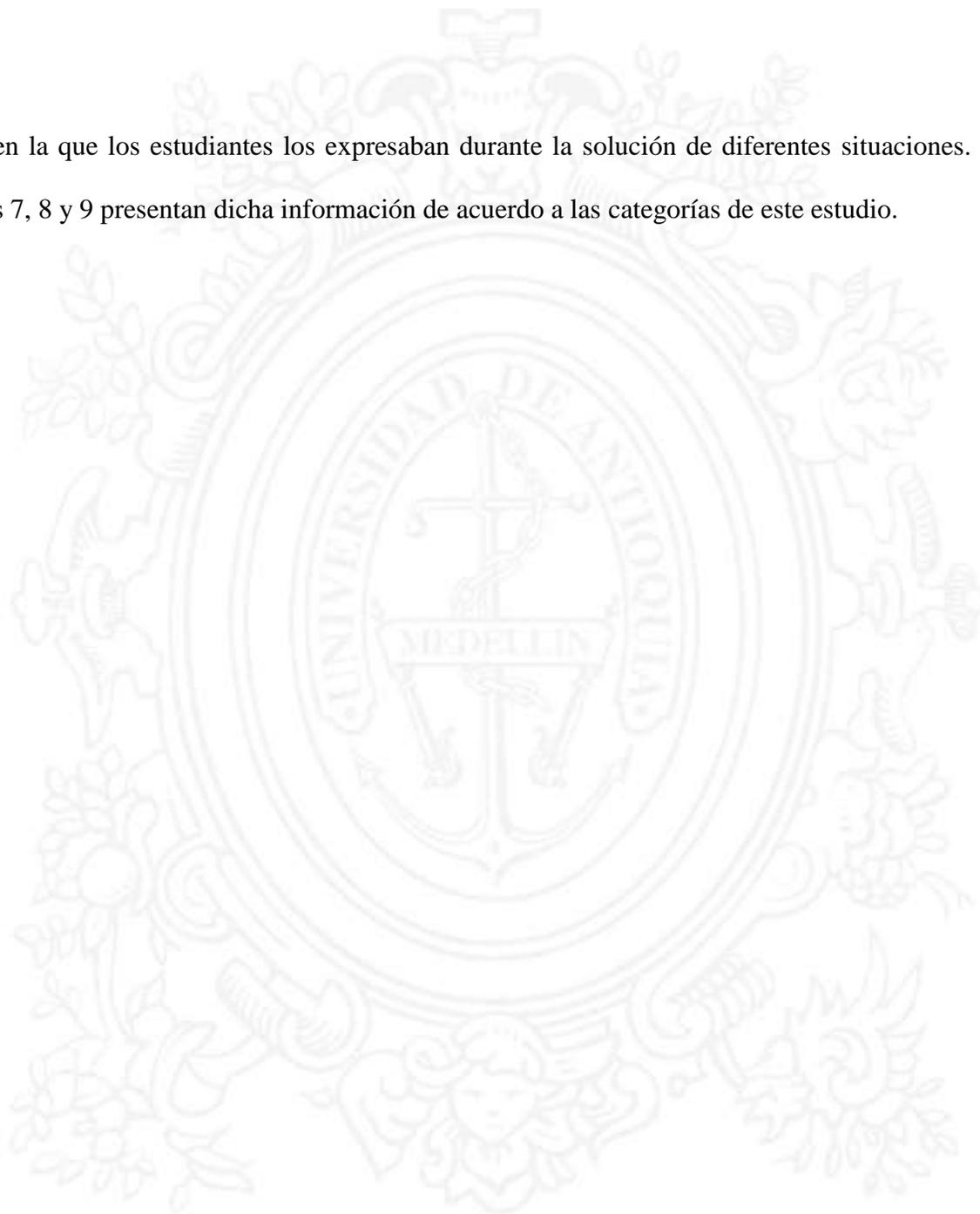
Con respecto a las acotaciones que realizan los estudiantes, se puede inferir una representación de célula que se encuentra condicionada a sus presaberes, ya que es un término que a lo largo de la escolaridad ha sido abordado, lo que le permite determinar algunas características generales de la célula — como forma, tamaño —, sin embargo se presentan grandes falencias en los conocimientos que poseen en relación a la estructura de la célula, expresándose mediante imágenes muy pocas características a nivel morfológico. En cuanto a las funciones de la célula, los participantes parecen no construir una representación cognitiva lo suficientemente clara, puesto que no establecen una conexión entre conceptos referidos a células eucariota y procariota, como los procesos celulares de nutrición reproducción, relación y su importancia a nivel biológico. Además, no parece haber claridad respecto al papel que cumplen las diferentes estructuras celulares para funcionamiento de la célula.

## **6.2. Invariantes operatorios planteados por los estudiantes –Segunda fase-**

Durante esta fase se recogió la información a partir de una **secuencia de situaciones** experimentales, que consistió en la formulación de preguntas donde los estudiantes debían llevar a cabo una serie de tareas con el fin de dar solución a estas y de un **cuestionario abierto**, el cual permitió identificar las representaciones que planteaban los estudiantes después de que se enfrentaban a dichas tareas y conversaciones, en las que los participantes a partir de los conocimientos adquiridos establecían relaciones con los conceptos células eucariota y procariota.

Esta información fue clasificada, organizada en tablas y analizada haciendo uso de algunos elementos de la Teoría de los Campos Conceptuales. Para ello se planteó una serie de categorías en las cuales se ubicaron los fragmentos de las conversaciones y respuestas dadas por los estudiantes, de donde se infieren los invariantes operatorios que surgieron a partir de la frecuencia

en la que los estudiantes los expresaban durante la solución de diferentes situaciones. Las tablas 7, 8 y 9 presentan dicha información de acuerdo a las categorías de este estudio.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

**Tabla 7.**

*Información aportada por los estudiantes durante la solución de la secuencia de situaciones experimentales, de acuerdo a las siguientes categorías: Funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas, procedimientos experimentales.*

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	SITUACIÓN 1	SITUACIÓN 2	SITUACIÓN 3
1. Concepto de células eucariota y procariota	1. Proceso y funciones celulares	<p><b>¿Cómo crees que funcionan estos organismos para convertir la leche en yogurt?</b> E1: Revolviendo bien para que se puedan transformar E2: porque la fermentan E3: Se hace el proceso de fermentación con las bacterias E4: la fermentan</p> <p><b>¿Crees que es suficiente con un solo organismo para llevar a cabo este proceso? Justifica tu respuesta</b> E1: No porque se necesitan varios E2: No porque no se pueden reproducir bien E3: No. Porque son necesarias varias para poder hacer el proceso de agrupación E4: No, se necesitan varias bacterias</p>	<p>Al observar el agar, se puede comprobar que las bacterias se encuentran en pequeños grupos <b>¿A qué se debe este fenómeno?</b> E1: A que su reproducción y formación de colonias. E2: Ellas se relacionan. E3: Se debe al agrupamiento de las bacterias. E4: Gracias a la función de relación</p> <p><b>¿Cuáles crees que son las funciones vitales que se bloquean debido acción de estos agentes químicos?</b> E1: Relación y reproducción. La relación porque no se podrán unir formando colonias y la reproducción E2: porque no podrán reproducirse relación y nutrición. E3: La reproducción E4: Reproducción. Reproducción se afecta porque son exterminadas las bacterias.</p>	<p>En un cultivo de frijól se presenta una anomalía en sus células, ya que la coloración que presenta en el tallo y las hojas es de color blanquecino, debido a la ausencia de clorofila, <b>¿qué explicación se le puede dar a este fenómeno?</b> E1: pierde los cloroplastos. E2: pierde sus cloroplastos E3: le hacen falta los cloroplastos. E4: cloroplastos.</p> <p><b>¿Cómo se podría explicar que una célula animal no pueda realizar el proceso de digestión celular?</b> E1: los lisosomas cogen los nutrientes buenos y los malos los desecha E2: los buenos los deja y las malas se desechan. E3: los lisosomas y tuvo problemas de desechos. E4: lisosomas, ya que estas ayudan a desechos lo malo y tomar lo bueno</p> <p><b>Un pequeño conejo nació muerto debido a que las células de su cuerpo</b></p>

				<p><b>almacenaban exceso de líquidos y desechos, ¿qué organela se encontraba ausente en las células del organismo de este conejo que impidió la eliminación del exceso de sustancias?</b> E1: debido al núcleo y a los lisosomas. E2: creo que son los cloroplastos. E3: los lisosomas. E4: Vacuolas.</p>
<p>2. Acción de agentes químicos y físicos sobre la célula.</p>		<p><b>¿Cómo crees que funcionan estos organismos para convertir la leche en yogur?</b> E1 : Revolviendo bien para que no se pueda transformar E2: Porque la fermentan y no tiene oxígeno E3: Se hace el proceso de fermentación con las bacterias. E4: la fermentan y se necesita una temperatura adecuada.</p> <p><b>¿Qué pasaría si sometieras la leche a componentes como el agua y no a células bacterianas especializadas?</b> E1: No formarían ningún organismo porque las bacterias no se alimentan de agua. E2: No se formarían porque no se reproducen bien. E3: proceso malo</p>	<p><b>Debido a la presencia de bacterias en nuestro alrededor es necesario tomar medidas, con el fin de prevenir el contagio de enfermedades producto de estos microorganismos ¿Qué tipo de hábitos cotidianos debemos practicar para combatir las bacterias?</b> E1: El uso de los antibióticos, los jabones, el alcohol, el antibacterial para mantenernos limpios. E2: Agentes químicos como el cloro, el jabón, alcohol, detergente y antibióticos. E3: Mantenernos limpios E4: Bañarnos, lavarnos las manos, hacer aseo</p> <p><b>Para llevar a cabo la tercera</b></p>	<p><b>Una cebolla sufre una alteración y sus células no se pueden reproducir ¿Qué organela se encuentra ausente para que se impida este proceso?</b> E1: reproducción y relación E2: la manera que creamos, es la reproducción. E3: le hace falta el núcleo. E4: el núcleo</p> <p><b>Las células de una planta de maíz que no presenta condiciones adecuadas para su desarrollo pierden la pared celular, ¿cómo se podrían ver afectadas dichas células?</b> E1: pierde rigidez y deja de crecer. E2: pierde rigidez y pierde físico la planta, se vuelve muy</p>

		<p>E4: No porque no tienen células, porque no tiene materiales para hacer fermentación.</p>	<p><b>fase de este laboratorio debemos utilizar agentes químicos en cultivos de agar que construimos. ¿Cuál crees que es la función de estos componentes químicos sobre el cultivo de bacterias?</b>  E1: Matar las bacterias  E2: Eliminar bacterias  E3: para quitarlas de donde estén  E4: Matarlas, combatir las, exterminarlas.</p> <p><b>Al observar la acción que realiza cada agente químico sobre el cultivo, se puede observar que no todos tienen una reacción de control en las bacterias ¿Cómo podrías explicar esto?</b>  E1: Porque hay agentes químicos que no actúan sobre las bacterias.  E2: Porque hay unas bacterias que se vuelven resistentes a los agentes químicos  E3: Hay jabones que no funcionan y por eso no quitan las bacterias.  E4: Las bacterias generan resistencia, debido a que producen nuevas formas para que el agente químico no las mate.</p>	<p>deforme.  E3: se desprotege porque la pared celular es la que protege  E4: la planta perdería su rigidez.</p>
<p>2. Procedimientos experimentales</p>		<p><b>Durante la práctica de laboratorio se utilizaron una</b></p>	<p><b>¿Crees que existe alguna manera de observar algo tan</b></p>	<p><b>La célula es la unidad funcional y estructural de</b></p>

	<p><b>serie de materiales que permiten la conversión de la leche en yogurt ¿Cuál de los componentes crees que fue fundamental para este cambio?</b> E1: kumis E2: El kumis porque tiene más bacterias E3: El kumis porque le da una reacción y tiene más bacterias E4: Kumis porque trae las bacterias</p> <p><b>¿Conoces un mecanismo que te permita visualizar esos componentes? ¿Cuál o cuáles?</b> E1: El microscopio E2: Microscopios E3: Un microscopio E4: Si, microscopio</p> <p><b>¿Por qué no es posible observar a simple vista los componentes que convierten la leche en yogur?</b> E1: Porque son diminutas E2: Porque son muy pequeñas E3 porque son muy pequeñas y solo se pueden ver con microscopio E4: Porque son pequeñas y transparentes</p>	<p><b>pequeño como las bacterias sin utilizar microscopio? Justifica tu respuesta</b> E1: Si, porque cuando forman colonias se reproducen y cumplen funciones de relación, nutrición y reproducción. E2: Si, cuando se forman bastantes células y forman como si fuera un panal de avispas. E3: Si, porque hacen el proceso de reproducción y el agrupamiento. E4: Si, ya que forman colonias numerosas que se pueden ver a simple vista.</p> <p><b>¿Qué función cumple la gelatina en la producción de bacterias?</b> E1: Nutrir las bacterias. E2: Nutrición. E3: Reproducción E4: Alimentación</p>	<p><b>todos los seres vivos, éstas poseen diferentes tamaños y formas, existen algunas que no son observables a simple vista ¿Qué procedimientos harías para identificar sus diferentes estructuras?</b> E1: miro por un microscopio E2: mirar por un microscopio y así las diferenciamos, por ejemplo cómo una es vegetal y otra es animal E3: mirar por microscopio con lo que tienen por dentro E4: utilizar un microscopio para diferenciarlas</p>
--	---	---	--

**Tabla 8.**

*Información recogida durante las conversaciones con los estudiantes, de acuerdo a las siguientes categorías: Funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas, procedimientos experimentales.*

Categoría	Subcategoría	Audio laboratorio 1: procesos celulares	Audio laboratorio 2: control biológico de las bacterias	Audio laboratorio 3: célula eucariota
1. Concepto de células eucariota y procariota	1. Procesos y funciones celulares	<p><b>Profesora: ¿Es suficiente con la presencia de una sola bacteria para convertir la leche en yogurt?</b> E1: No se puede porque ellas necesitan de otras bacterias E2: No porque así no se reproducen E3: No, porque las bacterias se tienden a unir E4: No, se necesitan de varias células</p> <p><b>Profesora: ¿Porque crees la leche se convierte en yogurt?</b> E1: Porque las bacterias pueden fermentar la leche E2: Por la fermentación E3: Porque las bacterias fermentaron la leche E4: por el proceso de fermentación, porque las bacterias cuando se alimentan eliminan sustancias que permiten convertir la leche en yogurt</p> <p><b>Profesora: ¿A qué se debe el proceso de fermentación en las bacterias?</b> E1: Esto se debe a que las bacterias necesitan alimentarse y lo hacen tomándose la leche y eliminando lo que no les sirve. E2: Es por la nutrición y las bacterias se alimentan y botan lo que no les sirve y eso les sirve para hacer el yogurt. E3: a la eliminación de cosas que no le</p>	<p>Profesora: <b>¿A qué se debe que en el agar se observen pequeños grupos de bacterias?</b> E1: Por la formación de colonias, porque las bacterias se reproducen y se nutren E2: Por la reproducción de las bacterias E3: Por la reproducción de las bacterias E4: Por la función de relación</p>	<p><b>Profesora: ¿Cuál es la organela responsable del proceso de reproducción?</b> E1= El núcleo E2= El núcleo E3= El núcleo E4= El núcleo</p> <p><b>Profesora: cuándo una planta sufre una anomalía y se encuentra de color blanco es porque presenta ausencia de una organela...¿recuerdas cuál?</b> E1= Los cloroplastos E2= Cloroplastos E3= Cloroplastos E4=Si, los cloroplastos</p> <p><b>Profesora: ¿Cuál es la función de los cloroplastos?</b> E1= Darle color verde a las hojas E2= Darle color verde a la planta E3= El color verde en las plantas E4= Ponerla verde</p>

	<p>2. Acción de agentes químicos y físicos sobre la célula.</p>	<p>sirven. E4: porque las bacterias cuando se alimentan eliminan sustancias que sirven para convertir la leche en yogurt</p> <p><b>¿Qué sucede si falta algún componente de los que se utilizaron para la transformación de la leche en yogurt?</b> E1: No se podría transformar la leche en yogurt, porque sin esos materiales no se podría. E2: No se formaría yogurt E3: No tiene los materiales que se necesitan para hacer yogurt E4: Como las bacterias se alimentan de estos materiales, no se pueden alimentar porque no están.</p> <p><b>¿Por qué es importante tener la leche en condiciones adecuadas, como: temperatura óptima, ausencia de luz y oxígeno para que se pueda transformar la leche en yogurt?</b> E1= porque así es que se fermentan E2= No se E3= Para hacer el yogurt E4= Porque así se hace la fermentación y se transforma la leche en yogurt</p>	<p><b>Profesora: ¿Cómo afectan los agentes químicos a las bacterias?</b> E1: las bacterias no pueden cumplir sus funciones vitales. E2: se mueren las bacterias. E3: se eliminan las bacterias. E4: las bacterias son eliminadas y no pueden hacer sus funciones de reproducción, nutrición y relación.</p>	<p><b>Profesora: ¿Qué sucede en una célula vegetal cuando sufre alteraciones y no se puede reproducir?</b> E1= No entiendo E2= No se reproduce E3= Se muere porque le falta el núcleo E4= esto sucede porque pierde el núcleo</p> <p><b>Profesora: ¿Qué pasa cuando una planta pierde su pared celular?</b> E1= No crece más y pierde rigidez E2= Se daña la planta E3= Se desprotege la planta porque pierde su pared E4= La planta pierde color y rigidez</p>
<p>2. Procedimientos experimentales</p>		<p><b>Profesora: ¿Por qué se observan las bacterias de color morado?</b> E1= por el colorante E2= porque se usa colorante E3= porque le echamos colorante E4= Por el colorante</p>	<p><b>Profesora: ¿Cómo fue posible observar la colonia de bacterias?</b> E1: Gracias al cultivo de agar porque ahí se formaron las bacterias. E2: En el agar se formaron las colonias. E3: Por el agar E4: En el agar se</p>	<p><b>Profesora ¿Qué procedimiento realizaste para observar la cebolla?</b> E1= Partí una cebolla, la pele y le saque una capa delgada y luego la monte al microscopio. E2= Pele una cebolla le saque una laminita delgada, la puse en el cubreobjetos, le eche un poquito de agua y luego el cubre y observe. E3= Pele una cebolla y la partí y</p>

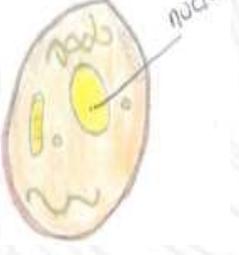
	<p><b>Profesora ¿Qué materiales se utilizó para observar las bacterias?</b>  E1= Leche, azúcar, kumis y revolver  E2= Leche, azúcar, kumis y colorante  E3= Leche, kumis, azúcar, portaobjetos, cubreobjetos y microscopio  E4= Kumis, azúcar, leche, microscopio para observar y colorante.</p>	<p>reproducen las bacterias y ahí se pueden observar.</p> <p><b>Profesora: ¿Cómo se elabora el agar?</b>  E1: con gelatina y agua, debe ser igual agua que gelatina, se coloca en la nevera y después se colocan las bacterias allí.  E2: Con gelatina y agua.  E3: Se mezcla gelatina con agua y después se toma una muestra de bacterias para que se reproduzcan ahí.  E4: Se coloca agua y gelatina, después se deja cuajar y después se inoculan bacterias.</p>	<p>después le saque un pedazo delgadito y la observe en el microscopio.  E4=Cogí una cebolla la partí y le saque un pedacito y la monte al microscopio.</p>
		<p><b>Profesora: ¿Cómo podemos controlar las bacterias en nuestro alrededor?</b>  E1: Usando agentes químicos como los que usamos en este laboratorio, límpido, alcohol.  E2: utilizando jabones, alcohol, detergente.  E3: los agentes químicos ayudan a controlarla.</p>	

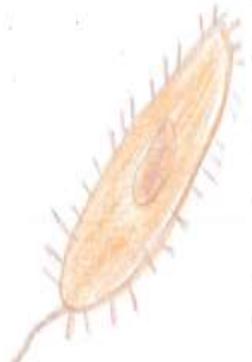
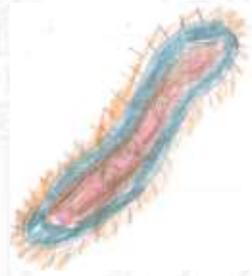
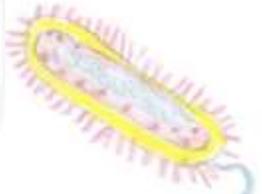


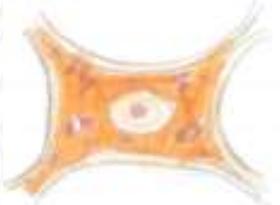
		E4: Haciendo aseo y usando químicos que las eliminan como el alcohol, el detergente	
--	--	---	--

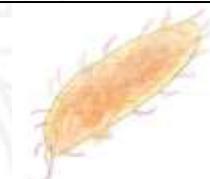
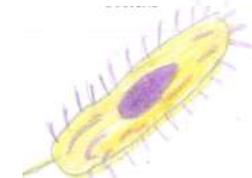
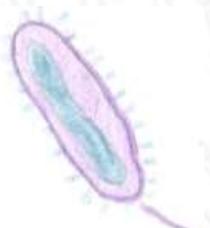
**Tabla 8.**

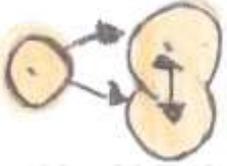
*Información suministrada por los estudiantes en sus respuestas al cuestionario abierto, en referencia a las categorías: funciones y procesos de las células eucariotas y procariotas y procedimientos experimentales.*

Concepto	Caso E1	Caso E2	Caso E3	Caso E4	Proposiciones de referencia.
Célula	<p>La célula está ubicada en el cerebro, es una cosa muy importante para el ser humano.</p> 	<p>La célula para mí es un órgano muy importante para el cuerpo humano.</p> 	<p>La célula es un organismo muy importante para cualquier ser vivo, ya que son parte de todo nuestro cuerpo.</p> 	<p>La célula es un organismo muy importante para todos los seres vivos.</p> 	<p>Constituyente primordial de todos los seres vivos, tiene la capacidad de reproducirse de manera independiente, formada por una serie de estructuras que le permiten realizar funciones vitales.</p>
Organismo pluricelular	<p>Un organismo pluricelular está conformado por muchas células.</p> 	<p>Para mí este organismo es dos o más células</p> 	<p>El organismo pluricelular es el que tiene muchas células, ya que están en todos los seres vivos.</p> 	<p>Está formado por varias células, ayudan a formar órganos y varias partes del cuerpo.</p> 	<p>Ser vivo individual formado por muchas células que se especializan en cumplir con determinadas funciones.</p>

<p>Organismo unicelular</p>	<p>Dibujó una bacteria porque es unicelular y tiene una sola célula.</p> 	<p>Para mí un organismo unicelular son como: las bacterias son las que tienen una célula</p> 	<p>El organismo unicelular es el que sólo tiene una célula, por ejemplo las bacterias.</p> 	<p>Ésta vive de otros seres y objetos y respira por su propia cuenta y viven solas.</p> 	<p>Poseen una única célula capaz de realizar todas las funciones del organismo individual.</p>
<p>Célula eucariota</p>	<p>La célula eucariota son la célula vegetal y animal.</p> 	<p>Una célula eucariota son las que tienen núcleo</p> 	<p>Para mí la célula eucariota es la que tiene un núcleo, ya que las procariotas no tienen un núcleo.</p> 	<p>Es la que tiene el núcleo definido.</p> 	<p>Célula que presenta un núcleo diferenciado, protegido por una membrana y con citoplasma organizado, con endomembranas específicas.</p>

<p>Célula animal</p>	<p>La célula animal es una célula eucariota.</p> 	<p>La célula animal no tiene pared.</p> 	<p>Las células animales son parte de las eucariotas porque también tienen un núcleo y las procariotas no.</p> 	<p>La célula animal es la que tiene sólo membrana celular.</p> 	<p>Componen los tejidos de los organismos animales; no presentan pared celular.</p>
<p>Célula vegetal</p>	<p>La célula vegetal es eucariota.</p> 	<p>La célula vegetal tiene membrana y pared celular.</p> 	<p>La célula vegetal es la que posee una pared celular y se unen y hacen tejidos.</p> 	<p>La célula vegetal es la que tiene pared y membrana celular.</p> 	<p>Componen los tejidos de las plantas; presentan pared celular.</p>
<p>Célula procariota</p>	<p>Es una bacteria y se pueden observar por microscopio en el agar.</p> 	<p>Son las que no tienen núcleo.</p> 	<p>La célula procariota no tienen núcleo y la eucariota sí tiene núcleo.</p> 	<p>Es una bacteria que no tienen núcleo definido, son muy pequeñas y se tienen que ver con microscopio.</p>	<p>No poseen un núcleo delimitado o definido, este tipo de células caracteriza en su mayoría a muchos organismos unicelulares.</p>

					
Bacteria	<p>Las bacterias están compuestas de células procariotas, las bacterias se matan con la ayuda de los detergentes y alcohol.</p> 	<p>Para mí una bacteria es un ser vivo.</p> 	<p>Una bacteria es microscópica y muy chiquita y no la podemos ver a simple vista, se necesita un microscopio.</p> 	<p>Esta vive por su cuenta, se alimenta y respira. También producen enfermedades y contaminación que se quita con los agentes químicos.</p> 	<p>Microorganismo unicelular procarionte, con pared celular de péptidoglucano.</p>
Nutrición celular	<p>Es cuando se nutren.</p> 	<p>Es cuando se nutren.</p> 	<p>Es cuando las células se alimentan de los nutrientes que los humanos y los seres vivos tenemos en el cuerpo por nuestra alimentación.</p> 	<p>Esta se alimenta de nutrientes que nosotros ingerimos.</p> 	<p>Proceso celular consistente en la introducción de nutrientes al interior de la célula a través de la membrana celular.</p>
Reproducción celular	<p>Es cuando se reproducen.</p>	<p>Son las que se multiplican.</p>	<p>Es cuando las células se reproducen unas con otras.</p>	<p>Se da gracias a una célula madre que se duplica.</p>	<p>Procedimiento que permite generar nuevas células a partir de</p>

					<p>una célula madre, proceso de división de células que posibilita el crecimiento y multiplicación de los organismos.</p>
--	---	---	---	---	---

A continuación, se interpreta la información planteada por los estudiantes de acuerdo con las categorías de análisis: concepto de células eucariota y procariota —Subcategorías: Procesos y funciones celulares y acción de los agentes químicos y físicos sobre la célula— y procedimientos experimentales.

Al confrontar a los participantes a las diferentes situaciones y analizando las representaciones que realizan después de la intervención se infiere con relación a la categoría de concepto de células eucariota y procariota, que los estudiantes consideran necesario la presencia de diferentes organelas que permitan su funcionamiento normal, presentando claridad en la existencia del núcleo como estructura elemental para la reproducción de las células (tabla 7 y 8) cuando exponen que sin esta estructura “la célula no se podría reproducir”, del mismo modo identifican a los cloroplastos como parte indispensable en la formación de clorofila de las células vegetales (tablas 7 y 8), expresando que esta es la encargada de “dar el color verde a las plantas”. Además realizan representaciones (tabla 9) que evidencian la introducción de nuevos conceptos a sus esquemas mentales, ilustrando algunas organelas al interior de la célula, como, aparato de Golgi, retículo endoplasmático, citoplasma y mitocondrias, sin embargo no mencionan las funciones que estas llevan a cabo, adicionalmente parecen presentar confusión con relación a otros conceptos, por ejemplo, los casos E1, E2 y E3 no reconocen las organelas encargadas de la eliminación de desechos, asimismo E2 parece no tener claridad frente a las estructuras responsables de la digestión celular, atribuyendo esta función a los lisosomas. En cuanto a los diferentes procesos que lleva a cabo la célula los estudiantes coinciden con que estos pueden ser alterados, debido a la presencia de agentes físicos y químicos, que impiden el funcionamiento de la célula, como por ejemplo la pérdida de determinadas estructuras (tablas 7 y 8) que generan limitaciones en esta.

Los estudiantes realizan una serie de esquemas y descripciones que representan procesos celulares como la reproducción (tabla 9), las cuales coinciden con la información que se encuentra en los libros de texto (Audesirk et al., 2011), asimismo se aproximan en sus respuestas cuando se les pregunta a que se debe el proceso de fermentación, exponiendo que esto se relaciona a la eliminación de desechos, sin embargo no involucran otros factores que influyen en este fenómeno, como la respiración anaerobia y la nutrición.

En cuanto a las representaciones que realizan respecto al proceso de nutrición celular todos los casos logran vincular el papel que cumple la membrana celular en la entrada de moléculas al interior de la célula, pese a ello la descripción que realizan no es lo suficientemente clara para explicar este proceso, puesto que no abordan conceptos como la semipermeabilidad de esta estructura y la entrada selectiva de sustancias. Esto puede deberse a que los participantes no tienen activo en sus esquemas mentales este tipo de conceptos y al poco conocimiento frente a las funciones que desarrolla cada una de sus organelas.

Con relación al proceso de reproducción, los estudiantes se remiten a la asociación de las células como factor fundamental para llevar a cabo funciones determinadas, algunos casos como E3 vinculan la formación de colonias a dicho proceso, E4 lo enlaza a procesos de relación, mientras que el caso E1 y E2 lo asocian a ambas actividades (tabla 7 y 8). Respecto a la reproducción, los participantes presentan contradicción cuando expresan que es necesario de la presencia de varias células para la conversión de la leche en yogur, sin tener en cuenta que la reproducción de las bacterias se genera a partir de una sola célula para la construcción de dichas colonias. Sin embargo, en las representaciones que realizan los participantes (tabla 9), se pueden inferir que reconocen que a partir de una célula madre se forman dos células hijas, lo que permite interpretar que los estudiantes a pesar de tener nuevos conceptos en acción no logran establecer relación entre los

mismos para dar solución a determinadas tareas, como es el caso de la transformación de la leche en yogur a través de una sola célula.

Frente a la subcategoría acción de los agentes químicos y físicos sobre la célula, los casos E1, E3, y E4 logran comprender que sin la presencia de condiciones ambientales adecuadas — temperatura, ausencia de oxígeno, entre otras —, las bacterias no logran llevar a cabo sus respectivos procesos, mientras que E2 expresa no tener conocimiento con relación a esto (tabla 7 y 8). Con respecto al fenómeno de fermentación de la leche, los participantes coinciden con la necesidad de utilizar todos los componentes — leche, azúcar y colonia de bacterias—, para la transformación en yogurt, puesto que con la ausencia de uno de ellos se alteraría el proceso.

Con relación al daño que generan los agentes químicos a nivel celular, todos los estudiantes exponen que estos causan la muerte de la célula, sin embargo, E1 y E4 profundizan su descripción, remitiéndolo a la alteración de los procesos celulares (tabla 7 y 8), retomándolo nuevamente durante el cuestionario abierto donde valoran la presencia de estos como un factor importante en la eliminación de bacterias. A partir de lo cual se puede inferir que los casos E1 y E4 poseen nuevos teoremas en acción que les permiten hacer una relación de conceptos entre los agentes químicos y la alteración de los procesos celulares.

Por otro lado, los estudiantes hacen énfasis en la importancia del aseo y uso de sustancias —Limpido, alcohol, antibacterial, detergente — que eviten la propagación de microorganismos, adicionalmente participantes como E2 y E4 amplían su representación al expresar la existencia de algunas bacterias que se vuelven resistentes a dichas sustancias, por el contrario E1 y E3 lo relacionan con la poca efectividad de los productos, lo que permite deducir que los casos E2 y E4 hacen operatorio un nuevo concepto a sus esquemas mentales, que le posibilitan realizar una construcción más elaborada.

Los estudiantes E1 y E2 parecen tener claro que debido a la alteración por pérdida de determinadas organelas, como el núcleo se afectan las actividades de reproducción, asimismo, los participantes asumen que la célula sufre cambios por la ausencia de pared celular en los vegetales, afectando su funcionamiento, por un lado, los casos E1, E2 y E4 lo vinculan a la pérdida de rigidez, mientras que E3 lo relaciona con la falta de protección. Adicionalmente algunos participantes incluyen otros conceptos como es el caso de E1, quien menciona la pérdida del crecimiento, E2 que lo remite a daños en la célula y E4 a pérdida de color.

• **Procedimientos experimentales.** Con relación a la categoría procedimientos experimentales se puede inferir que los estudiantes comprenden la importancia del uso del microscopio en la observación de las células, debido al tamaño que presentan (tabla 7 y 8) —Este concepto se encontraba instaurado previa a la intervención —, sin embargo, algunos estudiantes como el caso E2 no retoma el término durante la aplicación del cuestionario abierto, por el contrario E1, E3 y E4 exponen nuevamente su utilidad en la identificación de organismos que no son observables a simple vista, sumo a ello E4 realiza una representación que se asemeja a lo observado en la práctica del laboratorio número 1 (tabla 9), evidenciándose la construcción de nuevos esquemas.

Los estudiantes introducen nuevos conceptos y teoremas en acción en relación al procedimiento para la observación de las células, como el uso del cubreobjetos, portaobjetos, técnicas para el corte, elaboración de montajes y el empleo de colorantes en la identificación de determinadas estructuras. Asimismo, los participantes manifiestan que células como las bacterias pueden ser observables a través de los medios de cultivo debido a la formación de colonias (tabla 7 y 8) donde el caso E1 reitera esta información mediante el cuestionario abierto (tabla 9), aparte de ello vincula al igual que E3, la reproducción a este fenómeno. Durante la realización de los

laboratorios, los participantes tuvieron claridad sobre los materiales que debían ser implementados en cada práctica experimental, valorando el papel que cumplía cada uno de elementos utilizados para llevar cabo diferentes tareas, como el papel del kumis en la obtención del yogur, la gelatina como fuente de alimento en la formación de las bacterias entre otras.

A partir de lo anterior se puede inferir que hubo una evolución frente al campo conceptual de referencia más notoria en los casos E1 y E4, especialmente en lo relacionado a los prendimientos experimentales, no solo por el acercamiento en el dominio de los diferentes materiales e instrumentos utilizados en el laboratorio, sino también en las relaciones de conceptos que permitieron fortalecer el vínculo de lo teórico- práctico. Además, se pudo identificar el uso de nuevos conceptos- en -acción y teoremas -en- acción utilizados en la solución de las diferentes situaciones experimentales (tabla 10).

Con relación a los procesos celulares, se puede resaltar que los estudiantes fortalecieron sus representaciones frente a los conceptos de células eucariota y procariota en relación a la fase inicial, evidenciándose ilustraciones más completas, sin embargo, estas continúan siendo similares a las encontradas en los libros de texto, excepto el caso E4, quien representa algunos de sus esquemas a partir de la práctica experimental. Cabe resaltar, que aún se hacen evidentes diferentes falencias en los estudiantes con relación a los conceptos sobre células eucariota y procariota frente a las funciones que se llevan a cabo en el interior de la misma, siendo fundamental profundizar en el reconocimiento de las organelas celulares,

Los posibles conceptos y teoremas en acción construidos por los estudiantes en esta segunda fase se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 9.**  
*Invariantes operatorios planteados por los estudiantes en la segunda fase.*

Categorías	Subcategorías	Conceptos- en- acción	Teoremas- en- acción.	Estudiantes (casos)	
1. Conceptos de célula eucariota y procariota.	1. Procesos y funciones celulares	Reproducción	El núcleo es el encargado de la reproducción	E1, E2, E3, E4	
		Fermentación	El yogur se forma por la fermentación.	E1, E2, E3, E4	
		Colonias	Las células forman colonias.	E3, E4	
		Nutrición	Las células se nutren de lo que consume el ser humano		
	Cloroplastos	Los cloroplastos le dan color verde a la planta	E1, E2, E3, E4		
	Núcleo	Sin el núcleo la célula no se podría reproducir.			
	2. Acción de los agentes químicos y físicos sobre la célula	Célula		La célula es indispensable para los seres vivos.	E1, E2, E3, E4
				La célula eucariota tiene un núcleo.	E2, E3, E4
			Agentes químicos	Los agentes químicos afectan a la célula. Los agentes químicos eliminan las bacterias.	E1, E2, E3, E4
			Los agentes químicos afectan las funciones vitales de la célula.	E1 E4	
		Las bacterias se vuelven resistentes a algunos agentes químicos.	E2 E4		
Organelas		Si falta organelas se pueden afectar las funciones de la célula.	E1 E2		

<p>2.Procedimientos Experimentales</p>		<p>Agar</p> <p>Bacterias</p> <p>Portaobjetos y cubreobjetos</p> <p>Colorante</p> <p>Uso del microscopio</p>	<p>Las bacterias se pueden ver a través de la formación de colonias en el agar.</p> <p>Se necesita de las bacterias para hacer yogur.</p> <p>Para ver las bacterias se debe cortar las muestras y montarlas al portaobjetos y cubreobjetos.</p> <p>Para ver las muestras se agrega el colorante.</p> <p>Las células se observan al microscopio por ser pequeñas.</p>	<p>E1, E2, E3, E4</p>
--	--	---	--	-----------------------

La Teoría de los Campos Conceptuales implica un orden en los procesos de formación que se vinculan con la identificación de situaciones, conceptos, proposiciones, representaciones y reglas de acción donde el sujeto participa de forma activa, movilizándolo los fundamentos de sus esquemas para el aprendizaje de determinados conceptos. Esto se evidencia en las diferentes situaciones en las que los estudiantes plantearon ciertas rutas que les permitieron dar solución a las mismas (Tabla 8), haciendo uso de conceptos, relación entre conceptos y poniendo en práctica determinados procedimientos. Esta teoría permitió que los participantes utilizaran los conocimientos y procedimientos preliminares que poseían, la integración de nuevos conceptos y teoremas en acción, los cuales orientaban la solución de diferentes tareas. Además, que los conceptos no se limitaran a simples definiciones, sino que tuvieran sentido en la solución de las situaciones experimentales a partir del campo conceptual de referencia —Células eucariota y procariota—.

Con relación a lo anterior se podría decir, que la teoría de los campos conceptuales aporta elementos fundamentales en la enseñanza de las ciencias, potenciando los procesos de conceptualización para la evolución cognitiva y el desarrollo de competencias en el sujeto.

### **6.3. Consideraciones finales**

En el presente trabajo investigativo indagamos las posibilidades que tiene un grupo de estudiantes de grado quinto de primaria en la apropiación de referentes teóricos sobre los conceptos de célula eucariota y célula procariota en una secuencia de situaciones que no sólo involucran elementos teóricos, sino también prácticos, experimentales y procedimentales.

La teoría de Campos Conceptuales como referente teórico encauza la investigación de los aprendizajes logrados en los estudiantes, facilitando un análisis en las implicaciones conceptuales

sobre la enseñanza de conceptos científicos relacionados como células eucariota y procariota, mediante el reconocimiento de invariantes operatorios empleados en el momento de resolver preguntas y situaciones problematizadoras.

Los estudiantes durante las prácticas experimentales logran determinar aspectos perceptibles tanto microscópicos como macroscópicos sobre la célula; llevando a cabo determinadas tareas que permiten un acercamiento al quehacer científico, desde un trabajo experimental que genera en los estudiantes nuevas alternativas de aprendizaje y fomenta el estudio colaborativo. El uso de situaciones experimentales en el campo conceptual de referencia favoreció la conceptualización de célula eucariota y célula procariota, desde un enfoque que se aborda de lo simple hacia lo complejo, posibilitando la construcción de invariantes operatorios.

Respecto al contexto de formación científica en Básica Primaria, se logra identificar la importancia de las células en la formación de tejidos, órganos y sistemas –tal como sucede con los casos E3 y E4— por esta razón, también se puede deducir que los estudiantes asocian la idea de célula a la de tipo animal, de manera similar, estos órganos y sistemas son referidos al cuerpo humano, infiriendo una representación enlazada a un enfoque antropocentrista en los estudiantes.

En relación a la metodología didáctica, los estudiantes logran elaborar vínculos entre conceptos, establecen jerarquías, semejanzas y diferencias entre éstos, permitiendo observar cuestiones a nivel estructural y de procesos celulares, de los cuales se pueden deducir interacciones entre los esquemas generados a partir del desarrollo cognitivo de los estudiantes y la búsqueda de solución a diversas situaciones, expresando una acomodación nueva en sus invariantes operatorios.

Los invariantes operatorios utilizados por los estudiantes facilitaron en conjunto solucionar situaciones problematizadoras, permitiendo así la construcción de nuevos esquemas, esto se pudo evidenciar en el caso E4 al expresar que los procesos vitales celulares se alteran al utilizar agentes

químicos y físicos sobre la célula y reconociendo la resistencia que crean las células procariotas a algunos agentes químicos como los antibióticos.

El análisis realizado por los estudiantes con relación a los efectos por fallas en las funciones tanto en células eucariotas como procariotas, guiado a través de preguntas problematizadoras permite retroalimentar los conceptos y la naturaleza propia de las situaciones de conexión entre los procesos celulares y las organelas. Particularmente, todos los casos expresan los conceptos con base a la observación, realizando una descripción operativa de la célula, el caso E4 logra una construcción de esquemas más amplia y compleja en la que se evidencian los procesos celulares.

Las prácticas de laboratorio permitieron reorientar experiencias tradicionales al acercar a los estudiantes a una oportunidad de contacto al conocimiento conceptual, procedimental y a aspectos de la metodología científica, tal como lo fue el uso del microscopio como herramienta de observación. Esta experiencia resulta significativa para los estudiantes en quienes se evidencia gran disfrute de la actividad, motivación y disposición para la práctica propuesta. A partir de las prácticas experimentales desarrollan propuestas, plantean hipótesis y sus observaciones son incluidas dentro de sus invariantes operatorios para dar respuestas a diferentes situaciones problematizadoras y a la comprensión de su entorno natural.

Respecto a la pregunta central de nuestra investigación ¿Qué invariantes operatorios emplea un grupo de estudiantes del grado quinto de Básica Primaria de la Institución Educativa Playa Rica, cuando resuelven una secuencia de situaciones experimentales relacionadas con los conceptos de células eucariota y procariota? Se enuncian asuntos fundamentales aludiendo a evidencias halladas, así, los escritos y representaciones de los estudiantes explicitan invariantes operatorios en términos de aprendizaje, donde se identifican las diferentes reglas de acción

contenidas en sus esquemas, lo que permite inferir que de una u otra manera los sujetos utilizan estos para proponer solución a las tareas propuestas.

La evaluación de las conceptualizaciones de los estudiantes en relación a los aportes de la Teoría de Campos Conceptuales se hizo a partir de la observación de las condiciones en las cuales los estudiantes conceptualizaban desde sus representaciones, sus conceptos-en-acción y sus teoremas-en-acción; estas variables se analizan desde la implementación de diversos instrumentos. Se evidencia a partir de las intervenciones metodológicas, una serie de modificaciones positivas en la conceptualización relativa a la célula, pasando de una simple definición de unidad mínima de los seres vivos a un reconocimiento de estructuras y tipos de células, constatando lo que se manifiesta en la teoría.

La Institución Educativa Playa Rica se ve impactada por este trabajo en diversos aspectos; en primer lugar, se evidencia una mirada diferente de la institución frente al uso cotidiano del laboratorio como espacio físico. La subutilización en otras dinámicas institucionales ajenas a la enseñanza de las ciencias se ha visto disminuida a partir de un nuevo uso más consiente de este espacio. El temor, la desidia y el desinterés por estas labores comienzan a desaparecer. Una nueva actitud frente a la actividad práctica en docentes y estudiantes se hace evidente en el deseo de los estudiantes de experimentar, de vivir las situaciones pedagógicas a las que fueron expuestos los estudiantes involucrados en el desarrollo de esta investigación.

Durante las prácticas experimentales vinculadas a la conceptualización se percibe un avance significativo por parte de los participantes quienes adquieren nuevas formas de representaciones conceptuales impulsadas por las estrategias metodológicas propuestas durante el proceso.

Por otra parte, es evidente durante el proceso la dificultad en la conceptualización. Se puede decir que las dificultades en este sentido parten del arraigo cultural de las prácticas pedagógicas convencionales tanto por parte de los docentes como en los estudiantes quienes poseen esquemas conceptuales modelados por los libros de texto. El trabajo para intervenir en estos esquemas y arraigos culturales es un trabajo arduo que requiere gran dedicación; se puede decir que el trabajo en campos conceptuales debe ser implementado de manera estructural, no desde la forma de unas estrategias didácticas o metodológicas sino desde las estructuras curriculares mismas del área de ciencias naturales para poder alcanzar resultados satisfactorios en este sentido. La investigación coincide en estas consideraciones con otros trabajos valiosos de diversos autores reseñados en los antecedentes. Se puede establecer el punto más relevante de coincidencia con resultados de los estudiosos de los campos conceptuales en la enseñanza de las ciencias es el realce de la importancia de modificar los métodos, estrategias y didácticas en torno a las conceptualizaciones; generando por una parte formas alternativas de aproximarse a los conceptos en ciencias y por otro lado, procurar una transformación importante en las prácticas de laboratorio considerándolas vitales para alcanzar estas nuevas formas de conceptualización.

Las prácticas de laboratorio y la resolución de situaciones experimentales posibilitó a los estudiantes discutir, debatir, argumentar, comparar y formular preguntas; cuestiones relacionadas con los aprendizajes para hacer ciencia y con la apropiación crítica de un campo conceptual, fortaleciendo procesos de enseñanza-aprendizaje desde un paradigma constructivista.

Cabe resaltar la importancia de estimular en los estudiantes la identificación de problemas que requieran la implementación de tareas, observación y experimentación, guiándolos por medio de preguntas que los encaminen a la formulación de hipótesis, el análisis de resultados y a la formulación de nuevos interrogantes.

#### 6.4. Recomendaciones

La implementación de la secuencia de situaciones experimentales y la mediación didáctica diseñada como aproximación a las propuestas de enseñanza en torno a los conceptos células eucariota y procariota en primaria favorece la interpretación de aspectos contextuales ligados a elementos previos del conocimiento cotidiano y la experimentación, por lo cual otros investigadores podrán utilizar este instrumento en la construcción y comprensión de conceptos análogos, dinamizando secuencias de situaciones que permitan conceptualizaciones desde el conocimiento científico, teórico y práctico.

El fortalecimiento del trabajo en equipo puede constituirse en una ventaja para la puesta en escena de la conceptualización, la participación, el análisis y debate de sus propias suposiciones y el intercambio de las mismas permite una complejización del pensamiento y las representaciones, donde los estudiantes originan conceptualización a partir de la argumentación.

Las prácticas experimentales propuestas en libros de textos escolares se convierten en un reto para los docentes de ciencias naturales, al describir prácticas a modo de recetario; por ello se precisa prácticas diseñadas desde la conceptualización, la argumentación, el debate y el entendimiento de los procesos celulares en organismos eucariontes y procariontes con un despliegue de competencias científicas que promuevan fascinación en un sentido amplio al enseñar ciencias.

El presente trabajo deja abiertas algunas preguntas que pueden establecer un aporte importante para futuros procesos investigativos, entre estas destacamos: ¿De qué manera contribuye el desarrollo de prácticas tempranas de laboratorio y el acercamiento con el quehacer científico al sujeto en formación? ¿Cómo un campo conceptual de referencia enseñado mediante el enfoque constructivista acerca al estudiante a un aprendizaje experimental significativo?

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. M. (2008). *Propuesta de enseñanza y aprendizaje para el reconocimiento de la célula y sus respectivas organelas*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/840/1/JE0578.pdf>
- Alzate, M. V. (2007). *Campo Conceptual composición/estructura en química: tendencias cognitivas, etapas y ayudas cognitivas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Burgos, Burgos, España. Recuperado de [http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/75/1/Alzate\\_Cano.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/75/1/Alzate_Cano.pdf)
- Andrés, M. M. (2001). Investigación sobre la Enseñanza de la Física a través del Trabajo de Laboratorio. En: Autor. (Ed.). *Memoria de la IV Escuela Latinoamericana de Investigación en Enseñanza de la Física*. (pp. 293-323). Puerto de la Cruz, Venezuela: Imprenta Gerardo Toro del Instituto Pedagógico de Caracas.
- Andrés, M. M., & Pesa, M. A (2004). *Conceptos-en-acción y teoremas-en-acción en un trabajo de laboratorio de física*. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/viewFile/2298/1697>
- Araujo, M. L., Gómez, N., Fonseca, F., & Molano, W. (2013). Estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en la lúdica en tercero de primaria. *Infancias Imágenes*, 12 (1), 89-97.
- Audesirk. T., Audesirk. G., & Byers. B. E. (2011). *Biología: ciencia y naturaleza*. México: Pearson Educación.
- Audesirk. T., Audesirk. G., & Byers. B. E. (2013). *Biología: la vida en la tierra*. México: Pearson Educación.
- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: a Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. *Science Education*, (84), 313-351.

- Barais, A. W., & Vergnaud, G. (1994). *Les apprentissages en sciences physiques*. Angers, Francia: HAL archives-ouvertes.fr
- Benlloch, M. (1994). *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias: propuesta didáctica para el ciclo superior de básica*, 3° Ed. Madrid: Visor Distribuciones.
- Bonilla, E., & Rodríguez, P. (1997). *Más allá de los métodos: La investigación en ciencias sociales*. Bogotá: Norma.
- Boticario, B. C., & Cascales, A. M. (2012). *Digestión y metabolismo energético de los nutrientes*. Cáceres, España: Artes gráficas Batanero, S.L.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 10 (39), 8-19.
- Caballer, M. J., & Oñorbe, A. (1999). Resolución de problemas y actividades de laboratorio: *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E. Universitat de Barcelona.
- Cacciolatto, M. E., & Grecco, M. L. (2013). *El trabajo experimental en el laboratorio de ciencias naturales*. Provincia de Santa Fe, Argentina: Ministerio de Educación. Dirección Regional IV.
- Cano, L. G. (2014). *Diseño de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa para el aprendizaje del concepto de célula eucariota en el grado séptimo de la Institución Educativa El Pedregal del municipio de Medellín*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47768/1/71749502.2015.pdf>

- Cardona, G. M. (2014). *Formación de maestros en ciencias naturales: movilización de elementos de sus esquemas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Castro, M. (2008). Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España. En: R. Luengo., B. Gómez., M. Camacho., & L. Blanco., (Eds.). *Investigación en educación matemática XII (pp. 113-140)*. Badajoz: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Chávez, D. (2008). *Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social*. Recuperado de [https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a\\_20080521\\_56.pdf](https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf)
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14 (1), 61-71. Recuperado de <https://goo.gl/cdYjJI>
- Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2011). *La célula*. Boston, Massachusetts: Marbán libros, S. L.
- Cordero, S., Menegaz, A., Mengascini, A., & Mordegli, C. (2001). *Saberes y formación docente: resultados de un cuestionario hacer ca de la "célula"*. VIII Congreso Prociencia de actividades científicas y tecnológicas juveniles para docentes y alumnos. Chivilcoy, Argentina, 6/2001.
- Cortés, A. L., & De la Gándara, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias. Innovaciones didácticas*, 25 (3), 435-450.
- Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Curtis. Biología*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- Diez, D., & Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de investigación*, (56), 91-122.

- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1988). The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*, 10 (2), 221-229.
- Fernández, N. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16 (2). Recuperado de <http://www.revistaadbia.com.ar/ojs/index.php/adbia/article/view/36/pdf>
- Flores, F., Tovar, Ma. E., & Gallegos, L. (2003): Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25 (2), 269-286.
- Flores. J., Caballero, C. M., & Moreira. M, A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68 (33), 75-111.
- Galeano, M. U. (2011). *Diseño de proyectos en investigación cualitativa*. Medellín: Fondo editorial Universidad de Eafit.
- García, M., & Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Perfiles educativos*, (84), 1-11. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13208408>
- Giraldo, S. J. (2006). *Propuesta de enseñanza-aprendizaje para el reconocimiento de los componentes y las funciones celulares*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1011/1/JE0075.pdf>
- Gonzalez, C., & Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos «ser vivo» y «célula». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30 (3), 31-52.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Herrera, S. E., & Sánchez, S. I. (2009). Unidad didáctica para abordar el concepto de célula desde la resolución de problemas por investigación. *Paradigma*, 30 (1), 63-68.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Jaramillo, J. A. (2006). *Caracterización de la ecología en estudiantes de quinto grado durante una práctica sobre célula vegetal*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1179/1/JE0090.pdf>
- Leite, L., & Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 10 (39), 20-30.
- Llancaqueo, A. (2006). *El aprendizaje del concepto de campo en Física: conceptualización, progresividad y dominio*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Burgos, Burgos, España. Recuperado de <http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/59>
- Llancaqueo, A., Caballero, C., & Moreira, M. (2003). El concepto de campo en el aprendizaje de la Física y en la investigación en educación en ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 227-253.
- López, C. E. (2014). *Implementación de la guía de aprendizaje como estrategia para mejorar las competencias científicas en el estudio del concepto de célula en el grado sexto de la institución educativa Leopoldo Pizarro González en el municipio de Miranda Cauca*.

- (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.  
Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12890/1/7812009.2014.pdf>
- López, R. A., & Tamayo, A. O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8 (1), 145-166.
- Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (3), 485-495.
- Meza, E. J., & Monsalve, L. A. (2004). *Una propuesta de enseñanza para el aprendizaje de las ciencias*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Miranda, C. A., & Andrés, M. M. (2009). El aprendizaje en el laboratorio basado en resolución de problemas reales. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 10 (2), 181-194.
- Moreira, M. A. (2009). La teoría de los campos conceptuales. En: *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Burgos, España: Servicio de publicaciones e imagen institucional Universidad de Burgos. p. (31).
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Vergnaud, G. (2009). *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. España, Burgos: Servicio de Publicaciones.
- Palmero, M. L. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência & Educação*, 9 (2), 229-246.
- Patton, M. Q. (1980). *Qualitative evaluation methods*. Londres: Sage Publications.
- Peña, C. E. (2012). *Uso de actividades experimentales para recrear conocimiento científico escolar en el aula de clase, en la institución educativa mayor de yumbo*. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Pérez, R., & Gallego, R. (2001). *Corrientes Constructivistas: de los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual*. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Pérez, A. M. (2008). *El concepto de ser vivo en niños de tercer grado de primaria: un análisis desde la teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Powell, R., & Single, H. (1996). Focus groups. *International Journal of Quality in Health Care*, 8 (5), 499-504.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Editorial. Síntesis, S.A.
- Rentería, E. (2009). *Los trabajos prácticos fundamentados en el proceso de modelización y orientados a la resolución de problemas*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Rivera, G. (2011). *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula a partir de su historia y epistemología*. Universidad del Valle instituto de educación y pedagogía área de educación en ciencias y tecnología. (Tesis inédita de pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3894/4/CB-0449828.pdf>
- Rodríguez, M. L., & Moreira, M. A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias. Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), 77-103. Recuperado de [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID83/v7\\_n1\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID83/v7_n1_a2002.pdf)
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis educación.

- Saldaña, C., Ruiz D., Gaona T., & Jacobo M. (2015). El estudio de caso como método de investigación y su contribución al campo de la empresa familiar. *Revista inceptum*, 10(18), 51 - 73
- Silva, L. A. (2006). *Las representaciones pictóricas de los textos escolares como mediadoras de la evolución representacional del concepto de célula*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas, Medellín, Colombia.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de caso*. Madrid: Morata.
- Sureda, P., & Otero, M. (2011). Nociones fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6 (1), 1-14.
- Tapia, F. J., & Arteaga, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (3), 281-294.
- Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22 (5), 507-520.
- Tenreiro, C., & Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (3), 452-466.
- Toro, J. Á. (2007). *El laboratorio: una estrategia de aprendizaje significativo en la enseñanza del proceso de nutrición en las plantas aplicada a estudiantes del grado cuarto de básica primaria de la institución educativa Fe y Alegría San José de la Ciudad de Medellín*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (2, 3), 133-170.
- Vergnaud, G. (1997). The nature of mathematical concepts. En: T. Nunes., & P. Bryant. (Eds.). *Learning and teaching mathematics, an international perspective*. Hove (East Sussex): Psychology Press Ltd.
- Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17 (2), 167-181.
- Vílchez, J. E., & Escobar, T. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en primaria: percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 13 (2), 222-241.
- Vílchez, J. E., Ceballos, M., & Escobar, T. (2014). *Percepción de futuros maestros en sus prácticas docentes sobre estrategias metodológicas para la enseñanza de las ciencias en Primaria*. Recuperado de <http://www.apice-dce.com/actas/docs/comunicaciones/posteres/pdf/111.3-VilchezLopez-3-P.pdf>
- Zapata, C. I. (2007). *Enseñanza de algunos tipos de célula haciendo uso del material potencialmente significativo*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

## ANEXOS

### Anexo 1. Carta de permiso para la intervención en la Institución Educativa Playa Rica.

Bello, 13 de agosto de 2016.

Respetado:  
Armando de Jesús Muñoz Úsuga.  
Rector I. E. Playa Rica

Asunto: Solicitud permiso publicación.

Reciba un cordial saludo,

La presente es con el fin de solicitar su autorización para llevar a cabo la intervención del proyecto titulado: **“La enseñanza de las células eucariotas y procariotas mediante una secuencia de situaciones experimentales orientada en la teoría de los campos conceptuales”** en la Institución Educativa Playa Rica, ubicada en el municipio de Bello. Esta investigación se pretende realizar con los estudiantes del grado quinto de Básica Primaria a cargo de la profesora Martha Edith Tamayo Zapata.

Es importante aclarar que las publicaciones que se realicen sobre dicha investigación son exclusivamente con fines académicos.

Si está de acuerdo con lo planteado anteriormente, agradecemos pueda firmar esta carta como constancia de su disposición.

Institución Educativa Playa Rica  
Bello  
  
Rectoría

Armando de Jesús Muñoz Úsuga.  
CC: 71. 640. 194

## **Anexo 2. Propuesta de enseñanza.**

### **PROPUESTA DISEÑADA POR:**

**ADRIANA CAROLINA HERRERA**

**LENNY VILLA HURTADO**

**DAYSON ZAPATA RAMOS**

**2016-1**

**PRÁCTICA PEDAGÓGICA**

**ASESORA**

**GLORIA CARDONA CASTAÑO**

*“El conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio, por parte del sujeto, ocurre a lo largo de un extenso período de tiempo, a través de experiencia, madurez y aprendizaje”*

*Gerard Vergnaud*

### **CONTENIDO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA**

Nombre de la Unidad: Explorando el mundo celular.

Área: Ciencias Naturales y Educación ambiental

Grado Escolar: Quinto de primaria

### **JUSTIFICACIÓN**

El conocimiento de la célula se constituye en eje fundamental de la formación en ciencias, por esta razón se consideró como tema central de la investigación la Célula eucariota y la Célula procariota.

El trabajo propone actividades para el estudio de la estructura, funcionamiento y tipos de células, desde este conocimiento se pretende que los estudiantes desarrollen competencias que les

permitan incorporar los conceptos aprendidos a situaciones reales contextualizadas mediante el trabajo de laboratorio.

## **OBJETIVOS**

### **General:**

Diseñar prácticas de laboratorio que permitan el desarrollo de habilidades de solución de problemas haciendo uso de las conceptualizaciones pertinentes a la Células Eucariota y Procariota en los estudiantes de quinto grado de educación básica de la Institución Educativa Playa Rica.

### **Específicos:**

- Potencializar la comprensión de los conceptos científicos célula eucariota y célula procariota en los estudiantes.
- Promover experiencias de laboratorio que favorezcan la articulación conceptualización y práctica.
- Diversificar las estrategias didácticas del aula de clase.
- Estudiar la historia de la teoría celular a través de estrategias lúdicas.

### **¿Qué encontraremos en esta unidad didáctica?**

La unidad didáctica se divide en dos momentos; en el primero se realizan las actividades relacionadas con la exploración de ideas previas y en el segundo se lleva a cabo la implementación de una propuesta de enseñanza basada en situaciones experimentales. A continuación, se describen en detalle.

### **Primer momento**

#### **Exploración de conocimientos previos**

En esta primera etapa se realizarán tres actividades, en las cuales se tiene como propósito identificar las nociones que los estudiantes poseen frente a los conceptos de células eucariotas y procariotas. A continuación, se describen cada una de las actividades a realizar:

### Actividad Nro. 1: ¿qué viene a tu mente?

En esta actividad se propone una ficha (tipo cuestionario abierto) que contiene conceptos básicos relacionados con el tema de células eucariota y procariota entre los cuales se destacan: los tipos de células y algunas funciones que llevan a cabo para mantener el equilibrio biológico en el organismo. Los estudiantes describirán cada término a partir de los conocimientos previos que poseen con relación al mismo, luego deben realizar una ilustración de cada uno de ellos. Para realizar la actividad se requieren materiales como, papel, lápiz, borrador y colores. Esta tiene una duración 120 minutos aproximadamente.

#### *Formato de la actividad*



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PLAYA RICA  
ACTIVIDAD #1 ¿QUÉ VIENE A TU MENTE?  
ESTUDIO DE IDEAS PREVIAS  
CUESTIONARIO ABIERTO: CÉLULA EUCARIOTA Y CÉLULA PROCARIOTA



- **Objetivo:** Identificar las nociones que los estudiantes tienen sobre los conceptos a estudiar.
- **Procedimiento:** A continuación se presentan algunos conceptos relacionados con las células. Ilustra cada uno de los términos mediante dibujos y explícalos, de acuerdo a lo que sabes.

Célula	Organismo pluricelular	Organismo unicelular
Célula eucariota	Célula animal	Célula vegetal
Célula procariota	Bacteria	Nutrición celular
Reproducción celular		

Observación: El espacio de las casillas es más amplio en el formato real.

### Actividad Nro. 2: ¡Construyamos un mapa conceptual y representemos nuestros conocimientos sobre la célula!

En esta actividad se le entregará a cada estudiante una hoja en blanco, posteriormente se escriben en el tablero algunos conceptos básicos sobre el tema de Célula eucariota y Célula procariota

(Célula procariota, célula eucariota, célula animal, célula vegetal, Membrana celular, núcleo, citoplasma...). Los estudiantes tendrán la posibilidad de escoger los conceptos que consideren pertinentes o utilizar otros. Luego deben identificar la relación entre ellos y establecer jerarquías, representado sus conocimientos al respecto a través de la elaboración de un mapa conceptual. Para esta actividad se cuenta con un tiempo aproximado de 60 minutos y se utilizarán materiales como, hojas, lápiz, colores y borrador.

### CONSTRUYE UN MAPA CONCEPTUAL

Diseña un mapa conceptual con las palabras sugeridas, con todas, algunas u otras que conozcas, procurando que el mapa sea lo más completo y preciso posible.

#### CONCEPTOS

Célula, Célula procariota, bacteria, Célula eucariota, Célula animal, Célula vegetal, citoplasma, membrana celular, aparato de Golgi, ribosomas, retículo endoplásmico liso, retículo endoplasmático rugoso, núcleo mitocondria, núcleo.

#### *Formato de la hoja entregada a los estudiantes*



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PLAYA RICA  
ACTIVIDAD #3 CONSTRUYAMOS UN MAPA CONCEPTUAL  
ESTUDIO DE IDEAS PREVIAS  
CUESTIONARIO ABIERTO: CÉLULA EUCARIOTA Y CÉLULA PROCARIOTA



- **OBJETIVO:** Identificar la relación que establecen los estudiantes frente a los conceptos sobre célula.
- **PROCEDIMIENTO:** Se les entregará a los estudiantes una serie de conceptos, donde deben representar los conocimientos que poseen sobre el tema de célula, a través de la elaboración un mapa conceptual.

### **Actividad Nro. 3: Dialoguemos sobre el tema de célula... ¿Qué sabemos sobre ella?**

Para esta actividad se realiza un grupo de discusión, el cual se encuentra orientado mediante un cuestionario a profundidad. Durante este conversatorio el docente dialoga con los estudiantes sobre las nociones e ideas que poseen frente a conceptos fundamentales de la célula. Esta actividad tiene una duración de sesenta minutos.

#### **Las preguntas que guiaron el grupo de discusión fueron:**

1. ¿Qué crees que es una célula?
2. ¿Dónde crees que encontramos células?
3. ¿De qué tipo de células has leído, escuchado o visto?
4. ¿Qué es un organismo unicelular?
5. ¿Qué es un organismo pluricelular?
6. ¿Qué es una célula eucariota?
7. ¿Qué es una célula procariota?
8. ¿Qué tipos de células eucariotas conoces?
9. ¿Qué tipos de células poseen los animales y las plantas?
10. ¿Conoces algún tipo de célula procariota?
11. ¿Qué formas crees que tienen las células?
12. ¿Qué tamaños presentan las células?
13. ¿Será posible que las células se nutran?
14. ¿Es posible que las células se reproduzcan?
15. ¿Cómo crees que pueden hacer estas acciones?

#### **Segundo momento**

##### **Implementación de propuesta de aprendizaje**

Durante este nivel se llevará a cabo la implementación de una propuesta de enseñanza, buscando llevar al estudiante a un verdadero proceso de aprendizaje significativo. Para lo cual se hará uso de las prácticas de laboratorio como estrategia fundamental, estas se encontrarán orientadas a la resolución de situaciones problemas con relación al tema de Células Eucariota y Procariota.

Las situaciones aplicadas en las prácticas de laboratorio son de tres tipos, las cuales serán clasificadas en:

Situación Nro. 1

Situación Nro. 2

Situación Nro. 3

#### **Actividad Nro. 4 ;Aprendamos un poco del origen de la Célula!**

Durante esta actividad se les presenta a los estudiantes un video introductorio relacionado con el origen de la Célula, posteriormente se realiza una pequeña discusión, con el fin de que expresen sus puntos de vista e interrogantes con relación al mismo. Luego se inicia con una explicación sobre el surgimiento de la Célula, los personajes implicados en este acontecimiento y los postulados que la definen como unidad funcional, estructural y de origen de todo ser vivo. Finalmente se propone un taller en el cual se aborda todo lo visto durante la clase, donde reconozcan el porqué de la importancia de las células en el organismo. Esta actividad tiene una duración de ciento veinte minutos.



#### **Video sobre la teoría celular**

<https://www.youtube.com/watch?v=7HS3AP2U-y4>

#### **Actividad Nro.5: ;Conociendo! Partes de la Célula Procariota y sus funciones.**

Durante esta actividad se inicia con una breve explicación sobre la presencia de diferentes tipos de Célula en nuestro entorno, para lo cual se construye un mapa conceptual que expone la existencia de dos tipos de célula; las procariotas (Como las bacterias) y las eucariotas (como la Célula animal y Célula vegetal). Luego de explicar el mapa, se hace énfasis en las Procariotas, allí se describen las estructuras fundamentales de este tipo de células y sus principales funciones, del mismo modo se destacan las actividades vitales estos organismos a nivel nutricional, reproductivo y de relación, estableciendo claridad conceptual, integrando los conocimientos previos con los aprendidos. Esta actividad tiene una duración de ciento veinte minutos.

## ¡APLIQUEMOS LO APRENDIDO!

### Laboratorio Nro. 1: Conociendo las funciones vitales de la Célula

**Situación Nro. 1: Reconocimiento de los procesos de las células que hacen posible el desarrollo a nivel reproductivo, nutricional y de relación permitiendo la existencia de los seres vivos.**

Durante este laboratorio el estudiante afianzará los conceptos teóricos, mediante actividades prácticas, las cuales serán problematizadas a través de diferentes situaciones que deberá resolver. En este laboratorio se resalta la importancia de las bacterias en la industria, donde este tipo de células pone en función sus principales actividades vitales. Para ello se les propone a los estudiantes la elaboración de un producto de frecuente consumo: “El yogurt”.

Para llevar a cabo esta práctica se les solicita a los estudiantes una serie de materiales. Antes de iniciar se propone una secuencia de preguntas de la vida cotidiana, buscando que los estudiantes se contextualicen con lo que se verá en la práctica. Posteriormente se procede a realizar el laboratorio, el cual va acompañado de una secuencia de situaciones, que el estudiante ira resolviendo a medida que realice la práctica.



## CONOCIENDO LAS FUNCIONES VITALES DE LA CÉLULA

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

### PARTE 1

#### SABERES PREVIOS

Muchos de los alimentos que nosotros consumimos provienen de plantas, animales, algunos los podemos consumir en su estado natural, otros necesitan de una elaboración más compleja para su consumo ¿Cuántos procesos crees que se realizan para que lleguen a nuestra mesa tantos variados y ricos alimentos?; sabes de dónde viene todo lo que te comes?, ¿qué relación tiene la ciencia y la comida?

Algunos procesos para producir alimentos requieren solo lavarlos o pelarlos, otros necesitan ser cocidos o calentados o mezclados para ser útiles o para que tengan mejor sabor, otros tienen procesos delicados y minuciosos que si no se siguen adecuadamente no pueden ser consumidos.

Es importante conocer el estado de los alimentos para su consumo, debemos tener cuidado de no ingerir comidas en mal estado que nos puedan generar enfermedades o malos momentos en el paladar, pero algunos alimentos requieren de un proceso de descomposición para convertirse en lo que todos esperamos de ellos, es el caso de algunos quesos y algunas bebidas como los vinos.

1. ¿Conoces algunos alimentos que puedan comerse después de descompuestos?

---

---

---

---

---

2. Enumera algunos procesos de preparación de alimentos que hayas visto

---

---

---

---

---

3. ¿Sabes preparar algún alimento?, ¿cuál?

---

---

---

---

---

4. ¿alguna vez has visto un animal preparando tu comida?

---

---

---

---

---

## PARTE 2

### EXPERIENCIA

Las células son unidades vivas que posibilitan la existencia de todos los seres que habitan el planeta, sin su existencia no sería posible el funcionamiento de nuestro organismo. Ellas cumplen diferentes funciones, constituyendo tejido, órganos, sistemas, otras poseen gran importancia en la industria, originando productos que el ser humano utiliza para su alimentación

Objetivo: Conocer funciones vitales de las células procariotas.

Para la realización de la práctica de laboratorio es necesario utilizar los siguientes elementos:

1. Frasco de vidrio
2. Leche
3. Azúcar
4. Kumis
5. Porta objetos
6. Cubre objetos
7. Alcohol
8. Azul de metileno
9. Mechero
10. Microscopio

Las bebidas lácteas como el yogur se forman a partir de diferentes procesos ¿qué te parece si sigues los siguientes pasos y compruebas por ti mismo lo fácil que es su elaboración?

1. Coloca la leche a calentar en un recipiente a fuego moderado, debes estar muy atento para no dejar que la leche hierva.
2. Retira la leche del fuego y déjala reposar por un tiempo.
3. En un frasco de vidrio deposita la leche previamente calentada.
4. Vierte 2 cucharadas de kumis en el frasco de vidrio
5. Utiliza azúcar para endulzarlo.
6. Espera un tiempo para poder disfrutar de tu yogurt.

Para conocer los factores que permitieron que la leche se convirtiera en yogur es conveniente realizar la siguiente preparación.

1. Tomar una muestra de yogur en un portaobjetos
2. Echarle unas gotas de agua al portaobjetos con muestra de yogur
3. Se pasa por el mechero para secarlo
4. Se le agrega una gota de alcohol
5. Se le agrega una gota de azul de metileno
6. Se le coloca el cubreobjetos
7. Se observa en el microscopio

### **PARTE 3**

#### **ANÁLISIS**

La industria láctea utiliza diferentes estrategias que permiten transformar la leche en otros productos que posteriormente son llevados al mercado para nuestro consumo, existen muchos alimentos que nos permiten mantenernos bien. Algunos provienen de las plantas, de los animales y otros presentan procesos más complicados para nuestro consumo La leche es expuesta a una serie de cambios donde participan diferentes agentes que posibilitan este proceso.

1. Durante la práctica de laboratorio se utilizaron una serie de materiales que permiten la conversión de la leche en yogurt ¿Cuál de los componentes crees que fue fundamental para este cambio?

---

---

---

---

---

2. ¿Cómo crees que funcionan estos organismos para convertir la leche en yogurt?

---

---

---

---

---

3. ¿Crees que es suficiente con un solo organismo para llevar a cabo este proceso? Justifica tu respuesta

---

---

---

---

---

4. ¿Por qué no es posible observar a simple vista los componentes que convierten la leche en yogurt?

---

---

---

---

---

5. ¿Conoces un mecanismo que te permita visualizar esos componentes? ¿Cuál o cuáles?

---

---

---

---

---

6. ¿Qué pasaría si sometieras la leche a componentes como el agua y no a células bacterianas especializadas en realizar este proceso?

---

---

---

---

### Actividad # 6

**Nombre:** ¡Conozcamos!: La célula procariota.

Para que los estudiantes conozcan que existen bacterias que pueden ser perjudiciales para su vida debido a que ocasionan enfermedades se les explica de manera detallada y clara como se pueden combatir estos microorganismos con la ayuda de factores químicos como alcohol- jabón- límpido entre otros, que inhiben el crecimiento bacteriano , por otra parte se procede a enseñarles mediante la implementación didáctica de una construcción de agar ( medio de cultivo de bacterias) como se pueden observar estas bacterias , cómo están en todas partes y sobre todo cómo podemos mitigar un poco la presencia de estas con una higiene adecuada, para la elaboración del agar se les da las instrucciones pertinentes: se requieren los siguientes materiales; caldo de gallina, coca plástica y gelatina sin sabor. Se toma el caldo de gallina y se diluye en la gelatina sin sabor, se vierte en la coca plástica, se tapa y se pone a refrigerar por tres días. Para esta clase se necesitaron 90 minutos.

### ¡PONGAMOS EN PRÁCTICA LO APRENDIDO!

**Laboratorio #2 ¿cómo se pueden afectar las funciones de la célula?**

**Situación 2: Análisis de factores externos que afectan los procesos de una célula alterando su desarrollo normal.**

Las bacterias son microorganismos que se encuentran ubicados tanto en nuestro cuerpo como fuera de él. Como ya hemos estudiado, existen diferentes tipos, que cumplen funciones a nivel industrial, biológico y farmacéutico. No obstante, sabemos de la existencia de bacterias patógenas que producen diversas enfermedades, las cuales deben ser prevenidas practicando hábitos de higiene o controladas a partir del uso de medicamentos.

Durante este laboratorio elaboraremos un medio de cultivo, en el cual inocularemos una muestra y observaremos la formación de algunas colonias de bacterias. Posteriormente analizaremos la función de agentes externos en el control de las mismas. Para la realización de este laboratorio se llevarán a cabo tres fases: construcción del medio de cultivo, inoculación de bacterias y control biológico.

### **1. Construcción del agar**

Para esta primera fase, elaboraremos un medio de cultivo para las bacterias o agar a partir de elementos sencillos, utilizando como materiales gelatina sin sabor y sangre (la cual la podremos conseguir en una carnicería).

(Nota: Previamente se le explica a los estudiantes los pasos para la elaboración del agar).

### **2. Inoculación de bacterias**

Como ya sabemos, las células procariotas nos proporcionan grandes beneficios, sin embargo existen algunas que son perjudiciales para nuestro organismo causando infecciones o enfermedades como: la tos, dolor de garganta, bronquitis entre otras, es por ello que se utilizan medidas de higiene, como, lavarse la manos , utilizar tapa bocas, lavar bien los alimentos con el propósito de prevenirlas:

1. ¿Tú Te lavas las manos constantemente?

---

2. ¿Crees que hay presencia de bacterias en tus manos? ¿Por qué?

---

---

3. ¿Consideras que hay presencia de bacterias en otros lugares que te rodean? ¿Por qué?

---

---

4. ¿Crees que existe alguna manera de observar algo tan pequeño como las bacterias sin utilizar microscopio? Justifica tu respuesta tu respuesta

---

---

---

5. ¿Qué función cumple la gelatina en la producción de bacterias?

---

---

---

---

6. Al observar el agar, se puede comprobar que las bacterias se encuentran en pequeños grupos ¿A qué se debe este fenómeno?

---

---

---

---

### 3. Control biológico de las bacterias

7. Debido a la presencia de bacterias en nuestro alrededor es necesario tomar medidas, con el fin de prevenir el contagio de enfermedades producto de estos microorganismos ¿Qué tipo de hábitos cotidianos debemos practicar para combatir las bacterias?

---

---

---

---

8. Para llevar a cabo la tercera fase de este laboratorio debemos utilizar agentes químicos en cultivos de agar que construimos. ¿Cuál crees que es la función de estos componentes químicos sobre el cultivo de bacterias?

---

---

---

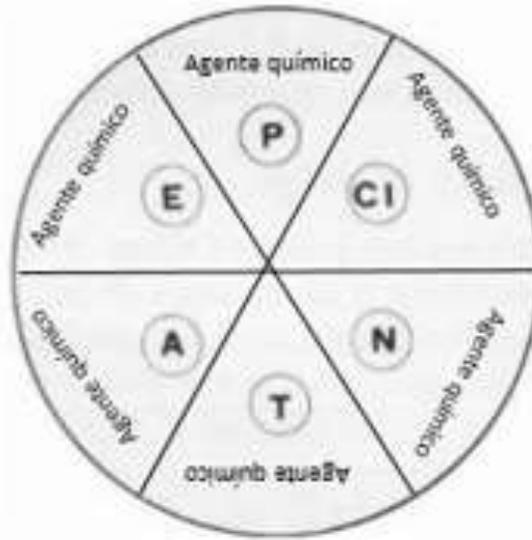
**¡Te invitamos a comprobar la reacción de los componentes químicos que elegiste sobre las bacterias que se encuentran en el agar!**

**Para ello necesitas:**

- El medio de cultivo con bacterias.
- Aleluyas
- Agentes químicos como: Cloro, jabón líquido, alcohol, detergentes, antibióticos.
- Copitos
- Pinzas de laboratorio
- Guantes

**¿Cómo llevar a cabo el experimento?**

1. Divides la cajita del medio de cultivo con cinta de enmascarar (Debes dividirla en el número de agentes que vayas a emplear. Si vas a usar 4 agentes químicos, debes dividirla en 4 regiones. Cada zona del medio de cultivo debe estar marcada con el agente que colocarás allí) esto evitará confusiones en la ubicación de los agentes químicos.
2. Tomas las aleluyas e introduces una en cada agente químico que utilizaras en el cultivo.
3. Luego colocas las aleluyas impregnadas de los agentes químicos sobre el medio de cultivo en la región que corresponda).
4. Finalmente tapas y dejas durante 24 horas



### Esquema del procedimiento

**Después de realizar la práctica de laboratorio analiza:**

9. ¿Cuáles crees que son las funciones vitales que se bloquean debido acción de estos agentes químicos?

---

---

---

---

10. Al observar la acción que realiza cada agente químico sobre el cultivo, se puede observar que no todos tienen una reacción de control en las bacterias ¿Cómo podrías explicar esto?

---

---

---

---

11. ¿Cuándo nuestro cuerpo se enferma debido a la presencia de bacterias, que tipo de células se encuentran afectadas?

---

---

---

---

### **Actividad # 7**

#### **Nombre: Conociendo la célula eucariota**

Para enseñar el contenido de célula animal se utiliza como estrategia la elaboración de fichas por parte de los estudiantes; en las fichas se coloca la información apropiada sobre la célula, como las funciones de cada una de ellas, sus organelas y su dibujo. La actividad se hace en subgrupos donde cada estudiante hará sus fichas y después se las expondrá a sus compañeros con el fin de que se conozca el trabajo de cada uno de los estudiantes y aprender de cada una de las explicaciones de sus compañeros, en cuanto a las imágenes les servirán para identificar la forma de la organela, el lugar en donde se encuentra y ver las diferentes representaciones que hace cada estudiante frente a la misma imagen cuando los estudiantes hayan construido las fichas los estudiantes proceden a unir las fichas con un hilo para formar un abanico donde se observe la secuencia de cada célula. Para la realización de esta práctica se hace necesario utilizar los siguientes materiales: cartulina, colores, lápiz, marcadores, hilo y cinta. Para esta actividad se necesita una duración de 120 minutos.

### **Actividad # 8**

#### **Nombre: Museo celular**

Con el fin de tener mayor claridad sobre el tema de célula animal se propone una actividad llamada “el museo celular” el cual consiste en una serie de imágenes sobre la célula y sus partes las cuales se pegan en las paredes del salón de manera que el orden permita asociar las funciones de las partes de la célula, con el propósito de que los estudiantes reconozcan lo elaborado anteriormente y puedan expresar sus ideas frente a lo observado se realiza un conversatorio para la elaboración de las fichas es necesario utilizar como recursos; cinta e imágenes grandes y a color sobre la célula eucariota y tendrá una duración de 90 minutos.

### Actividad # 9

#### Nombre: Conociendo la célula vegetal

Se explica a los estudiantes las partes de la célula vegetal estableciendo las diferencias de la misma con la célula animal, a su vez se pone de relieve la importancia de esta célula para el funcionamiento de los seres vivos. Luego se pone en práctica la apropiación del grupo frente al tema con un juego de dominó con partes de la célula en el cual los lados que se hacen coincidir son aquellos que ilustran las partes de la célula vegetal con sus funciones. Por ejemplo, la imagen de la mitocondria con el texto “energía” o vacuola con el texto “digestión”. Para esta actividad se hace necesario el diseño de las fichas de un “dominó celular” y en su aplicación se invierten aproximadamente 90 minutos.

### ¡APLIQUEMOS LO APRENDIDO!

**Situación 3: Análisis de los efectos en células eucariotas cuando una organela está ausente o no cumple su función.**

#### Laboratorio # 3

¿Te has preguntado alguna vez a qué se debe la diversidad de los seres que habitamos el planeta?; ¿por qué algunos son animales mientras los otros son plantas? Si todos somos seres vivos cómo es posible que unos se desplacen y otros no.

La clave a estas preguntas está en las células, estas pequeñas unidades vitales contienen pequeños secretos que una vez descubiertos nos mostrarán las sorprendentes habilidades y dinámicas de las células que le dan origen a la gran diversidad de manifestaciones que tiene la vida en nuestro planeta.

**Objetivo:** Identificar las principales estructuras y funciones que cumplen cada una de las organelas en la célula eucariota (Animal y Vegetal).

Para la realización de esta práctica se requieren los siguientes materiales:

- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Muestras de elodea

- Muestras de cebolla
- Muestra bucal
- Muestras de sangre
- Microscopio
- Agua
- Gotero
- Lugol
- Solución salina

### **Observación de células eucariotas animal y vegetal**

Para observar la unidad estructural, funcional y pequeña de todo ser vivo es necesario realizar diferentes montajes que te permiten ver los diferentes tipos de células.

#### **• Células de elodea**

Deposite una hoja de Elodea en un porta objeto y agrega dos o tres gotas de agua y proceda a cubrirla con el cubre objetos. Es importantes evitar que la hoja se seque para ello es necesario depositar constantemente gotas de agua en los bordes.

#### **• Célula de tejido epidemial de cebolla:**

Se utiliza una cebolla cabezona la cual debe cortarse con un bisturí la capa más interna, desprendiendo la membrana la para luego ubicarse en el portaobjetos y posteriormente verterle 2 gotas agua y cubrir con el cubreobjetos para su posterior observación en el objetivo de 4X, 10X y 40X.

#### **• Célula de Epitelio bucal humano**

Para esta práctica se utiliza un aplicador de algodón, el cual se pasa suavemente por la lengua para la extracción de la muestra, luego se deposita la muestra en el portaobjetos, adicionándole una gota de solución salina y de azul de metileno se mezcla suavemente y con cuidado y se cubre con el cubreobjetos procurando que no queden burbujas.

#### **• Células sanguíneas**

Se toma una muestra de sangre de un dedo con una aguja estéril, para después ubicar una gota de sangre en el portaobjetos y deslizarla suavemente hasta formar un frotis delgado, se deja secar durante unos minutos y se aplica el colorante y se deja actuar durante 2 o 3 minutos luego se cubre con el cubreobjetos y se observa en el microscopio

Después de realizar las observaciones y tomar atenta nota de estas, es necesario que nos preguntemos acerca de las posibles variables que intervienen en la diversidad de los seres. También es pertinente preguntarnos por la importancia de las organelas observadas en el funcionamiento de la vida, en cómo puede la ausencia de cada una de ellas afectar a los seres analizados.

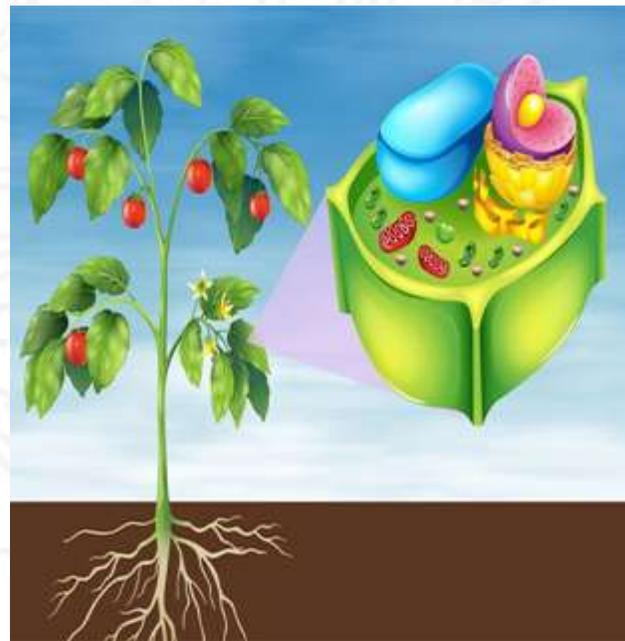
Las preguntas propuestas a continuación pretenden llevarnos a entender estas dinámicas posteriores a nuestras observaciones.

### Cuestionario

#### ¿Qué sucede en la célula eucariota cuando se carece de alguna organela?

1. La célula es la unidad funcional y estructural de todos los seres vivos, estas poseen diferentes tamaños y formas, existen algunas que no son observables a simple vista ¿Qué procedimientos harías para identificar sus diferentes estructuras?

2. Una cebolla sufre una alteración y sus células no se pueden reproducir ¿Qué organela se encuentra ausente para que se impida este proceso?



a. ¿Las células de una planta de maíz que no presenta condiciones adecuadas para su desarrollo pierde su pared celular? ¿Cómo se podría ver afectada dichas células?

3. En un cultivo de frijol se presenta una anomalía en sus células, ya que la coloración que se presenta en el tallo y las hojas es de color blanquecino, debido a la ausencia de clorofila ¿Qué explicación se le puede dar a este fenómeno?

4. ¿Cómo se podría explicar que una célula animal no pueda realizar el proceso de digestión celular?

5. Un pequeño conejo nació muerto debido a que las células de su cuerpo almacenaba exceso de líquidos y desechos ¿Qué organela se encontraba ausente en las células del organismo de este conejo que impidió la eliminación del exceso de sustancias?

### **Actividad # 10**

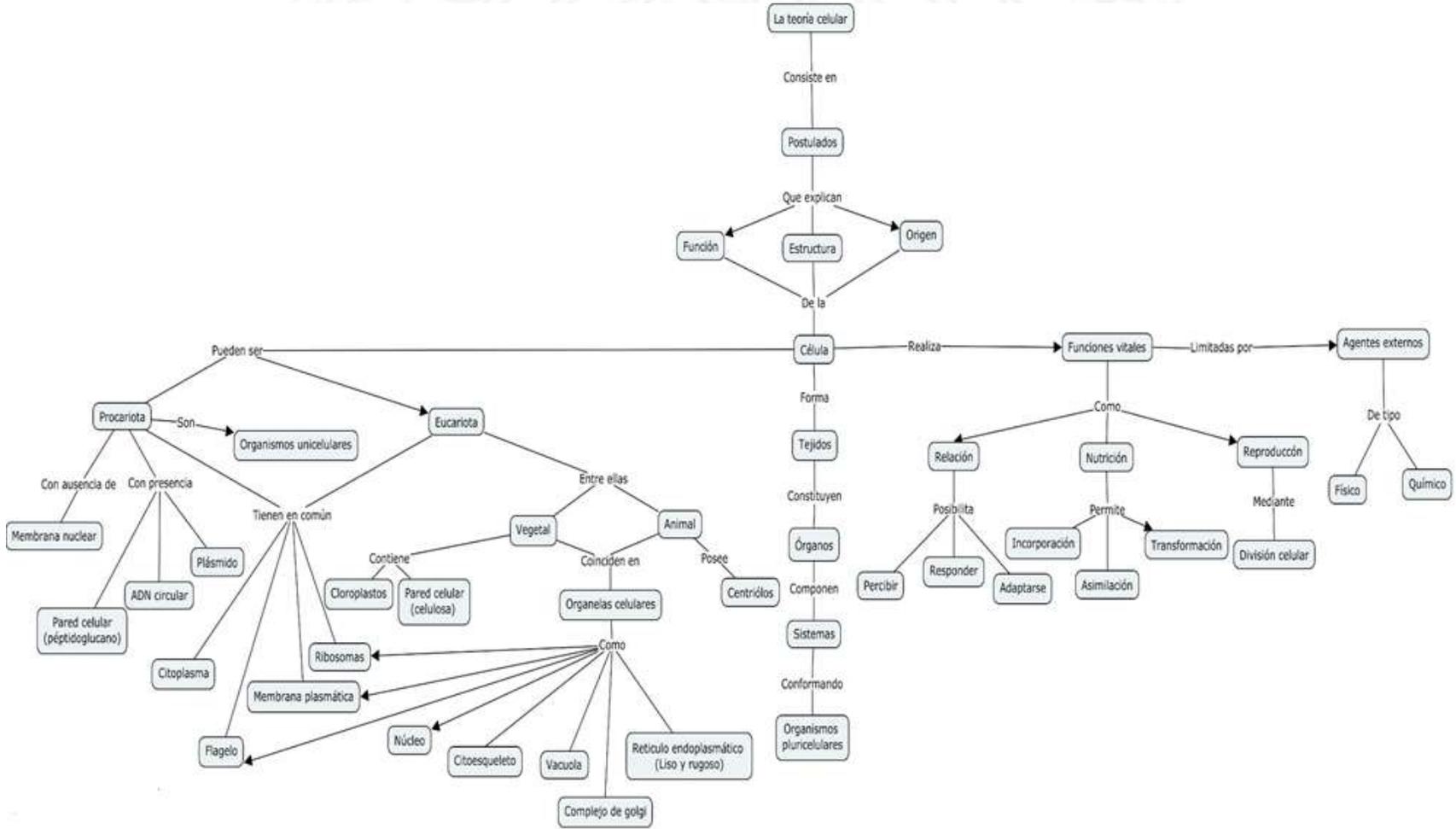
#### **Nombre: Descubramos que tanto sabemos de célula**

Es muy importante conocer que tanto han aprendido los estudiantes del tema célula eucariota y procarionta, de qué manera han organizado sus ideas y si han logrado interiorizar los conceptos, es por eso que la unidad didáctica culmina con la implementación de un mapa conceptual elaborado por los estudiantes a partir de la información suministrada durante este tiempo. El mapa conceptual es un instrumento útil debido a que facilita el aprendizaje, permite jerarquizar conceptos de manera ordenada. Esta actividad se realiza a manera individual donde cada estudiante de acuerdo a lo que sabe construye su mapa con los materiales de los que disponga y que sean de su preferencia. La actividad tiene una duración de 45 minutos.

### **REFERENCIAS**

Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A., & Massarini, A. (2008). Biología. In Biología. Médica Panamericana.

Neus Sanmartí (2005) Implementación de una unidad didáctica como primera experiencia en el aula.



### Anexo 3. Respuestas del caso E1 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.

1. ¿Qué crees que es una célula?  
*“Es lo que todo ser vivo tiene”*
2. ¿Dónde crees que encontramos células?  
*“Las células están en nuestro cerebro”*
3. ¿De qué tipo de células has leído, escuchado o visto?  
*“Vegetal, animal, eucariota y procariota”*
4. ¿Qué es un organismo unicelular?  
*“Una sola célula”*
5. ¿Qué es un organismo pluricelular?  
*“organismo formado por dos o más células”*
6. ¿Qué es una célula eucariota?  
*“no tiene claridad”*
7. ¿Qué es una célula procariota?  
*“bacterias”*
8. ¿Qué tipos de células eucariotas conoces?  
*“hongos y vegetales”*
9. ¿Qué tipos de células poseen los animales y las plantas?  
*“Membrana celular, citoplasma, tejidos”*
10. ¿Conoces algún tipo de célula procariota?  
*“bacterias”*
11. ¿Qué formas crees que tienen las células?  
*“bolita”*
12. ¿Qué tamaños presentan las células?  
*“Muy pequeña, y se ven con el microscopio”*
13. ¿Será posible que las células se nutran?  
*“No se alimentan porque son pequeños”*
14. ¿Es posible que las células se reproduzcan?  
*“Si, porque hace crecer a los seres vivos”*
15. ¿Cómo crees que pueden hacer estas acciones?  
*“Gracias a las funciones que tiene el ser humano”*

**Anexo 4. Respuestas del Caso E2 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.**

1. ¿Qué crees que es una célula?  
*“Unidad básica de todo ser vivo”*
2. ¿Dónde crees que encontramos células?  
*“Están en todo ser vivo”*
3. ¿De qué tipo de células has leído, escuchado o visto?  
*“Unicelular, vegetal, pluricelular”*
4. ¿Qué es un organismo unicelular?  
*“Un organismo formado por una sola célula, Ej: Bacterias.”*
5. ¿Qué es un organismo pluricelular?  
*“Dos o más células”*
6. ¿Qué es una célula eucariota?  
*“Humanos pluricelular y bacterias unicelular”*
7. ¿Qué es una célula procariota?  
*“No sé”*
8. ¿Qué tipos de células eucariotas conoces?  
*“No tiene núcleo”.*
9. ¿Qué tipos de células poseen los animales y las plantas?  
*“Hacer tejidos”.*
10. ¿Conoces algún tipo de célula procariota?  
*“No sé”*
11. ¿Qué formas crees que tienen las células?  
*“Sin forma.”*
12. ¿Qué tamaños presentan las células?  
*“2 Cm, no se puede ver”.*
13. ¿Será posible que las células se nutran?  
*“Sí se alimentan”.*
14. ¿Es posible que las células se reproduzcan?  
*“Sí porque es un ser vivo”.*
15. ¿Cómo crees que pueden hacer estas acciones?  
*“se reproducen de lo que uno come”*

**Anexo 5. Respuestas del caso E3 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.**

1. ¿Qué crees que es una célula?  
*“Unidad básica de todo ser vivo”*
2. ¿Dónde crees que encontramos células?  
*“En el cuerpo de todo ser vivo”*
3. ¿De qué tipo de células has leído, escuchado o visto?  
*“Vegetal y animal”*
4. ¿Qué es un organismo unicelular?  
*“son los que tienen una sola célula”.*
5. ¿Qué es un organismo pluricelular?  
*“varias células en el cuerpo”.*
6. ¿Qué es una célula eucariota?  
*“unicelulares ninguno y pluricelulares los animales”*
7. ¿Qué es una célula procariota?  
*“es un tipo de células”*
8. ¿Qué tipos de células eucariotas conoces?  
*“Son bacterias malas”.*
9. ¿Qué tipos de células poseen los animales y las plantas?  
*“no sé”*
10. ¿Conoces algún tipo de célula procariota?  
*“no sé”*
11. ¿Qué formas crees que tienen las células?  
*“son de diferentes formas”.*
12. ¿Qué tamaños presentan las células?  
*“tamaño pequeño no se ven a simple vista”.*
13. ¿Será posible que las células se nutran?  
*“sí, se alimentan entre ellas”*
14. ¿Es posible que las células se reproduzcan?  
*“no sé”*
15. ¿Cómo crees que pueden hacer estas acciones?  
*“escogen lo mejor de ellas para reproducirse”*

**Anexo 6. Respuestas del caso E4 al cuestionario utilizado durante el grupo de discusión.**

1. ¿Qué crees que es una célula?  
*“parte del cuerpo que está dentro de nosotros”*
2. ¿Dónde crees que encontramos células?  
*“Están dentro del cuerpo”*
3. ¿De qué tipo de células has leído, escuchado o visto?  
*“Célula vegetal, animal y el cuerpo humano”*
4. ¿Qué es un organismo unicelular?  
*“No se”*
5. ¿Qué es un organismo pluricelular?  
*“Animales y plantas.”*
6. ¿Qué es una célula eucariota?  
*“Animales y Personas por pluricelular y unicelular bacterias”*
7. ¿Qué es una célula procariota?  
*“Animales”*
8. ¿Qué tipos de células eucariotas conoces?  
*“No se”*
9. ¿Qué tipos de células poseen los animales y las plantas?  
*“con citoplasma, membrana”*
10. ¿Conoces algún tipo de célula procariota?  
*“bacterias”*
11. ¿Qué formas crees que tienen las células?  
*“ovalada”*
12. ¿Qué tamaños presentan las células?  
*“muy pequeña por lo que se tienen que ver con un microscopio”*
13. ¿Será posible que las células se nutran?  
*“Si, de lo que nosotros consumimos”*
14. ¿Es posible que las células se reproduzcan?  
*“Si, de una célula se forma otra célula”*
15. ¿Cómo crees que pueden hacer estas acciones?  
*“Se alimenta para reproducirse”*