

**LA CÉLULA COMO UNIDAD DE CONSTITUCIÓN DE LO VIVIENTE:  
Una aproximación a las condiciones históricas, técnicas y teóricas que permiten su  
configuración como objeto de estudio**

**SANDRA PATRICIA JIMÉNEZ MARTÍN  
MAIRA ALEJANDRA RODRÍGUEZ DÍAZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2019**

**LA CÉLULA COMO UNIDAD DE CONSTITUCIÓN DE LO VIVIENTE:  
Una aproximación a las condiciones históricas, técnicas y teóricas que permiten su  
configuración como objeto de estudio**

**SANDRA PATRICIA JIMÉNEZ MARTÍN  
MAIRA ALEJANDRA RODRÍGUEZ DÍAZ**

**Trabajo de Grado como requisito para optar por el título como Magister en Docencia  
de las Ciencias Naturales**

**Asesorado por:**

**STEINER VALENCIA VARGAS  
INGRID VERA OSPINA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2019**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---


---

**JURADO**

---

**JURADO**


**BOGOTÁ, D.C., 2019**

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 5</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado-Maestría
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	LA CÉLULA COMO UNIDAD DE CONSTITUCIÓN DE LO VIVIENTE: Una aproximación a las condiciones históricas, técnicas y teóricas que permiten su configuración como objeto de estudio.
<b>Autor(es)</b>	Jiménez Martin, Sandra Patricia; Rodríguez Díaz, Maira Alejandra
<b>Director</b>	Valencia Vargas, Steiner Vera Ospina, Ingrid
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019, 138 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	TEORÍA CELULAR; PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DE AULA; QUEHACER DOCENTE;;ENSEÑANZA DE LA CÉLULA.

<b>2. Descripción</b>
<p>El presente trabajo de investigación es producto de la reflexión en torno a la práctica docente y los procesos dados en el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, el cual tiene como finalidad presentar una profundización de carácter disciplinar y pedagógico, la cual reúne algunos elementos de índole histórico y epistémico en la constitución de la teoría celular, con el propósito de construir explicaciones acerca de la célula como unidad constitutiva de los seres vivos en condiciones de enseñanza en educación básica secundaria. Contribuyendo al planteamiento de una nueva estrategia para el estudio de lo celular en la enseñanza de las ciencias naturales y la biología, evidenciándose una transformación del concepto célula como objeto de estudio, desde lo abstracto a un concepto cercano, que se transforma como concepto pero también como experiencia, dotada de sentido y significado, que trasciende de una simple definición al establecimiento de una red relaciones más compleja en el construcción del pensamiento metacognitivo de los estudiantes.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Albarracín, T. A. (1983). <i>La Teoría Celular</i>. Madrid: Alianza Editorial.</p> <p>Arrieta Prieto, G. &amp;. (2006). <i>La observación: base metodológica de la investigación</i>. INIA Divulga.</p> <p>Canguilhem, G. (1976). Teoría Celular. En <i>El Conocimiento de la Vida</i> (págs. 47-90). Barcelona: Anagrama.</p> <p>Castaño, N. C. (2015). <i>Las relaciones modernización, educación, conocimiento, poder y la urgencia de construir formas alternativas de pensamiento para la educación en ciencias</i>. Enseñanza de las Ciencias y Cultura Múltiples Aproximaciones, 123-143.</p> <p>De Longhi, A. L. (2005). <i>Estrategias Didácticas Innovadoras para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela</i>. Córdoba: Universitas.</p> <p>Fonayet, M. &amp;. (1994). <i>¿Una estrategia didáctica particular en la enseñanza de los contenidos procedimentales?</i> Obtenido de <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=167267">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=167267</a></p> <p>Giordan, A., Host, V., Tesi, D., &amp; Gagliardi, R. (1987). Bosquejo sobre la Historia de la Teoría Celular. En <i>Conceptos de Biología 2. La Teoría Celular. La Fecundación. Los Cromosomas y los Genes. La Evolución</i>. (págs. 10 - 56). Barcelona: Labor S.A.</p>

	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 2 de 5</b>

González Contreras, J. D. (2012). *La observación como habilidad de pensamiento en la enseñanza de la biología*. Reflexiones desde la práctica pedagógica. Colombia: Asociación Colombiana para la investigación en ciencias y tecnología.

Hanson, N. R. (2017). Observación. En S. V. Vargas, *Módulo Historia y Epistemología de las Ciencia. Imágenes Culturales de Ciencia, Conocimiento y Realidad* (págs. 96 -122). Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Icfes. (2018). *Guía de orientación Saber 11° para instituciones educativas*. Bogotá: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes).

Icfes. (Julio de 2019). *Guía de orientación saber 11°2019-2*. Obtenido de <https://ocuments/20143/193560/Guia%20de%20orientacion%20de%20saber%2011%202019%20-%20202.pdf>

Jacob, F. (1999). *La Lógica de lo Viviente*. Obtenido de [https://empezandoafilosofar.files.wordpress.com/2015/11/fran\\_ois\\_jacob-la\\_l\\_gica\\_de\\_lo\\_viviente\\_15756\\_e.pdf](https://empezandoafilosofar.files.wordpress.com/2015/11/fran_ois_jacob-la_l_gica_de_lo_viviente_15756_e.pdf)

Jacob, F. (2017). El Mecanicismo. En S. Valencia, & O. Méndez, *Modulo Biología I. La Respiración: De Soplo Vital a Problema de Conocimiento* (pág. 21). Bogotá D. C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Jara, O. (2017). *Dilemas y desafíos de la sistematización de experiencias*. Obtenido de Centro de Estudios y Publicaciones – Alforja: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan033278.pdf>

Jiménez, S., & Rodríguez, M. (2017). *Un Acercamiento a lo Celular desde el Estudio de la Nutrición Humana*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

McMillan, & Schumacher. (2005). *Investigación Educativa 5.A Edición una Introducción Conceptual*. Madrid: Pearson Educación, S. A.

MEN. (2004). *El desafío: formar en ciencias naturales y en ciencias sociales. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá D.C: Ministerio de Educación Nacional.

MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. . Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). *Un Acercamiento a la Investigación De Diseño a Través de los Experimentos de Enseñanza*. Obtenido de Universidad de Granada enseñanza de las ciencias: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/243824/353427>

Oparin, A. (2004). *El Origen de la Vida*. México: Comité Internacional Pro Ciegos.


Orozco, J. C., Valencia, S., Méndez, O., Jiménez, G., & Garzón, J. P. (2003). *Los Problemas de Conocimiento una Perspectiva Compleja para la Enseñanza de las Ciencias*. TEA: Tecné, Episteme y Didaxis.

Pozo, J., & Gómez, M. (1994). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. “Enfoques para la enseñanza de las ciencias”*. En Pedreros, R & Tarazona, L. (2017) Módulo II de Pedagogía: El aula como Sistema de relaciones. Bogotá, Colombia.: Universidad Pedagógica Nacional. Maestría en Docencia de las ciencias Naturales.

Pozo, J., & Gómez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: EDICIONES MORATA, S. L.

Segura, D. (1995). *La Cultura Escolar y la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología*. Documento preparado para el Programa RED de la Universidad Nacional. Colombia: Universidad Nacional.

Zambrano, A. (2002). *Las teorías pedagógicas, los modelos pedagógicos, los modelos disciplinares y los modelos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Cátedra Icfes. Obtenido de Universidad del Valle. Cali. Colombia: <http://www.icfes.gov.co/d>

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 2 de 5</b>	


#### 4. Contenidos

El presente trabajo de grado consta de 7 capítulos. En el primero se encuentra la contextualización y delimitación del problema allí, se plantean varias reflexiones acerca de los diferentes referentes disciplinares que permitieron pensar la célula como objeto de investigación; teniendo en cuenta la complejidad del concepto y la manera como se enseñan lo celular en básica secundaria, partiendo del reconocimiento de su historicidad y del papel que juega la técnica y la experimentación en la consolidación de la teoría celular y el concepto célula. En los capítulos dos y tres se presentan los objetivos del trabajo de investigación, como la ruta metodológica empleada para el diseño de la propuesta y el análisis de las explicaciones que los estudiantes construyen acerca de la célula como unidad constitutiva de lo viviente. El capítulo cuatro constituyen el marco de referencia; enmarcada por presentación de la profundización disciplinar con base en elementos teóricos y pedagógicos. El capítulo cinco muestra el diseño y consolidación de la propuesta de intervención de aula, dirigida a estudiantes de grado sexto del Colegio Ave María de la localidad de San Cristóbal sur, de la cual se retoman elementos para la discusión y análisis de las diferentes explicaciones y sentidos que los estudiantes elaboran acerca de la célula como unidad constitutiva de lo viviente. Respeto al capítulo seis se expone la manera como fue recolectada y tratada la información durante el proceso de ejecución de la propuesta de intervención de aula a través del proceso de sistematización. El capítulo siete hace referencia a las conclusiones a las que se llegan a través del análisis de las declaraciones de los estudiantes y la sistematización de intervención de aula, seguidamente se expone una síntesis de los elementos construidos acerca de las explicaciones y significaciones que atribuyen los estudiantes de grado sexto, en cuanto a la comprensión de la célula como unidad de constitución de lo viviente. En esta se resalta la pertinencia disciplinar y pedagógica de esta alternativa para la comprensión del fenómeno como objeto de conocimiento en la enseñanza de lo celular en educación básica secundaria. Para finalizar se presentan los referentes bibliográficos y anexos.

#### 5. Metodología

El enfoque investigativo que orienta el presente trabajo de profundización corresponde a una metodología cualitativa, empleando el método de sistematización de aula. Para la realización del trabajo de investigación se llevaron a cabo seis fases metodológicas en las que se fueron hallando, detallando y resaltando aspectos que hace posible pensar la célula como unidad constitutiva de lo viviente, que son: *delimitación del problema, profundización teórica, planteamiento de la intervención de aula, implementación y sistematización de la intervención de aula, interpretación y análisis de resultados, producción discursiva y consideraciones finales*. La primera fase plantea los factores y limitantes en torno a la constitución de los seres vivos y su enseñanza que permiten plantear el siguiente interrogante *¿Cuáles son las condiciones técnicas y teóricas que hacen posible pensar la célula como constitución de lo viviente?* La segunda fase presenta una profundización disciplinar y pedagógica a partir de una revisión bibliográfica y documental, la cual proporciona elementos que enriquecen y soportan la propuesta de intervención de aula en la que se reconoce el papel que juegan las condiciones teóricas, técnicas y experimentales que posibilitaron pensar la célula como unidad constitutiva de lo viviente. La tercera fase expone el

En los capítulos dos y tres se presentan los objetivos y la ruta metodológica para el desarrollo de la investigación, especificando las fases del proceder metodológico. En cuarta fase se esbozan los dos marcos

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 4 de 5</b>	


de referencia, en un primer momento se sitúa la profundización disciplinar, con base a los elementos teóricos (cuestiones vinculadas a los saberes disciplinares, en cuanto a la historia y filosofía de la ciencia, partiendo de tres condiciones: ontológicas, epistémicas y técnicas); y pedagógicos (desarrollo de una reflexión acerca de las formas de enseñanza de la célula, el estatuto que representa en el currículo y los planes de estudio, y el empleo de instrumentos para la observación de lo celular en el aula y sus implicaciones). En la quinta fase se expone el diseño y la consolidación de la propuesta de intervención de aula, especificando la ruta conceptual, pedagógica y didáctica para identificar las explicaciones y significados que los estudiantes asignan a la célula como objeto de conocimiento y unidad constituyente del ser viviente; a partir de actividades de carácter experiencial y experimental, basadas en el fomento del trabajo individual y en equipo que permita establecer el intercambio de ideas, argumentos, cuestionamientos y descripción a propósito de lo celular. En fase seis expone el proceso de sistematización de la información obtenida durante la implementación de la propuesta de aula, teniendo en cuenta las siguientes formas de registro: guías de trabajo, fichas bibliográficas, diario de campo, grabación audio, fotografía y toma de notas de las maestras. Seguidamente se muestra la interpretación y análisis de resultados teniendo en cuenta la descripción de las acciones y actividades ejecutadas, empleando matrices para determinar los aspectos generales, las tendencias y las declaraciones de los estudiantes. Y en la séptima fase se presenta una síntesis reflexiva con base a las significaciones y elementos explicativos identificados, asociándose con las reflexiones generadas en la fase de análisis que llevaron al proceso de transversalización de las condiciones teóricas y experimentales, para describir las conclusiones a las que llega el grupo de investigación referente a las implicaciones y potencialidades de la enseñanza de lo celular en educación básica secundaria.

## 6. Conclusiones

Como producto final de la ejecución del presente proyecto de investigación, y con base al diseño, implementación y sistematización de la propuesta de aula, se plantean las conclusiones a partir de tres ítems: *El papel que juega la profundización disciplinar en el ejercicio del maestro y la enseñanza de lo celular, El papel que representa el diseño e implementación de propuestas de aula en el quehacer del maestro para tratar el estudio de lo celular, El papel de la observación de la célula, los instrumentos, técnicas y prácticas de laboratorio para la enseñanza de lo celular en básica secundaria.*

La profundización disciplinar en relación con el objeto de estudio que para el caso de este trabajo se centró en el rastreo de las condiciones técnicas y teóricas que han hecho a la célula un objeto de conocimiento, es una condición relevante en las prácticas de enseñanza de las ciencias. En tanto que la forma de difundir los hallazgos científicos, en medios discursivos los hacen ver como objetivos precisos, sólidos, seguros, y neutrales; independientes de los sujetos y de las condiciones sociales que propician en el común imaginario de verdades no determinadas temporal, espacial ni culturalmente. Dejando al discurso disciplinar como una acumulación de resultados, lo cual no contribuye a la apropiación de conocimiento científico en los estudiantes, por esto es necesario que el maestro realice este tipo de ejercicio en su quehacer que le posibiliten vincular la carga histórica de los conceptos del saber disciplinar y los discursos de los textos de ciencias naturales de carácter escolar.

Respecto al diseño, implementación y análisis de la propuesta de aula que pretende cualificar las prácticas de enseñanza de la biología, posibilitó el seguimiento de las actividades y procesos dirigidos en la enseñanza de la célula como la unidad constitutiva de los seres vivos, teniendo como referentes disciplinares, elementos que van desde lo teórico, técnico y pedagógico, que llevan al maestro a estructurar una ruta distribuida en sesiones, actividades con una finalidad específica en el trabajo de aula al abordar lo celular, desarrollando ideas, experiencias y habilidades científicas, que posibilita diferentes formas de comprender y construir un proceso cognitivo contextualizada y acorde al plan curricular definido para el nivel de escolaridad de los estudiantes.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Escuela de Profesores</i>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 5 de 5</b>	

En la enseñanza de lo celular es fundamental aproximar a los estudiantes a vivencias que les posibilite comprender en detalle y de manera práctica los fenómenos, para ello es primordial efectuar prácticas de laboratorio. Pero conforme a nuestro quehacer docente hemos encontrado que no es una actividad frecuente orientada con el propósito de que los estudiantes elaboren explicaciones; sino más bien a que estas “sean repetitivas, comparativas e incluso a veces no se realizan por temor a dañar instrumentos o por el tiempo limitado” para el préstamo del espacio en la institución. Sin embargo, los estudiantes demuestran una gran motivación por este tipo de prácticas, en tanto que es allí donde su imaginario se fortalece puesto que deja de ser la célula una concepción abstracta que solo se observa en libros de texto y se consolida como un concepto real y preciso construido a partir de un proceder teórico, técnico y experiencial. En esta medida es pertinente resaltar que la observación descriptiva (macro y micro), juega un papel determinante, pues permite establecer relaciones de manera sencilla respecto a lo que se ve a través del microscopio, mediante la realización de dibujos y llevar a cabo la técnica de forma precisa. Estos dos elementos se configuran como factores esenciales en la comprensión y elaboración de explicaciones de aquello que a simple vista no se ve, favoreciendo la observabilidad de lo celular y sus estructuras como unidad constituyente del vivo. Por ello la comprensión conceptual se dio de manera paulatina acerca de los diferentes cuestionamientos y postulados que fueron vinculando los hechos y formas de proceder del docente, en tanto que se concientiza en torno a los contenidos de enseñanza y su historicidad para enseñar de manera pertinente, coherente y articulada el abordaje de lo celular como unidad de constitución de lo viviente.

<b>Elaborado por:</b>	Jiménez Martín, Sandra Patricia; Rodríguez Díaz, Maira Alejandra
<b>Revisado por:</b>	Valencia Vargas, Steiner; Vera Ospina, Ingrid

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	16	09	2019
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>CONTEXTUALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
La Complejidad de los Conceptos Abordados en el Objeto de Estudio Inicial	17
La Célula como Objeto de Conocimiento	18
El Papel de la Técnica	20
La Enseñanza de la Célula en la Educación Básica Secundaria	23
<b>OBJETIVOS</b>	<b>27</b>
GENERAL	27
ESPECÍFICOS	27
<b>RUTA METODOLÓGICA</b>	<b>28</b>
FASE DE DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	31
FASE DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA	31
FASE DE DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN DE AULA	32
Etapas 1: <i>Constitución de la observación como un proceso complejo.</i>	33
Etapas 2: <i>Las técnicas de manipulación de muestras como condición para la observabilidad</i>	33
Etapas 3: <i>La representación como condición para dar cuenta de la célula como fenómeno vivo</i>	33
FASE DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN DE AULA	34
FASE DE INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
FASE DE PRODUCCIÓN DISCURSIVA (Conclusiones y Consideraciones Finales).	34
<b>PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA: <i>Una Aproximación Histórica A Los Elementos Conceptuales Y Experimentales En La Construcción Del Concepto Célula Y Sus Implicaciones En Condiciones De Enseñanza</i></b>	<b>36</b>
<b>Aspectos técnicos y teóricos en la consolidación de la célula como unidad de constitución de lo viviente</b>	<b>36</b>
<i>Referentes Ontológicos que hicieron posible la formulación de la Teoría Celular</i>	37
<i>Materialismo e idealismo</i>	37
<i>Hacia una idea mecanicista de lo vivo</i>	38
<i>Las ideas de Linneo, Buffon y Haller</i>	39
<i>Otras formulaciones al respecto de la unidad que constituye lo vivo</i>	42
<i>Referentes Históricos y Epistémicos en la configuración de la Teoría Celular</i>	45

<i>Referentes Técnicos y Experimentales en la Constitución de la Teoría Celular</i>	49
<i>El perfeccionamiento de los instrumentos de observación</i>	49
<i>La tinción: como elemento de coloración de muestras</i>	53
<i>La optimización en la preparación de muestras</i>	55
<b>PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS CON LA ENSEÑANZA DE LA CÉLULA COMO UNIDAD DE CONSTITUCIÓN DE LO VIVIENTE</b>	<b>56</b>
<i>La enseñanza de lo celular en la educación básica secundaria</i>	56
<i>El papel de la observación en la construcción de explicaciones en Ciencias</i>	59
<i>La incorporación del microscopio como instrumento para la observación de lo celular</i>	64
<b>INTERVENCIÓN DE AULA: DE LO VISIBLE A LO NO VISIBLE: LA CÉLULA COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO</b>	<b>66</b>
FINES ORIENTADORES	66
ETAPAS DE LA PROPUESTA DE AULA	68
<b>INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>70</b>
ETAPA 1: Hacer de la Observación un Proceso Complejo.	70
<i>Acción 1: El observador y el punto de vista</i>	71
<i>Acción 2: El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada</i>	75
ETAPA 2: La manipulación de muestras como condición para la observabilidad	77
<i>Acción 3: Cortes y manipulación de objetos</i>	79
<i>Acción 4: Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo</i>	81
ETAPA 3: La representación como condición para dar cuenta de la célula como fenómeno de vivo	84
<b>CONSIDERACIONES FINALES: Reflexiones Acerca de las Implicaciones y Potencialidades en la Enseñanza de las Ciencias al Abordar la Célula como Problema de Conocimiento</b>	<b>90</b>
<i>El papel que juega la profundización disciplinar en el ejercicio del maestro y la enseñanza de lo celular.</i>	91
<i>El papel que representa el diseño e implementación de propuestas de aula en el quehacer del maestro para tratar el estudio de lo celular.</i>	92
<i>El papel de la observación, los instrumentos, técnicas y prácticas de laboratorio para la enseñanza de lo celular en básica secundaria.</i>	94
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>100</b>
Anexo 1. Carrera de Observación “Cuidando la Capa de Ozono”	101
Anexo 2. Buscando el Objeto Perdido	103
Anexo 3. Observando en Detalles	107

Anexo 4. <i>¿Cómo vemos objetos de diferentes tamaños?</i>	111
Anexo 5. <i>Jugando Con Objetos Teñidos</i>	113
Anexo 6. <i>Explorando el Interior de Lo No Vivo y Lo Vivo</i>	115
Anexo 7. <i>Cambiando, Cambiando, El Tiempo Va Pasando</i>	119
Anexo 8. <i>Reproducción Sexual en Plantas , Crecimiento y Desarrollo en Plantas.</i>	122
Anexo 9. <i>Plan curricular grado 6</i>	124
Anexo 10. <i>La célula (anatomía y fisiología) y Teoría Celular</i>	125
Anexo 11. <i>Significados De Lo Visible A Lo No Visible</i>	127
Anexo 12. <i>Autorización de Tratamiento de Datos Personales y de Menores de Edad</i>	128

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Tomado del libro Sistema 1, Ed. Santillana 2010.</i> .....	24
Ilustración 2. <i>Esquema Ruta Metodológica</i> .....	30
Ilustración 3. <i>Esquema Síntesis Referentes Ontológicos que hicieron posible la formulación de la Teoría Celular</i> .....	45
Ilustración 4. <i>Esquema Síntesis Referentes Históricos y Epistémicos en la configuración de la Teoría Celular</i> .....	49
Ilustración 5. <i>Esquema Síntesis Referentes Técnicos y Experimentales en la Constitución de la Teoría Celular</i> .....	55
Ilustración 6. <i>Síntesis la Enseñanza de lo Celular en la Educación Básica Secundaria</i> .....	59
Ilustración 7. <i>Esquema Síntesis el papel de la observación en la construcción de explicaciones en Ciencias</i> .....	63
Ilustración 8. <i>Esquema Síntesis La incorporación del microscopio como instrumento para la observación de lo celular.</i> .....	65
Ilustración 9. <i>Esquemas Mentales elaborados por los estudiantes de grado 6 durante la ejecución de la en la acción 5 en la Etapa 3.</i> .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Estructura Estándar Básico de Competencias en Ciencias Naturales para grados 6 a 7 de Básica secundaria. Tomado de Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber. ....</i>	60
Tabla 2. <i>Etapas de la Propuesta de Intervención de Aula .....</i>	69
Tabla 3. <i>Acciones, propósitos, actividades y productos de la fase 1. ....</i>	71
Tabla 4. <i>Declaraciones de los estudiantes Acción 1. El observador y El Punto de Vista. ..</i>	75
Tabla 5. <i>Declaraciones de los estudiantes Acción 2. El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada.. ....</i>	76
Tabla 6. <i>Acciones, propósitos, actividades y productos de la fase 2. ....</i>	78
Tabla 7. <i>Declaraciones de los estudiantes Acción 3. Cortes y manipulación de objetos. ...</i>	81
Tabla 8. <i>Declaraciones de los estudiantes Acción 4. Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo.....</i>	84
Tabla 9. <i>Acción, propósito, actividad y producto de la fase 3. Actividad de Cierre.....</i>	85
Tabla 10. <i>Declaraciones de los Estudiantes Acción 5. El papel de las representaciones como modo de explicar la célula como fenómeno de lo vivo. ....</i>	88

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación titulado *la Célula como Unidad de Constitución de lo Viviente: Una Aproximación a las Condiciones Históricas, Técnicas y Teóricas que Permiten su Configuración como Objeto de Estudio*; corresponde a una profundización de carácter disciplinar y pedagógico, en la cual se reúnen algunos elementos de índole histórico y epistémico en la constitución de la teoría celular, con la finalidad de construir explicaciones acerca de la célula como unidad constitutiva de los seres vivos y sus condiciones de enseñanza en educación básica secundaria.

Esta investigación emerge a partir de dos factores, en primer lugar las preocupaciones que emergen de la reflexión crítica de nuestro quehacer docentes de biología en básica secundaria, que permitió la formulación de un trabajo de grado de especialización, con la intencionalidad de plantear una propuesta de aula que facilitará la comprensión de la célula a partir del estudio de la nutrición humana y las relaciones que se establecen los niveles de organización celular. Y en segundo lugar a partir de un análisis reflexivo como estudiantes de posgrado, derivado de los diferentes espacios de formación docente, que hacen parte del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la UPN, con relación a las formas de construcción y la naturaleza del conocimiento científico, el tipo de las prácticas de enseñanza realizadas en el aula y los sentidos e imaginarios que orientan las estrategias de enseñanza de las ciencias naturales en educación básica secundaria. Esto con el objeto de proponer acciones de enseñanza-aprendizaje que permitan enriquecer el quehacer docente y resignificar el trabajo y las dinámicas de aula.

La profundización teórica, realizada como parte de este trabajo, permitió problematizar la célula como objeto de estudio y allegar criterios para el diseño, implementación y sistematización de una intervención de aula con estudiantes de grado sexto para el seguimiento de las significaciones y sentidos que el grupo de estudiantes asigna al abordar la célula como unidad constitutiva de lo viviente, teniendo en cuenta los referentes históricos, ontológicos y epistemológicos que consolidaron el concepto célula y la teoría celular.

Este trabajo se encuentra estructurado en siete capítulos correspondientes a: *contextualización y delimitación del problema, objetivos, ruta metodológica, profundización teórica, intervención de aula: de lo visible a lo no visible: la célula como problema de conocimiento, implicaciones y potencialidades en la enseñanza de las ciencias al abordar la célula como problema de conocimiento, consideraciones y recomendaciones finales y anexos.*

En relación a la contextualización y delimitación del problema se plantean varias reflexiones acerca de los diferentes referentes disciplinares que nos permiten pensar la célula como objeto de investigación; teniendo en cuenta la complejidad del concepto y la manera como se enseñan lo celular en básica secundaria, a partir del abordaje del fenómeno desde el reconocimiento de su historicidad y del papel que juega la técnica y la experimentación en la consolidación de la teoría celular y el concepto célula.

En los capítulos dos y tres se presentan los objetivos y la ruta metodológica para el desarrollo de la investigación, especificando las fases del proceder metodológico. Respecto al capítulo cuatro se constituyen dos marcos de referencia, en un primer momento se sitúa la profundización disciplinar, con base a los elementos teóricos (cuestiones vinculadas a los saberes disciplinares, en cuanto a la historia y filosofía de la ciencia, partiendo de tres condiciones: ontológicas, epistémicas y técnicas); y pedagógicos (desarrollo de una reflexión acerca de las formas de enseñanza de la célula, el estatuto que representa en el currículo y los planes de estudio, y el empleo de instrumentos para la observación de lo celular en el aula y sus implicaciones). Y en el capítulo cinco expone el diseño y la consolidación de la propuesta de intervención de aula.

En el capítulo seis se presenta la descripción y análisis de resultados, a partir de los dos marcos de referencia permiten la construcción de una propuesta de intervención de aula implementada con estudiantes de grado sexto del Colegio Ave María de la localidad de San Cristóbal sur, de la cual se retoman elementos para la discusión y análisis de las diferentes explicaciones y sentidos que los estudiantes elaboran acerca de la célula como unidad constitutiva de lo viviente; mediante el seguimiento de una serie de actividades experimentales, técnicas y teóricas en el estudio de lo vivo y lo no vivo .

En los capítulos siete hace referencia a las conclusiones, que en este documento se denominan consideraciones finales: reflexiones acerca de las implicaciones y potencialidades en la enseñanza de las ciencias al abordar la célula como problema de conocimiento; allí se expone una síntesis de los elementos construidos acerca de las explicaciones y sentidos que atribuyen los estudiantes de grado sexto en la comprensión de la célula como unidad de constitución de lo viviente. En esta se resalta la pertinencia disciplinar y pedagógica alternativa para la comprensión del fenómeno como objeto de conocimiento en la enseñanza de lo celular en educación básica secundaria.

## CONTEXTUALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo se centra en el estudio de las condiciones técnicas y teóricas que hacen posible pensar la célula como unidad de constitución de lo viviente. Para poder establecer este campo de interés investigativo, fue necesario realizar un proceso de decantación de las preocupaciones que emergen desde la reflexión crítica de nuestras prácticas de enseñanza de la biología en básica secundaria.

Tal ejercicio llevó inicialmente a la formulación de un trabajo de grado de especialización<sup>1</sup>, cuyo interés era plantear una propuesta de aula que posibilitará la comprensión de la célula a partir del estudio de la nutrición humana. En este sentido se trabajó en cuatro aspectos que permitieran a los estudiantes dar cuenta de los procesos visibles que se dan en la nutrición, para luego explorar lo que le ocurre a los nutrientes en la célula: El primero, en torno a la necesidad de alimentarse y su función en el mantenimiento del organismo; el segundo, en cuanto a la constitución de los alimentos; el tercero, respecto al proceso de transformación de los alimentos a través del sistema digestivo, y en cuarto lugar, lo que ocurre con los nutrientes en el organismo y la célula.

Lo anterior implicó hacer frente a una serie de encrucijadas ligadas a tres ámbitos: suponía pensar en cosas como de qué están hechos los alimentos y cuál es su composición; requería repensar el proceso de nutrición desde la ingestión, digestión y absorción de los nutrientes; conllevaba la configuración de lo que acontece en el organismo cuando nos alimentamos y la forma como los nutrientes son asimilados. Dado que para los estudiantes no era del todo comprensible la manera como se daban estos procesos al interior del organismo, dichas inquietudes los condujeron a considerar varias preguntas: ¿De qué manera llegan los nutrientes a la célula?, ¿Cómo ocurre el transporte de los nutrientes a los tejidos?, ¿Cómo es posible que los nutrientes pasen primero a la célula y luego al organismo?

De esta manera, uno de los primeros problemas que trajo consigo la investigación, era que los estudiantes no lograban construir relaciones precisas acerca de cómo los nutrientes, se transforman y transportan a los diferentes tejidos y la forma como la célula hace uso de los mismos.

Ante estas inquietudes, emerge la necesidad de orientar la mirada hacia el tipo de relaciones que se establecen entre el nivel celular y organísmico, para lo que fue indispensable revisar los aspectos históricos, epistémicos y ontológicos, que permitiera derivar elementos para su enseñanza. Amparados en este propósito y dados los hallazgos del análisis documental, se evidencia que la investigación centrada en la comprensión de lo celular y lo organísmico implica rastrear la manera cómo cada uno de estos términos fue estableciéndose como concepto estructurante de la biología, de acuerdo a las diferentes recapitulaciones que muestran las preocupaciones a propósito de la constitución, la estructura, la función y la organización de los seres vivos. En este camino, surgen interrogantes como ¿Cuáles son los

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado titulado *Un Acercamiento a lo Celular desde el Estudio de la Nutrición Humana* (Jiménez & Rodríguez, 2017). Inscrito en el programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

elementos teóricos y experimentales que configuran el concepto organismo? ¿Cuáles son los elementos teóricos y experimentales que configuran el concepto célula? y ¿Qué relaciones de interdependencia se pueden establecer entre los dos?

Cada una de estas preguntas supone posicionarse en campos de estudio amplios, complejos y diversos, en términos tanto disciplinares (si se refiere a lo anatómico, lo estructural o lo funcional), así como con aspectos históricos y epistemológicos. Reconociendo esto como una segunda dificultad, en la investigación en sí misma requiere enmarcar el objeto de estudio y enfocarse en el abordaje de un solo interrogante. Puesto que en una primera indagación bibliográfica se muestra que hacer un estudio de las condiciones teóricas y experimentales que hace posible el concepto organismo, supone profundizar en tres de las teorías fundamentales de la Biología: la Teoría Celular, la Teoría Genética y la Teoría Evolutiva, entre otras consideraciones de orden fisiológico y estructural. Si bien, optar por preocupaciones de orden celular, supone también un ejercicio de profundización complejo, el estudio de su reconstrucción aparece más factible en términos de las posibilidades y necesidades de este trabajo, de ahí que nos interesa centrar nuestra atención en la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los elementos teóricos y experimentales que configuran el concepto célula?

### **La Complejidad de los Conceptos Abordados en el Objeto de Estudio Inicial**

Como se ha hablado hasta el momento, el objeto de estudio inicial estuvo centrado en las relaciones entre lo celular y lo orgánico y en cómo derivar elementos para la enseñanza, no obstante, tal abordaje resulta ser un terreno de estudio bastante extenso y ello queda al descubierto en formulaciones tales como el discurso acerca de la organización de lo viviente que desarrolla Jacob (1999) en su obra *la lógica de lo viviente*, donde retoma elementos como la idea del programa, la relación de la organización, la reproducción y la comprensión de lo vivo como una integralidad, que lo llevan a develar que el organismo es un macro concepto producto de una reconstrucción histórica, pero además, supone una serie de problemas de orden disciplinar, histórico y epistémico.

En relación con lo disciplinar, el concepto de organismo está ligado a una serie de preguntas: ¿Cuál es la constitución de los seres vivos?, ¿Por qué los hijos se parecen a los padres? y ¿Cómo esos seres vivos se transforman y varían en el tiempo? La primera pregunta nos lleva a afirmar que la célula es la unidad de constitución de los seres vivos y no como coloquialmente se menciona que los seres vivos están constituidos de células, pues termina por ser un error conceptual, esto debido a que no solo deben estar las células presentes, sino que cada una de ellas debe cumplir con dinámicas particulares.

La segunda pregunta nos ubica en la manera en la que se da la transmisión de factores o información genética que se transfiere de generación en generación, hecho que liga a los seres vivos en una misma historia. Sin embargo, el abordaje de este cuestionamiento nos conduce inevitablemente al problema de la reproducción, que por sí mismo implica hablar de la teoría genética. Ahora bien, cuando se alude a transmisión de factores, la tercera pregunta adquiere relevancia, pues acarrea cuestionarse por el origen de los seres vivos, lo cual obliga a dar cuenta de la teoría evolutiva. Es por esto que al hablar de organismo es necesario referirse a estas teorías que propician la emergencia del término y su aporte a la

constitución del campo de la biología. De esta manera no es pertinente asumir que ser vivo es sinónimo de organismo, ya que este implica una serie de interacciones entre el medio interno y externo que posibilitan la constitución de organismo.

En este orden de ideas es importante señalar que el concepto de organismo se encuentra ligado con el concepto de organización, por esto Jacob (1999) en su trabajo se refiere a la organización como una noción primordial que lleva la anatomía como una rama de ello. Pero a su vez la organización también es un asunto funcional. No obstante, cabe resaltar que Jacob (1999) menciona que en el S. XIX existía la preocupación de ¿Cómo las relaciones entre estructura y función hacen posible la vida? Por tanto, el análisis de la estructura visible presenta una arquitectura oculta que posibilita la organización de determinado individuo, en donde la organización de un ser vivo no solo describe la combinación de sus estructuras y el cúmulo de características, sino que se da una relevancia a la estructura visible y sus funciones proporcionando un fundamento oculto con respecto a la totalidad del ser y de su funcionamiento:

*“Un ser vivo no representa ya una simple asociación de órganos que funcionan de manera autónoma. Es un todo cuyas partes dependen unas de otras y cada una de las cuales desempeña una función particular de interés general, perfilando una lógica del organismo teniendo en cuenta las condiciones exteriores.”* (Jacob, F, 1999. p. 61)

Partiendo de la reflexión de Jacob (1999) y lo expuesto en el aspecto disciplinar, preguntarse por ¿Los elementos desde los cuales se configura la categoría de organismo? y su relación con lo celular, refleja dos cosas: la complejidad de ambos conceptos y el inexistente abordaje de los mismos.

De esta manera surge la necesidad de ubicar y enmarcar nuestro objeto de estudio en la célula, que era uno de los cuestionamientos iniciales. De esta manera, tal inquietud lleva a abordar la teoría celular para comprender lo viviente, desde su constitución preguntándose por: ¿Qué vínculos se pueden establecer entre la célula como unidad de constitución y la célula como unidad de origen de los seres vivos?

### **La Célula como Objeto de Conocimiento**

Con base en lo expuesto anteriormente y teniendo presentes los cuestionamientos planteados sobre lo que acontece en el organismo cuando nos alimentamos y la forma como los nutrientes son asimilados en el interior de la célula, un camino que permite resolver esas encrucijadas, es preguntarse por el estatuto que tiene lo teórico y lo experimental en la célula como unidad de constitución de lo viviente.

En este punto, Jacob (1999) deja entrever que la comprensión de la célula sobrepasa su proceso de verificación dada su carga histórica, por tanto, plantea que:

*“El microscopio a lo sumo es uno de los medios de verificación cuando uno ya lo ha expresado. ¿Pero de dónde viene la idea de decirlo antes que verificarlo? Aquí precisamente cobra importancia la historia del concepto de célula.”* (Canguilhem, G, 1976.p.53)

De esta manera, Jacob (1999) revela que este concepto manifiesta una amplitud respecto a su composición, estructura y fisiología; que permite devolvemos en la historia. Para determinar que el concepto célula resulta ser producto de una serie de recapitulaciones de diferentes hechos, teorías e hipótesis que hacen diferentes autores acerca de la constitución de lo viviente. Es por esto que Canguilhem afirma que Robert Hooke no descubrió la célula, porque:

*“Lo referente a la célula, generalmente se hace un gran honor a Hooke. Ciertamente es quien la descubrió, un poco al azar y por el juego de una curiosidad divertida por las primeras revelaciones del microscopio. Habiendo practicado un corte muy fino en un trozo de corcho, Hooke observó la estructura tabicada. Y es él mismo quien inventa el término, bajo el imperio de una imagen y por asimilación del objeto vegetal a un panal de miel obra animal asimismo asimilada a una obra humana, puesto que una célula' es una pequeña habitación. Pero el descubrimiento de Hooke no inicia nada, no es un punto de partida, ya que se retoma un siglo después”* (Canguilhem, G, 1976.p.53)

En otras palabras, para Canguilhem, Hooke asignó un término a partir de una semejanza de lo que observó en su microscopio y la estructura de un panal. Pero ello no determinó su ontogenia. Hooke sólo asignó un término más no determinó el concepto de célula. Es así como lo referido anteriormente nos remite a pensar que este concepto exhibe unas condiciones de aparición como es la preocupación acerca de la composición y génesis de los organismos.

De igual forma Albarracín Telón (1983), en su texto *La Teoría Celular. Historia de un Paradigma*, plantea que históricamente existen distintas preocupaciones acerca de la constitución de los seres vivos, preocupaciones que parten de cuestionar ¿De qué están hechos los seres vivos? Entonces si el átomo es la unidad de composición de la materia, las moléculas orgánicas y las partículas vivientes son la composición de los seres vivos.

Para esto se desarrollan descripciones y estudios sobre la historia de la anatomía microscópica en el siglo XIX dirigidos por Laín Entralgo, que permitieron caracterizar de manera externa los materiales estudiados, además de establecer un orden cronológico superficial sobre los saberes citológicos sus dinámicas y complejidades, dichos argumentos eran puestos en evidencia en 1977 por el histólogo británico Bracegirdle, quien refutó varias de estas afirmaciones respecto al hecho de pensar en problemas fundamentales de la biología como lo era la relación materia - vida que permitiría hallar respuestas coherentes, válidas y científicas a dichas situaciones, acentuando el primer término protoplasma que parte de la corriente vitalista, superando el paradigma de la fibra o del tejido. (Albarracín, T.A.1983)

Es aquí donde se establecen características de la teoría globular, que busca integrarse con la fibrilar, dando paso a nuevas transformaciones dentro de la teoría como lo afirma Teulón:

*“Antes de hacerse visible cualquier fibra se observa en las sustancias que van a constituir la una formación esférica de tamaño variable. Estos glóbulos flotan en un líquido que en determinadas circunstancias, parece transformarse así mismo en estas formas, de las que surgen las fibras, que podemos imaginarnos que están organizadas por el ensartamiento de tales cuerpos.”* (Albarracín. A.1983, p. 19)

En este sentido se abordan varios autores que brindan aportes históricos como el de Konstanz en 1965 y Canguilhem 1976, que ofreció un amplio bagaje en la recolección de datos, pero que al final debería ampliar las perspectivas e hilar todo en un contexto que no permitiera solo organizar datos, sino clarificar el significado de estos aportes a la constitución de la teoría celular, en el primer decenio del siglo XX, siendo de vital importancia la invención del microscopio compuesto y las técnicas de micrografía que posibilitaron la observación y reconocimiento de las estructuras celulares. Desde otra perspectiva dar un cambio en la historia de la evolución de la teoría celular con problemas biológicos y fenómenos que permiten retomar datos ya establecidos para Schleiden y Schwann. (Albarracín, T.A.1983)

De este modo, al realizar un rastreo somero, se evidencia que la célula no es la que compone a los tejidos, órganos y organismos, idea a la que se suma Canguilhem ya que ubica a la célula como la unidad de constitución de lo viviente en tanto que presenta una estructura, una función y que es objeto de estudio de la biología, en especial cuando menciona que:

*“La teoría celular no es la afirmación de que el ser se compone de células, sino primero que la célula es el único componente de todos los seres vivientes, y, a continuación, que toda célula proviene de una célula preexistente (Canguilhem, G. 1976.p.53)*

Por otra parte en lo que se refiere a su contenido biológico, las primeras versiones de la teoría celular se dirigían a dar una solución a cuestiones como: la relaciones entre materia y vida hecho que determina cuáles eran las unidades vitales que componían la estructura de los seres vivos, ya no como unos componentes sino como unidades constitutivas, que posibiliten una explicación válida para el crecimiento de los individuos.

El crecimiento de los animales o las plantas podría explicarse, en efecto partiendo de las nociones que Schleiden y Schwann aplicaban a la formación celular, puesto que el desarrollo de los tejidos y los órganos poseían unidades constitutivas como la célula y además dependen de su proceso de división celular constante.

### **El Papel de la Técnica**

Como se mencionó anteriormente, el estudio de la teoría celular no solo se estableció desde el compilado de sus hipótesis, teorías y explicaciones a los que llegaron diversos autores, sino que además se recurrió a diferentes instrumentos y sustancias para poder hacer visible lo invisible.

En este sentido se llevan a cabo múltiples prácticas de laboratorio y experiencias que posibilitan la técnica como habilidad para observar la célula y así poder dar cuenta de su estructura, fisiología y anatomía. Para esto fue necesario mejorar en tres aspectos referidos a los instrumentos, el empleo de sustancias de coloración (tinciones) y las preparaciones citológicas e histológicas.

En cuanto al **primer aspecto (los instrumentos)**, es importante señalar el **mejoramiento de la observación al microscopio**, dado que este es el que posibilitó ampliar el campo de

conocimiento en torno a la célula. A partir de las primeras observaciones realizadas por Hooke y Leeuwenhoek, quienes emplearon microscopios simples, los cuales presentaban lupas con lentes de distancia focal muy pequeña, pero de campo muy reducido, o bien microscopios con objetivo y ocular; en el primer caso, la exploración del objeto requería una enorme paciencia, en el segundo, el problema era las aberraciones capaces de deformar totalmente la imagen del objeto estudiado (Giordan, A et al. 1987). Situación que llevó a la necesidad de articular teorías de campo de conocimiento de la física relacionadas con la óptica y el trabajo artesanal en el mejoramiento de los tipos de microscopio y lentes que hicieran posible reducir las aberraciones y así poder obtener datos reproducibles y generalizables, como lo hacían las ciencias físicas del siglo XVIII.

Puesto que los microscopios de construcción artesanal solían "*ser extremadamente diversos, no solo en la forma, sino también en sus propios principios; participaban de la personalidad del sabio (...) sus características técnicas eran muy variables. La utilización del instrumento agravaba la subjetividad del observador, en particular porque las aberraciones solían ser de la misma magnitud que el objeto estudiado*" (Giordan, A et al. 1987, p. 12). Es relevante mencionar que el microscopio construido por Leeuwenhoek posibilitó la precisión gráfica de la célula a través de dibujos en detalle de estas. Este hecho llevó a un gran avance en dibujo naturalista, acción fundamental en la investigación biológica como parte del ejercicio de los procesos de observación que se llevan a cabo en el proceder de investigativo de la nueva rama de estudio en la biología celular. (Giordan, A et al. 1987)

Es así como paulatinamente se logra disponer de un instrumento de mayor calidad durante 1860 y 1900. Para desarrollar observaciones en detalle que condujera a profundizar en el conocimiento de la organización y el desarrollo de las células para así dar cuenta de las funciones generales de los seres vivos.

Con respecto al **segundo el empleo de sustancias de coloración (tinciones)**, luego del desarrollo tecnológico del microscopio emerge la necesidad de emplear colorantes para destacar las características morfológicas (forma, tamaño, estructura) de las muestras *in-vivo* que se observan en el microscopio durante 1860 y 1900, hecho que no resulta ser suficiente para dar cuenta de lo no visible, sino que era fundamental conocer sus componentes y organización. Ya no solo era hacer que se conserve la muestra en el tiempo para poder ser reproducible a través de técnicas de fijación. Por lo tanto, los estudios se centraron en el mejoramiento de las observaciones y el proceder investigativo de la citología y la histología, en tanto que mejoraron las condiciones de observación, pues "*realizar preparaciones muy delgadas y transparentes, aumentar los contrastes evitando los artefactos debidos a los procedimientos de fijación del colorante. Las dilaceraciones y maceraciones se sustituyeron progresivamente por técnicas de inclusión y de corte*" (Giordan, A, 1987, p. 29).

Es allí donde los colorantes y las tinciones se emplean con mayor frecuencia porque permitían ahondar en un descubrimiento práctico y reproducible a modo de las ciencias físicas. Por ende, el estudio y descripción de los colorantes "*se diversifica a los naturales (carmin desde 1850, hematoxilina a partir de 1862) se añade progresivamente la gama de los sintéticos, en particular los derivados de la anilina (fucsina, eosina, 1878); las condiciones exactas de su empleo (elección del colorante y determinación de la concentración favorable) en una observación concreta iban afinándose gradualmente*"

(Giordan, A, 1987, p. 29). Esto se aprovechó aún más para lograr distinguir las estructuras presentes en la célula, como son los cromosomas que se teñían con Yodo (I), de un color oscuro en forma de bastón curvo.

Es por esto que este tipo de técnicas permiten elaborar una teorización respecto al fenómeno de lo celular. Además, se hace necesario la identificación de sustancias que permitan la tinción, de acuerdo a su afinidad con estructuras particulares en la célula. De allí que sea posible no solo caracterizar la estructura celular sino también su composición. Es decir que el papel que tiene la tinción en este punto no es sólo de reconocimiento, sino que hace visible las estructuras, y permite indirectamente dar cuenta de la composición de estas; por lo que la técnica condiciona la construcción de explicaciones acerca de un fenómeno.

Por otro lado, a los progresos obtenidos en cuanto a la microscopía y la coloración se suman **el tercer aspecto relacionado con las preparaciones citológicas e histológicas**. El estudio de lo no visible empieza a manera de un marcado interés por generar muestras que permitan observar las células en un microscopio artesanal, siendo inicialmente muestras de secreciones tales como semen o sangre; pero también de muestras de tejido como la corteza de corcho o sauco. Para Hooke a la hora de examinar el corcho fue necesario realizar un corte más delgado para reconocer los poros pero que a su vez realizó otros cortes de fragmentos de vegetales; para descubrir que, “*en la médula del sauco o de casi todos los árboles, en la pulpa interna o en la médula de diversas plantas, como el hinojo, la zanahoria, la bardana, el cardo, y ciertas cañas, existía la misma estructura porosa*” (Giordan, A, 1987, p. 9). Por la misma época *Leeuwenhoek realizó extraordinarias observaciones con los microscopios simples que él mismo construía. Sus descripciones versaban, en particular, sobre infusorios, espermatozoides, glóbulos rojos nucleados de peces, e incluso bacterias. Malpighi realizó también numerosas observaciones citológicas* (Giordan, A, 1987, p. 10), respecto al desarrollo embrionario, la observación de tejidos vegetales en especial el tejido epidérmico de las hojas, y muestra en vivo de algunos tejidos animales.

Estos tres aspectos (el instrumento, la coloración y la preparación de citológica e histológica) permiten develar la importancia del papel que tiene la técnica en el estudio de la célula, en cuanto a la constitución del estatuto discursivo y conceptual. Hecho que permite problematizar la investigación, los métodos y procedimientos investigativos. Para dar cuenta de las formas de construcción de conocimiento acerca de lo celular.

Lo expuesto en párrafos anteriores, relacionado con los desarrollos técnicos y las discusiones teóricas muestran la complejidad del campo de constitución de la teoría celular, la cual presentó un largo recorrido de hechos y aciertos para su consolidación, que implica unas formas de proceder investigativo enmarcadas en la necesidad de emplear un instrumento para la observación como el microscopio, la realización de coloración y la preparación de muestras, siendo estas tres un conjunto prácticas que paradójicamente con el tiempo, en los contextos escolares han sido reducidas hasta hacer aparecer a la célula como una simple definición.

Así mismo al hacer este tipo de ejercicios de orden histórico para mostrar las condiciones que han permitido la constitución de un concepto, muestra la complejidad del campo del estudio de lo celular. Sin embargo, en los procesos de enseñanza de los conocimientos

científicos acerca de la teoría celular y la manera como estos conceptos aparecen en los textos, en las enciclopedias y en los libros especializados, aparecen vacíos de esa historia y terminan reduciéndose a una simple definición.

### **La Enseñanza de la Célula en la Educación Básica Secundaria**

En la enseñanza de la biología el concepto célula resulta ser muy importante, puesto que liga la comprensión de los procesos que se dan en esa unidad para el mantenimiento de la vida. En este sentido nos lleva a preguntarnos por ¿Cómo se enseña la célula en la escuela?

Para responder esto, es necesario partir de un examen de las exigencias que se le hacen a la enseñanza de las ciencias. En ello, las pruebas de estado, que miden la calidad de la educación al examinar el grado de desarrollo de las competencias básicas de los estudiantes. Esto lleva a que la enseñanza de la biología se enfoque en tres componentes de evaluación que son: el componente celular, el componente organísmico y el componente ecosistémico (Icfes, 2018). Estos requerimientos derivan en dos cosas: En primer lugar, que el estudiante debe dar cuenta de los conceptos relacionados con lo viviente, de tal forma que han de abordar de manera secuencial: la constitución de los seres vivos, desde los procesos que se dan a nivel fisiológico, anatómico y químico; las relaciones con el nivel organísmico partiendo de su estructura, funcionamiento y asociación de los diferentes sistemas que conforman a los seres vivos y su correlación con el mantenimiento de la autopoiesis y las funciones vitales; las dinámicas que ocurren en la estructura y comportamiento de los ecosistemas.

En segundo lugar, los requerimientos establecidos conducen a que los maestros realicen prácticas de enseñanza caracterizadas por la instrucción de los conceptos. En este orden de ideas, los docentes al abordar el concepto célula lo establecen desde una perspectiva tradicional, pues más que generar condiciones para la construcción del concepto, se enseña su definición, la cual resulta tener poca significación para los estudiantes, dado que al hablar de lo viviente, dichas referencias no tienen en cuenta los asuntos referidos a las dinámicas fisiológicas y homeostáticas que delimita su organización y arquitectura, tal como lo establece Jacob:

*“No basta con contar los caracteres, hay que sopesarlos. Un carácter de primer orden vale por varios de segundo orden, y así sucesivamente. En la suma de sus caracteres, no se deben contar como unidades, si no cada uno según su valor relativo, de manera que un solo carácter constante sea equivalente e incluso superior a varios inconstantes tomados en conjunto; el peso y el lugar que ocupa el carácter en la jerarquía viene determinado por su papel en la estructura del organismo.”* (Jacob, F, 1999, p. 62)

En este marco, la enseñanza de la célula se vuelve reductible, poco comprensible y su estudio supone hacer frente a dos dificultades: la complejidad de los procesos y dinámicas que suscita, y el nivel de abstracción que requiere para estructurar dichos procesos.

Es por ello que generalmente los maestros de ciencias, fundamentamos la práctica de enseñanza-aprendizaje en la apropiación de un sin número de conceptos primordiales propios de los discursos que se manejan en los campos de conocimiento de la física, la química y la biología, como contenidos temáticos para la correcta adquisición del conocimiento científico.

En este orden de ideas hacer de la célula un objeto de conocimiento constituye un reto para los maestros, porque de acuerdo a su formación disciplinar, este concepto es considerado como estructurante en el campo de la biología, y se comprende como la unidad anatómica fundamental de todos los organismos vivos; que, a su vez, es resultado de una serie de aportes de diferentes personas a lo largo de la historia que permitieron estructurar la teoría celular. Además, se asume lo celular como algo obvio y ya establecido producto de los procesos de enseñanza de la biología en años anteriores.

En este sentido es pertinente mencionar que los docentes soportan el discurso de su práctica en lo aprendido en la formación como licenciados en biología y en lo dispuesto por los libros de texto escolar, los cuales afirman que “los seres vivos están formados de células” y no plantean que la célula es la unidad de constitución de los seres vivos. Un ejemplo de ello se puede observar en la siguiente ilustración:



Ilustración 1 Tomado del libro Sistema 1, Ed. Santillana 2010.

A través de imágenes como estas, se pueden generar dos ideas: por un lado, que, al hablar de niveles de organización celular, se puede llegar a asumir que la constitución y organización de los seres multicelulares es semejante a la expresada por las muñecas rusas. Por otro lado, dada la analogía entre las dinámicas de una célula y el funcionamiento de una fábrica, enfocándose principalmente en la funcionalidad específica de cada una de las partes, lo cual no muestra la interdependencia de las estructuras que conforman a la célula para el mantenimiento de lo vivo, conducen a los sujetos al imaginario de que algo ingresa y ejecuta una serie de procedimientos repetitivos, para elaborar un producto siempre igual. No obstante, en la célula lo que ingresa no siempre se convierte en el mismo producto, ni responde a las mismas dinámicas; sino que las condiciones y necesidades de su entorno influyen en el proceso y su supervivencia.

Ahora bien, en relación al carácter abstracto que supone el estudio de la célula, es preciso establecer que no la vemos a simple vista y tampoco tenemos acceso a ella mediante la experiencia. Es por esto que los maestros empleamos microscopios para crear una experiencia cercana y real a la célula; sin embargo, a pesar de que los estudiantes ven la célula en los diferentes micropreparados, estos no construyen una explicación acerca de lo que observan. Esto lleva a pensar que el hecho de hacer visible a la célula no implica que los estudiantes construyan explicaciones acerca del fenómeno.

A propósito de esto Canguilhem (1976) menciona que:

*Son los ojos de la razón quienes ven las ondas luminosas, pero bien parece que sean los ojos, órganos de los sentidos, quienes identifiquen las células de un corte vegetal. (...). El ojo armado del microscopio ve al viviente microscópico compuesto de células como el ojo desnudo ve al viviente microscópico componente de la biosfera. (p.53)*

En relación con la reflexión de Canguilhem, la observación que se realiza de la célula en el microscopio, resulta ser determinada o influenciada por ideas que tienen los estudiantes, pues esperan observar estructuras muy bien delimitadas, tal como están explícitas en los modelos de la célula animal o vegetal, que tienen núcleo definido y orgánulos diferenciales, lo cual no ocurre al verla y tienden a ser confundidas con burbujas que presentan las muestras de tejido. Es importante resaltar en este punto que los estudiantes en su concepción de célula no logran con suficiente determinación comprender que esta es la unidad que conforma a los tejidos que observan concibiendo como un ente aislado. Esto lleva a pensar que las ideas construidas por los estudiantes es el deber ser del objeto de conocimiento y no de otra forma.

Canguilhem (1976) al respecto, menciona que las personas recurren a los recuerdos de historia natural para retomar la imagen de la estructura celular de los seres vivientes; imagen que en palabras de él tiene una constancia casi canónica, así como la representación esquemática de un epitelio, es la imagen de un panal de miel. Entonces la Célula es una palabra que no nos hace pensar en un monje o en un prisionero, sino que nos hace pensar en la abeja (p.54). Y es por esto que los estudiantes guardan en su mente la imagen inicial que han adquirido de la célula desde la modelización dada; es por ello que buscan contrarrestar con lo observado al microscopio.

Así pues, al cuestionarse sobre el significado que tiene para los estudiantes el concepto de célula, se genera en los docentes un ejercicio de reflexión en dos niveles: el primero, referente al sentido de lo que se enseña; el segundo, ligado a la generación de estrategias que fomenten, la explicación y comprensión de fenómenos. De esta manera, el estudio de la célula supone superar la instrucción y memorización para así propiciar diferentes experiencias que fomenten en los estudiantes la consolidación de explicaciones.

De acuerdo a lo anterior es pertinente preguntar sobre ¿Cuál es el estatuto teórico y técnico que se le asigna a la célula en la enseñanza de la biología? Y ¿Qué estrategias permiten a los estudiantes formular una explicación sobre la célula como unidad de constitución de lo viviente?

Conforme a lo descrito en este apartado, resulta evidente que el abordaje del estudio de la célula implica una revisión teórica que posibilite enriquecer la comprensión de los procesos que suscita su naturaleza en el campo de la biología, como unidad de constitución de lo viviente. De esta manera, la siguiente pregunta direccionará la presente investigación: *¿Cuáles son las condiciones técnicas y teóricas que hacen posible pensar la célula como constitución de lo viviente?*

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Profundizar en los fundamentos técnicos y teóricos que hacen posible pensar la célula como unidad de constitución de lo viviente.

### **ESPECÍFICOS**

1. Documentar a nivel histórico y disciplinar los elementos conceptuales que fundamentan la teoría celular, a partir de los cuales se establece la célula como unidad de constitución de los seres vivos.
2. Diseñar, implementar y sistematizar una intervención de aula para la enseñanza de la teoría celular con estudiantes de grado 6, que posibilite la comprensión la célula como unidad de constitución de los seres vivos.

## RUTA METODOLÓGICA

Para el desarrollo del presente trabajo se emplea una metodología de investigación de índole cualitativa. Esta se caracteriza por obtener una comprensión del objeto de estudio a partir del entendimiento de la realidad social, siendo este producto de un proceso continuo de reconstrucción visto desde la lógica y el sentir de sus protagonistas. De esta manera, su proceder permite al investigador indagar, describir y categorizar; a propósito de las situaciones de análisis y reflexión que emergen dentro de la dinámica social (McMillan & Schumacher, 2005).

Para los docentes este tipo de investigación facilita revisar su praxis pues posibilita que se analice, evalúe, replantee y reflexione en torno a su quehacer, comprendiendo los procesos didácticos y pedagógicos implementados en las prácticas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Este ejercicio favorece que el docente reconozca elementos que convergen en la construcción de conocimiento y que se expresan en la elaboración de explicaciones de sus estudiantes. Ello sin desconocer el contexto en que se desenvuelven estas prácticas, teniendo en cuenta las formas de comprender e interpretar el objeto de estudio, a través de las percepciones y significados producidos durante la experiencia de aula.

De esta manera, y teniendo presentes los objetivos del presente trabajo, se puede establecer que la investigación cualitativa posibilita: problematizar expresiones de uso frecuente en la enseñanza de la biología en básica secundaria en torno a la noción de constitución de los seres vivos; cuestionarse y reflexionar sobre el estatuto teórico y experimental que se le asigna a la célula; así como examinar las deconstrucciones y construcciones que emergen a través de la intervención de aula. Teniendo en cuenta que los intereses de la investigación, se asume que la comprensión de lo viviente está relacionado con su constitución, y que para la enseñanza de la biología resulta ser un concepto muy importante, puesto que permite ligar la comprensión de los procesos de índole estructural y funcional que se dan en esa unidad. Por esto es pertinente señalar que las reflexiones que de ella se derivan, sólo son posibles en un contexto en el que se redimensiona el significado del aula, el rol del maestro, el papel de la escuela y el planteamiento de nuevas prácticas de enseñanza.

De tal forma, y en un camino similar el grupo de Eco Perspectivas, del Departamento de Física, de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, formula que este tipo de investigaciones conducen a pensar que en *“los contextos escolares es cada vez más sentida la necesidad de diseñar propuestas de innovación e investigación, que pongan en juego alternativas didácticas y metodológicas, que permitan a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción”*. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003)

De esta manera el estudiante y su experiencia, se convierten en los ejes fundamentales para el planteamiento de nuevas prácticas de enseñanza de las ciencias, basadas en la comprensión del carácter cultural de la actividad científica, pues es a partir de esto que se logra enriquecer los múltiples espacios de significación, en tanto desde la naturaleza humana *“el hombre da sentido y se relaciona consigo mismo y con su mundo natural y social (...) es así como los*

*espacios de significación permiten la emergencia de representaciones en los sujetos, y son ellas las que movilizan diferentes formas de relación con el mundo” (Valencia & Otros,2000)*

Es importante señalar que en algunas oportunidades los textos y la visión de ciencia que confluyen en la dinámica de aula, constituyen una mera acumulación de conceptos que se aprenden sin sentido y que terminan siendo reproducidos como simples definiciones; por lo que es necesario desarrollar espacios de significación que permitan a los sujetos proveerse de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y determinar estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de los fenómenos. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003).

Es así como los fenómenos estudiados a partir de los planes curriculares en el aula, logran tomar distancia de su carácter de verdad absoluta y empiezan a ser definidos como objeto de estudio y se instauran como espacios de posibilidades a la acción constructiva del pensamiento, evaluando las condiciones que permiten su existencia, las variables que determinan sus cambios y los procesos que lo constituyen. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003).

Con base en lo mencionado anteriormente y conforme a las finalidades de presente trabajo se plantea una ruta metodológica centrada en la reflexión acerca de la célula como unidad de constitución de los seres vivos, pues se pretende mostrar a través de ésta que un ser vivo no es un conglomerado de células como se afirma frecuentemente; sino que un ser vivo es el desarrollo y diferenciación de una célula fecundada, es decir que a partir de una célula se constituye un ser vivo; para así generar condiciones de aula que enriquezcan y cualifiquen los procesos de comprensión de lo celular, desde los fundamentos teóricos y técnicos que permitieron establecer esta mirada y ubicarlo como objeto de estudio en la enseñanza de la biología.

De acuerdo a esto y en consonancia con la caracterización realizada sobre la investigación cualitativa, el enfoque de la misma se sitúa en un enfoque interpretativo, bajo los métodos de análisis documental y sistematización de aula. En ese sentido, *“trata de mirar las experiencias como procesos históricos, procesos complejos en los que intervienen diferentes actores, que se realizan en un contexto económico-social determinado”* (Jara 2001); entendiendo las razones del por qué se está desarrollando de esa manera e interpretar lo que acontece, a partir del ordenamiento y reconstrucción de lo que sucede en dicho proceso. (Jara 2001). De esa manera, al asumir ese enfoque, las construcciones que se realizan en el aula están cargadas de una historicidad y son producto de los múltiples intercambios entre actores, quienes evocan sus conocimientos y experiencias.

Las técnicas empleadas para la investigación fueron la observación y el análisis textual. De la primera se obtienen la información acerca del objeto de estudio en cada una de los momentos realizados y de la segunda se efectúa de manera transversal en todo el proceso de la actividad investigativa, retomando, analizando, organizando, sintetizando y rastreando las regularidades en los escritos y diálogos de los estudiantes. De ello se identifican los elementos relevantes que aportan al objetivo de la investigación acerca de las significaciones

y explicaciones que los estudiantes construyen acerca de su comprensión de la célula como unidad de constitución de lo vivo.

Para llevar a cabo este trabajo investigativo se plantea y ejecutan seis fases metodológicas en las que se fueron hallando, detallando y resaltando aspectos que hace posible pensar la célula como unidad constitutiva de lo viviente, que son: *delimitación del problema, profundización teórica, planteamiento de la intervención de aula, implementación y sistematización de la intervención de aula, interpretación y análisis de resultados y producción discursiva*. (Ilustración 2).

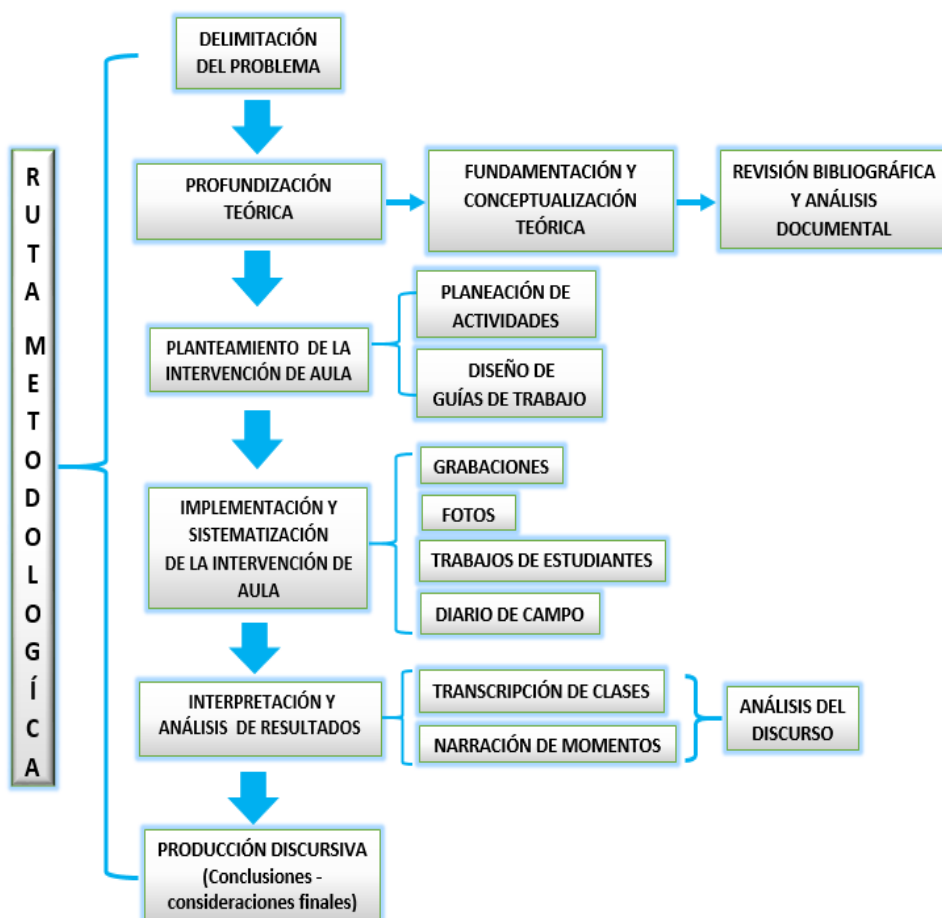


Ilustración 2. Esquema Ruta Metodológica

## **FASE DE DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La fase de delimitación del objeto de estudio del presente trabajo de investigación, surge de dos momentos. Inicialmente se parte de las experiencias, reflexiones, conclusiones e inquietudes que deja el trabajo de grado, *Un Acercamiento de lo Celular desde el Estudio de la Nutrición Humana* (Jiménez y Rodríguez, 2017), desarrollado en el programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el nivel Básico, en el cual se retoman las dificultades y cuestionamientos acerca de la enseñanza de la nutrición humana a propósito de su relación con los niveles de organización celular. Y en segundo momento de los intereses personales que se han presentado durante el ejercicio profesional docente en el área de ciencia naturales en educación básica secundaria.

Este proceso de delimitación implicó una primera revisión bibliográfica y documental, que permitiera determinar los elementos cruciales para optar por el estudio las condiciones técnicas y teóricas que hacen posible pensar la célula como unidad de constitución de lo viviente. Así como identificar las dificultades que se abordan en la enseñanza de lo celular en el aula, las cuales fueron detallados en apartados anteriores (Ver *contextualización y delimitación del problema*). De ello se plantea el siguiente interrogante *¿Cuáles son las condiciones técnicas y teóricas que hacen posible pensar la célula como unidad de constitución de lo viviente?*

## **FASE DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA**

En esta fase del proceder investigativo se abordan los fundamentos teóricos y técnicos que dieron lugar a la consolidación de la teoría celular. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica y un análisis documental de diferentes libros y artículos en relación con el objeto de estudio. A partir de esta, se identifican los elementos históricos, epistémicos y ontológicos que permiten pensar la célula como una unidad de constitución de lo viviente. Como producto de este proceso, se construye una recopilación teórica que constituye un marco de referencia y análisis acerca de las condiciones de aula que permiten abordar la enseñanza de lo celular en la educación básica secundaria.

En este punto es importante resaltar que, durante el proceso de elaboración de la fase de profundización, la fundamentación tuvo un papel esencial, en tanto que posibilitó la recopilación histórica del estudio de la célula en cuanto al planteamiento de la teoría celular; como su transición entre las diferentes entidades que la antecedieron, el tipo de cuestionamientos que determinaron su naturaleza y el tipo de técnicas experimentales que la hicieron visible. De esta manera, no solo se limitó a una compilación de hechos sino al establecimiento de un diálogo con los autores para reconocer las intencionalidades de sus propuestas. Por lo cual, durante el ejercicio de fundamentación se analizó un número considerable de autores, de los que se destacan tres principalmente Albarracín Teulón (1983), Canguilhem (1976) y André Giordan (1987), quienes configuran los ejes de la profundización teórica.

El primer autor eje de fundamentación es Albarracín Teulón (1983) que con su libro *la Teoría celular* permitió definir la constitución de los seres vivos, desde diferentes paradigmas que

posibilitaron caracterizar a los seres vivos a partir de la relación entre la materia y la vida en el estudio del fenómeno de lo vivo. Este libro presenta argumentos que han sido utilizados para validar hipótesis respecto a la constitución de lo viviente, por lo que brinda gran validez a la profundización del presente trabajo.

Se puede afirmar que el principal aporte de Teulón (1983) al presente trabajo fue, permitir reflexiones frente a *“la pregunta de qué vive realmente, si la célula o algo menor que ella, la respuesta viene dada y condicionada por la definición que se acepte de la vida. Si por vida entendemos un complejo conjunto de respuestas nutritivas, reproductoras y de comportamiento debe admitirse que la mínima parte de un organismo que idóneamente puede ser reconocida como viviente será la célula en su conjunto”* (p. 242).

El segundo autor eje es Georges Canguilhem (1976) en su texto denominado *el Conocimiento de la Vida*, en el capítulo *Teoría Celular*, plasma cómo el concepto célula presenta unas condiciones de aparición relacionadas con el tipo de protocolos de observación, experimentación y teorización respecto al estudio de la composición de los seres vivos. Pues los científicos de la época se preguntaron por la constitución de lo vivo, pero no estaban buscando la célula. Es entonces que la célula aparece como una necesidad teórica, experimental y empírica para dar cuenta del fenómeno de lo vivo. Por esto Canguilhem considera que *“la teoría celular no es la afirmación de que el ser se compone de células, sino que la célula es el único componente de todos los seres vivientes (...) así como toda célula proviene de una célula preexistente”* (p.53)

Y el tercer autor, André Giordan (1987) en su texto *Conceptos de Biología 2*, en el capítulo *Bosquejo Sobre La Historia de la Teoría Celular*, esboza los diferentes desarrollos técnicos y tecnológicos que se llevaron a cabo durante los siglos XVIII a XX, de los instrumentos y técnicas empleadas en el estudio de lo celular, que permitieron pensar la técnica como habilidad para observar la célula y así poder dar cuenta de su estructura, fisiología y anatomía. En especial cuando menciona que *“Toda ciencia se basa en datos reproducibles y generalizables hecho que, para la física del siglo XVIII, esto no era problema; (...) por el contrario, el biólogo suele tener dificultades para satisfacer estas condiciones. Porque para realizar observaciones reproducibles, había que controlar las aberraciones debidas a los instrumentos y los artefactos producidos por las técnicas”* empleadas en la observación microscópica” (p.12)

Este ejercicio de diálogo entre los autores, permitió establecer una serie de contrastes con relación a la configuración, a nivel teórico y experimental de la teoría celular, brindando elementos para comprender ¿Cómo los conocimientos teóricos y técnicos sobre la célula son puestos en condiciones de enseñanza? Y bajo ¿Qué criterios de carácter pedagógico y didáctico, qué tipo de prácticas de enseñanza, qué tipo de preguntas, modelizaciones, experiencias de laboratorio, actividades y textos empleados, se aborda el estudio de lo celular?

## **FASE DE DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN DE AULA**

La fase anterior constituye un ejercicio para establecer contrastes en relación con la configuración, a nivel teórico y experimental, de la teoría celular. Igualmente, permitió una

reflexión pedagógica y didáctica del tipo de prácticas de enseñanza que se efectúan al abordar estudio del fenómeno lo celular, teniendo en cuenta el tipo de preguntas, el tipo de modelizaciones, el tipo de experiencias de laboratorio, el tipo de actividades y el tipo de textos empleados. De esta forma, se diseña una intervención de aula cuyo propósito es mostrar la célula como fenómeno de estudio.

En esta medida se busca poner a los estudiantes de grado sexto en situaciones de experiencia, bajo una serie de actividades, preguntas y acciones que lleven a pensar la célula como una unidad de constitución de lo vivo, teniendo en cuenta que no se trata de reproducir en el aula lo que desarrollaron los diferentes autores durante el proceso histórico, teórico y técnico en la consolidación de la teoría celular; sino se trata de problematizar a los niños y niñas de grado sexto frente a la afirmación "los seres vivos están formados de células" que es de uso frecuente y con la que se pueden establecer diferentes explicaciones al contrastar con "la célula es la unidad de constitución de lo vivo".

Para esto se establecen tres etapas de ejecución, las cuales, se detallan a continuación.

### ***Etapa 1: Constitución de la observación como un proceso complejo.***

En esta etapa se busca hacer de la observación un acto complejo. Pasar del simple hecho de ver, a tener consciencia de las diferentes escalas de observación de una muestra en tanto es posible amplificar a través del empleo de instrumentos y lentes como la lupa, el microscopio o el estereoscopio; la capacidad de resolución de nuestro campo visual. Así pues, se aproxima al grupo de estudiantes a la observación detallada como elemento esencial en la construcción de conocimiento para elaboración de explicaciones de lo visible a lo no visible.

### ***Etapa 2: Las técnicas de manipulación de muestras como condición para la observabilidad***

En esta etapa se desea aproximar al grupo de estudiantes a las técnicas para la manipulación y observabilidad de muestras al microscopio. Esto permitirá establecer comparaciones entre las diferentes sustancias empleadas en la tinción, las cuales dan coloración a las muestras de tejido vegetal.

De igual forma se presenta el papel que juega la realización de cortes de tejidos vegetales respecto al grosor que se requiere para su observabilidad, lo cual, posibilita observar al microscopio más o menos detalles en las muestras en relación al estudio de la célula como fenómeno de lo vivo. En tanto que no es simplemente poner una muestra sobre el portaobjetos, sino que requiere una técnica de preparación

### ***Etapa 3: La representación como condición para dar cuenta de la célula como fenómeno vivo***

En esta etapa se pretende que los estudiantes de grado sexto realicen un ejercicio a modo de síntesis en el cual se haga énfasis en las condiciones técnicas y teóricas que intervienen en el

estudio de lo celular; en ello, se resalta el papel que juega el instrumento, la tinción, la preparación de muestras y las preguntas que emergen.

De esta manera se elaboran registros escritos y esquemas que recogen las significaciones y explicaciones que plantean los estudiantes de grado sexto acerca de sus comprensiones al pensar la célula como una unidad de constitución de lo vivo.

## **FASE DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN DE AULA**

De acuerdo con el diseño de aula realizado, se lleva a cabo su intervención y ejecución con un grupo de estudiantes de grado sexto del colegio Ave María. Durante este proceso se elaboran registros basados en los escritos realizados por los estudiantes en las diferentes guías suministradas como de los productos planteados (fichas de friso y escrito final), libreta de campo, grabaciones de audio, fotografías y toma de notas de las maestras, ya que el lenguaje que se maneja en estas herramientas, deja ver las ideas de los estudiantes y los aspectos que para ellos son preponderantes sobre la célula como unidad de constitución de lo vivo.

Por estas razones, dichos registros se asumen como fuentes primordiales para la recopilación de información que permite documentar las condiciones de enseñanza que hacen posible pensar la célula como unidad de constitución de lo vivo, teniendo en cuenta sus implicaciones históricas para su constitución como concepto estructurante de la biología. Es relevante aclarar que, para el desarrollo de esta fase, se tuvo en cuenta lo requerimientos de carácter legal expuestos en el Habeas Data, para el manejo de la información personal para menores de edad (Ver Anexo 12).

## **FASE DE INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A partir de los registros realizados y los datos obtenidos en la fase anterior se lleva a cabo un proceso de análisis, partiendo de la identificación y caracterización de las significaciones y elementos explicativos que surgen durante el proceso de implementación de la propuesta de aula con los estudiantes de grado sexto, esto con base en los productos que los estudiantes realizaron a lo largo de la intervención de aula (guías de trabajo, fichas de friso y relato final) a propósito de la comprensión y sus significaciones de la célula como unidad constitutiva de lo vivo.

## **FASE DE PRODUCCIÓN DISCURSIVA (Conclusiones y Consideraciones Finales).**

Con base en las significaciones y elementos explicativos identificados en la fase anterior se realiza un proceso de síntesis y transversalización de las condiciones teóricas y experimentales identificadas en la fase de profundización teórica, que posibilitaron dar cuenta de los alcances y potencialidades de la enseñanza de lo celular en educación básica secundaria, que conlleva trabajar la propuesta de aula de lo visible a lo no visible: la célula como problema de conocimiento en la significación de la célula como unidad constitutiva de lo vivo.

Durante esta fase se recogen las reflexiones realizadas en términos las condiciones técnicas y teóricas a propósito de la consolidación del concepto biológico de célula, como de las implicaciones para su enseñanza y comprensión como unidad de constitución de lo viviente, a través de las relaciones que se establece con la información, las formas de trabajo, la observación y la experiencia.

De esta manera es posible dar cuenta de las condiciones de la enseñanza al abordar la célula como unidad de constitución de lo vivientes teniendo en cuenta los aspectos técnicos y teórico, reconociendo la célula como concepto biológico que vincula implicaciones históricas en su constitución y formulación, para así determinar el tipo de aportes que tiene al pensar su enseñanza.

## **PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA: UNA APROXIMACIÓN HISTÓRICA A LOS ELEMENTOS CONCEPTUALES Y EXPERIMENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO CÉLULA Y SUS IMPLICACIONES EN CONDICIONES DE ENSEÑANZA**

En este capítulo se presenta inicialmente una reflexión acerca de aquellos aspectos técnicos y teóricos que llevan a pensar la célula como unidad de constitución de lo viviente. Para esto se describen los referentes ontológicos, los referentes epistémicos y elementos técnicos y experimentales que permitieron establecer la teoría celular como campo de estudio de la biología.

Posteriormente, se desarrolla una serie de reflexiones frente a ¿Cómo los conocimientos acerca de la célula como unidad de constitución de lo viviente son puestos en condiciones de enseñanza? Partiendo de las formas tradicionales como se enseña la célula en el aula y ¿Cuáles son las implicaciones que este tipo de prácticas tiene en la comprensión de los estudiantes en relación con lo viviente?

En ese mismo orden de ideas, se esboza el papel que juega lo técnico y experimental en el aula, el uso del microscopio y el papel que juega la observación en la enseñanza de lo celular.

### **Aspectos técnicos y teóricos en la consolidación de la célula como unidad de constitución de lo viviente**

Ciertas aproximaciones a las teorías que hacen parte del saber propio de las ciencias naturales, denotan una concepción del proceso de investigación desde una perspectiva positivista y dogmática en la cual el estudio de los diferentes fenómenos se sitúan desde su finitud y no desde los aspectos que hacen parte de los procesos de construcción de explicaciones acerca de los fenómenos; esto llevó a saltar hechos y procesos que contribuyeron a la consolidación de las teorías e hipótesis científicas, lo cual *“no permite una serena confianza en el automatismo de un progreso de depreciación teórica”* (Canguilhem, 1976)

La constitución de la teoría celular implicó un largo recorrido de hechos y discusiones tanto conceptuales como experimentales, recogiendo elementos como el uso de instrumentos para la observación, la realización de coloraciones y la preparación de muestras, que en conjunto constituyen una serie de prácticas fundamentales; pero que paradójicamente en algunos contextos de enseñanza son dejados de lado, haciendo de la célula una simple definición.

En este sentido la teoría celular no puede ser resumida a cuatro postulados, pues se deja lado periodos de transición que movilizan el pensamiento y delimita su objeto de estudio, favoreciendo la proposición de complementos que permitan su comprensión. Esto implicó *“buscar elementos de una concepción de la ciencia e igualmente de un método de cultivo en la historia de las ciencias, entendida como una psicología de la conquista progresiva de las nociones en su contenido actual, como una puesta en forma de genealogías lógicas”* (Canguilhem, 1976).

Desde esta perspectiva la Teoría celular, es el producto de la recopilación de protocolos de observación, discusión y teorización de diferentes científicos en distintos momentos históricos. De allí que sufra a lo largo de su devenir varias correcciones y ajustes a nivel teórico y experimental que posibilitaron dar cuenta de la constitución del ser como del origen de los organismos. Con base en esto, a continuación, se presentan tres apartados que permitirán establecer las condiciones de aparición que permiten considerar la célula como unidad constitutiva de lo viviente.

### ***Referentes Ontológicos que hicieron posible la formulación de la Teoría Celular***

Comprender la configuración de la teoría celular, como un proceso de consolidación histórica, requiere la construcción de explicaciones que den cuenta de las diferentes entidades que permitieron dar respuesta a la pregunta por las relaciones entre la materia y la vida; comprensiones particulares que fueron orientadas por unas concepciones específicas frente a lo vivo entre las que se pueden encontrar tensiones tales como: el materialismo/ idealismo, la idea mecanicista de lo vivo, las ideas de Linneo, Buffon y Haller y otras formulaciones al respecto de la unidad que constituye lo vivo.

En este sentido se plantea, ¿Qué conforma a los seres vivos y cuál es la relación entre la materia y la vida?, llegar a dar respuesta a la pregunta, esto empezando a develar una serie de características que llevaron a considerar a la célula como unidad constituyente de lo viviente, identificando que los seres vivos han pasado por unas transformaciones en cuanto a los conceptos formales, que tratan de cumplir poco a poco con las dinámicas de esa unidad constituyente en los seres vivos. (Albarracín, 1983)

Al hablar de la relación entre materia y vida, se podría referir de igual manera a las dinámicas, se toman aspectos importantes que dan fuerza a las relaciones que se establecen, por ejemplo la evolución de la materia orgánica que se va organizando de determinada manera, complejizando sus estructuras y metabolismo, lo que luego permitiría dar origen a las primeras formaciones de vida en el planeta (Oparin, 2004).

### ***Materialismo e idealismo***

Para comenzar, es necesario establecer que las primeras formulaciones con relación al componente último de lo vivo se identifican en las concepciones que tenía el materialismo e idealismo.

Respecto al primero se concibe que la vida surgió a través de una transformación de compuestos orgánicos simples a compuestos complejos con propiedades de autorreplicación, donde los seres vivos podrían generarse de manera espontánea no solamente de semejantes suyos, sino de elementos de naturaleza inorgánica, teniendo ya una organización definida, siendo esta la más refutada y puesta a prueba bajo varios experimentos que invalidan la generación espontánea y al buscar refutar dichos argumentos se descubre el ADN, permitiendo descifrar muchas preguntas sobre la constitución de lo viviente, mientras que el idealismo, considera que todos los seres vivientes tenían estructuras organizadas pero

determinadas por una serie de fuerzas vitales, resultado de un ser supremo a la que se llamó alma, constituyendo así la esencia de la vida. (Jacob, F.,1984)

En este sentido se seguía pensando en cómo surgía repentinamente la vida a partir de esa materia, encontrando una molécula orgánica que reacciona dinámicamente con átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo para constituir una sustancia especial que contenía desde una primera instancia las características de la vida, la cual sólo se habría dado una vez y a partir de ahí se autoreplican, sin tener ningún tipo de modificación, lo cual generaría confusión ya que todos los individuos no eran iguales, debido a diferentes tipos de adaptación morfológicas y fisiológicas respecto al hábitat y a las funciones vitales.

De tal forma, se dilucida que la vida es una consecuencia del movimiento de la materia, pero nunca podrá estar desligada de ésta y que además adquiere otras características al relacionarse con su medio y que a partir de mutaciones continuas y en un tiempo profundo con las diferentes sustancias que lo integran, produjeron las primeras manifestaciones de vida en la Tierra denominadas coaservados y otra gran división a moléculas orgánicas e inorgánicas. (Oparin, 2004)

### ***Hacia una idea mecanicista de lo vivo***

Para pensar lo viviente como algo organizado se recurrió a las explicaciones mecanicistas, en tanto que se hace más fuerte la relación entre las estructuras, el mecanismo y la organización, que tendría como objetivo fundamental explicar el funcionamiento de los seres vivos, al observar dicho fenómeno y no encontrar respuesta en fuerzas como poleas, ganchos y palancas, se quiere desvincular a los seres vivos de cosas míticas y fantásticas para situarlos entre aquellos límites de lo visible, lo no visible, lo analizable en definitiva transformándolos en objetos de ciencia. (Jacob, F., 1999)

Por tanto, al describir el mundo de lo vivo y su organización, se establecen relaciones entre sus acciones y los diferentes mecanismos, los cuales se asemejan a una máquina complicada que sólo puede ver y examinar desde fuera, constituyendo jerarquías que posibilitan una causalidad, así como lo ejemplifica Jacob (1999), en el siguiente fragmento;

*“La regularidad «admirable» de las celdillas de los panales de abejas. La arquitectura de las celdillas, su regularidad y simetría, han sido objeto de admiración desde la antigüedad. Hacia finales del siglo XVII, físicos y geómetras examinan estas estructuras más de cerca. Estudian las bases, miden los ángulos, calculan las relaciones. Para sorpresa de todos, se comprueba que cada celdilla corresponde precisamente a la mitad de la estructura que los cristalógrafos conocen como «dodecaedro romboidal». Se trata precisamente del orden cuya simetría permite llenar mejor el espacio en las condiciones en que se encuentran las celdillas. Cada una está en contacto con otras doce, seis en su plano, tres encima y tres debajo (El Mecanicismo, 2017, pág. 21).*

En este sentido el estudio de lo celular y el mundo de lo no visible, no fue considerado inicialmente como objeto de estudio durante los siglos XVI a XVIII, pues como se ha mencionado, las preocupaciones que giraban en aquel momento se centraban en la búsqueda de la composición elemental del ser viviente, la cual sufre una serie de transformaciones. Como lo menciona Canguilhem (1976):

*“Desde que la biología se interesa por la constitución morfológica de los cuerpos vivientes, el espíritu humano ha oscilado de una a otra de las representaciones siguientes: una substancia plástica fundamental continua, o una composición de partes, de átomos organizados o de granos de vida” (Canguilhem, 1976, pág. 55).*

Esta postura se debe en especial a la influencia de los principios de la mecánica newtoniana, ya que en esta época la física presentaba grandes avances en torno a la esencia corpuscular de la luz y los principios del movimiento ondulatorio, los cuales, se aplicaban tanto a la constitución de la materia como a lo viviente. Además, esta posición permitía generar argumentos y contrastaciones que podía explicar metódicamente la naturaleza de la materia y ser fácilmente reproducibles experimentalmente.

### ***Las ideas de Linneo, Buffon y Haller***

Hacia 1707, Linneo, Buffon y Haller centran su preocupación por la unidad de las diversas manifestaciones de la vida. En rigor, se puede decir que en ninguno de ellos es extraña la idea de una composición elemental del ser viviente. Pero en Linneo, se trata de una consideración intuitiva, casi poética, formulada en 1749:

*“Cuando las plantas y los animales se pudren pasan a ser humus, el humus seguido deviene el alimento de las plantas que están sembradas y arraigadas. De esta manera, la encina más poderosa y la más vil ortiga están hechas de los mismos elementos, es decir, de las partículas más finas del humus, por la naturaleza o por una piedra filosofal que el Creador ha depositado en cada semilla para cambiar y transformar el humus según la especie propia de la planta” (Canguilhem, 1976, pág. 57).*

De allí que Linneo considerara que la materia persiste y la forma se pierde. Según esto, la vida está en la forma y no en la materia elemental. La idea de un elemento viviente común a todos los seres vivientes no está formada. De ello se puede deducir que Linneo busca la unidad del plan de composición de las especies antes que el elemento plástico de composición del individuo. (Canguilhem, 1976)

En cambio para Haller y Buffon para dar respuesta a esa unidad elemental formularon, a partir de los datos de anatomía microscópicas, que permitieran encontrar en los seres vivientes una unidad viviente que jugará el papel de principio biológico. Por ello Haller vio el elemento esencial del ser viviente de la composición de los organismos en la fibra. Esta teoría fibrilar, fundada sobre todo en el examen de los nervios, de los músculos y de los tendones, del tejido conjuntivo laxo (llamado por Haller tejido celuloso), persistirá bajo aspectos variados en más de un biólogo hasta mediados del siglo XIX (Canguilhem, 1976).

Buffon, por su parte, enuncia que:

*“Los animales y las plantas que se pueden multiplicar y reproducir por todas sus partes son los cuerpos organizados compuestos de otros cuerpos orgánicos semejantes, en los que a primera vista discernimos la cantidad acumulada, pero en los cuales no podemos percibir las partes primitivas, más que por el razonamiento” (Canguilhem, 1976, pág. 58).*

Esta afirmación permite a Buffon admitir la existencia de una cantidad infinita de partes orgánicas vivientes en las que la substancia es la misma que la de los cuerpos organizados. Estas partes orgánicas, comunes a los animales y a los vegetales, son primitivas e incompatibles, de suerte que la generación y la destrucción del ser organizado no es otra cosa que la conjunción y la distinción de estos vivientes elementales. Así mismo, le posibilita explicar los fenómenos de reproducción conocidos como el ovismo y el animalculismo, donde admite una herencia unilateral.

De igual forma, influenciado por la postura de Buffon, Maupertuis en su teoría *Venus physique* (1745) explica el origen de los animales. En esta, hace énfasis en la producción de variedades, la sucesión de una generación a otra, y el establecimiento o la destrucción de las especies. Maupertuis admite desde los hechos obtenidos en la experimentación que:

*“El líquido seminal de cada especie de animales contiene una multitud de partes propias para formar por su ensamblaje unos animales de la misma especie; que en el líquido seminal de cada individuo las partes propias para formar trazos semejantes a los de este individuo son aquellas que están en un mayor número y tienen más afinidad; que cada parte del animal suministra sus gérmenes, de suerte que la simiente del animal contiene un resumen del animal.” (Canguilhem, 1976, pág. 59).*

Es de señalar que Maupertuis emplea el término afinidad, referirse a la atracción. Es claro que los principios de la mecánica newtoniana presentaban un gran dominio sobre la explicación de la organización de la materia viva. En consecuencia, se explicaba que la *“agregación por atracción de las moléculas orgánicas obedece a una especie de ley de constancia morfológica”*, a lo que Buffon denominó la hipótesis de ***molde interior***, indicando que *“junto a las moléculas orgánicas, la nutrición, el desarrollo y la reproducción del viviente son el cuerpo del animal una especie de molde interior, en el cual la materia que sirve para su crecimiento se modela y asimila por completo.”* (Canguilhem, 1976, pág. 59).

Buffon además especifica una serie de características de este molde interior mencionando que:

*“El cuerpo del animal o del vegetal es un molde interior que tiene una forma constante pero en el cual la masa y el volumen pueden aumentar proporcionalmente, y que el crecimiento, o el desarrollo del animal o del vegetal no se hace más que por la extensión de este molde en todas sus dimensiones exteriores e interiores; que esta extensión se hace por la intususcepción de una materia accesoria y extraña que penetra en el interior, que deviene semejante a la forma e idéntica con la materia del molde.” (Canguilhem, 1976, pág. 60).*

De igual forma, Buffon admitía la realidad material y corpuscular de la luz conforme a las leyes de la de la mecánica newtoniana en donde la luz presentaba un comportamiento y unas características específicas en la constitución de la materia, por lo cual menciona que:

*“La luz, aunque dotada en apariencia de una cualidad totalmente opuesta a la pesadez, es decir, de una volatilidad que uno creería le es esencial, está no obstante presente como cualquier otra materia, puesto que se resiste todas las veces que pasa cerca de su esfera de atracción. Y lo mismo que toda materia se puede convertir en luz por la división y la repulsión de sus partes excesivamente divididas cuando experimentan un choque las unas contra las otras, la luz también se puede convertir en otra materia por la adición de sus propias partes, acumuladas por la atracción de los demás cuerpos.”* (Canguilhem, 1976, pág. 62)

Sin embargo, Buffon a pesar de compartir esta noción, aún no se convencía de que la materia viva se conformará sólo por luz y se dividiera en corpúsculos, por ello recurre vincularla con el calor y el fuego como maneras de ser de la materia, por lo que afirma que:

*“Uno puede relacionar a la atracción sola a todos los efectos de la materia bruta y a esta misma fuerza de atracción juntar a los del calor todos los fenómenos de la materia viva. Entiendo por materia viva, no todos los seres que viven o vegetan, sino todas las materias orgánicas vivientes, dispersas y extendidas en los detritus o residuos de los cuerpos organizados; todavía incluyó en la materia viva la de la luz, del fuego y del calor, en una palabra, toda la materia que nos parece viva en sí misma”* (Canguilhem, 1976, pág. 62).

A partir de lo anterior, se puede considerar que una teoría nace a la sombra del auge de las teorías físicas: *“La teoría de las moléculas orgánicas ilustra un método de explicación, el método analítico. La naturaleza es devuelta a la identidad de un elemento (...) en el que la composición produce la apariencia de la diversidad.”* (Canguilhem, 1976, pág. 63).

De allí que se comience a pensar que un organismo es un mecanismo que resulta necesariamente del ensamblaje de las partes, con una naturaleza molecular, monódica. La vida del ser viviente parece ser el resultado de todas las acciones, de todas las pequeñas vidas particulares de cada una de estas moléculas activas en las que la vida primitiva parece no poder ser destruida. Estas moléculas se encuentran en todos los seres vivientes o vegetantes, es seguro que todas estas moléculas orgánicas son propias de la nutrición y, por consiguiente, de la reproducción de los animales y de los vegetales. Es decir, que concebir que un cierto número de estas moléculas reunidas forman un ser viviente estando la vida en cada una de estas partes, se puede encontrar en un todo, en un ensamblaje cualquiera de estas partes. (Canguilhem, 1976).

Esta nueva perspectiva implica contemplar que Buffon explica la constitución del ser desde una postura atomista la cual, relaciona con el asociacionismo biológico respecto a la teoría de las moléculas orgánicas estuvo influenciada por las ideas sociológicas del siglo XVIII, las cuales comprenden que *“la sociedad humana es el resultado de la cooperación reflejada de átomos sociales pensantes, de individuos capaces en tanto que tales de previsión y de cálculo. La sociedad considerada ella misma en una sola familia, supone en el hombre la capacidad razonable”* (Canguilhem, 1976, pág. 64), situación que se asemeja la sociedad de las abejas con la complejidad el organismo, en tanto que la sociedad de las abejas no es más que un ensamblaje físico ordenado por la naturaleza e independiente de toda visión, de todo conocimiento, de todo razonamiento, el término ensamblaje se emplea para definir tanto al organismo individual como a la sociedad de insectos.

A pesar que Buffon plantea una profunda reflexión a propósito de la conformación de la materia viva y su organización desde los principios de la física newtoniana y las concepciones sociológicas, no logra dilucidar de manera específica las relaciones que

permiten hablar de la esencia de la constitución del ser viviente, ya que se carece de evidencias experimentales que sean reproducibles y corroboren las afirmaciones planteadas, en la búsqueda de “el solo resorte y la sola causa” que la naturaleza utiliza para diversificarse en los vivientes complejos, pero termina asumiendo como un sueño.

### ***Otras formulaciones al respecto de la unidad que constituye lo vivo***

Dujardin-contribuyó significativamente a la teoría celular a partir del estudio de:

*“Los infusorios quienes serían organismos perfectos (1838), es decir, animales completos y complejos proveídos de órganos coordinados (...) Pero antes de esto se entendía por infusorios al conjunto de vivientes microscópicos, animales o vegetales. Este término designaba también a los paramecios, descritos en 1702, y las amebas, descritas en 1755, algas microscópicas, pequeños gusanos, pluricelulares”* (Canguilhem, 1976, pág. 66).

Es a partir de esto que Oken presenta un interés por estudiarlos y su estudio le permite decir que infusorio no es un término que designa expresamente un protozoario, sino un ser viviente absolutamente simple e independiente. (Canguilhem, 1976).

Oken pertenece a la escuela romántica de los filósofos de la naturaleza fundada por Schelling. Esta escuela generó gran influencia en los médicos y biólogos del siglo XIX. Oken tiene gran afinidad a la forma de pensamiento de Schleiden (formuló la teoría celular en lo que concierne a los vegetales) y Schwann (generalizó la teoría celular extendiéndose a los seres vivientes), ya sea por enseñanza o por filiación, el pensamiento de Oken fue influenciado por los autores fundadores de la teoría celular. Es por esta razón que afirma: *“Todos los organismos nacen de células y están formados de células o vesículas. Estas células son, la mucosa primitiva (Urschleim), la masa infusorial de la cual están formados los organismos más grandes. Los infusorios son los animales primitivos (Urtiere).”* (Canguilhem, 1976, pág. 68).

A esto se suma que tal como Buffon, Oken explica la organización del organismo desde la imagen de la sociedad, pero esta sociedad no es la asociación de individuos tal como la concibe la filosofía política del *Aufklärung*, es la comunidad tal como la concibe la filosofía política del romanticismo, en donde todos los individuos trabajan en conjunto con una acción individual con un propósito común en un bien comunitario. (Canguilhem, 1976). A partir de esta concepción, Oken menciona que *“las vías de las unidades componiendo un ser viviente se fusionan las unas a las otras pierden su individualidad a favor de la vida de conjunto del organismo”* (Canguilhem, 1976, pág. 70)

En 1839, el botánico francés Brisseau-Mirbel describe que cada célula es un utrículo distinto y parece que entre ellas no se establece una relación orgánica específica. Para él se trata de individuos vivientes que se deleitan cada uno de su capacidad de crecer, multiplicarse, modificarse en determinados límites, trabajando en común en la edificación de la planta, en la que devienen los materiales constituyentes; es así como la planta se define como un ser colectivo (Canguilhem, 1976).

Posteriormente, el vitalismo no consideraría a un organismo como un mecanismo, pues se creía que *“la vida es una forma irreductible a toda composición de partes materiales”*

(Canguilhem, 1976, pág. 71). La biología vitalista propone en la escuela de medicina de Francia un pensamiento trascendental al entendimiento analítico, en torno a la concepción de la vida y la individualidad del ser, quien en últimas resulta ser invisible como la omnipotencia de Dios. Es pertinente recordar que esta corriente centra su atención en el ser viviente confiriéndole la característica de poseer una fuerza o impulso vital que lo diferencia de la forma fundamental de las cosas inanimadas.

Dentro de esta línea de ideas, Bichat expone una postura peculiar acerca de la constitución del organismo, a partir de su experiencia en la disección de órganos y tejidos. Considera el término tejido para dar cuenta de la constitución del ser:

*“El tejido es principio plástico del ser viviente y el último término del análisis anatómico. El tejido es una obra humana, pensar en este es pensar en el hombre y no en otra cosa inmaterial. De esta manera el tejido es el resultado de una obra humana, en cambio la célula, provista de su forma hexagonal canónica es la imagen de un todo encerrado en sí mismo (...) Pero el tejido representa la continuidad es la imagen de una continuidad donde toda interrupción es arbitraria donde el producto precede de una actividad siempre abierta sobre la continuidad. (...) Una célula es cosa frágil, hecha para ser admirada, contemplada sin ser tocada, bajo pena de destrucción (...) En cambio los tejidos, son como la tela, de la cual son cortados los vivientes, son una imagen suficiente de la continuidad del hecho vital, requerida por la exigencia vitalista”.* (Canguilhem, 1976, pág. 72)

Bichat prefería el escalpelo en vez de un microscopio, ya que le permite disociar y separar. Postura que deviene de o por enseñanza de Auguste Comte, quien manifiesta su hostilidad al empleo del microscopio y la teoría celular. Para este último la teoría celular era una fantástica teoría, salida de un sistema esencialmente metafísico de filosofía general. Niega totalmente los estudios de Oken y las observaciones al micrógrafo. Y afirma que *“las mónadas orgánicas, refiriéndose a las células, son abstracciones”* (Canguilhem, 1976, pág. 74). En especial porque para Comte al ser una abstracción no es posible dar cuenta de la organización de las mónadas desde el imaginario por lo cual no comparte la postura de Oken al mencionar que un ser viviente se organiza a imagen de una sociedad comunitaria; ni tampoco acepta la visión de Buffon, respecto a que un organismo es concebido conforme a la sumatoria de vidas particulares.

Frente a esta oposición de Comte a la teoría celular, se suma Charles Robin, catedrático de histología de la facultad de medicina de París 1873, quien admitía que *“la célula es uno de los elementos anatómicos del ser organizado, pero no el único, admitía que la célula podría derivar de una célula preexistente, pero no que lo deba hacer siempre, ya que consideraba la posibilidad de formación de células en un blastema inicial”* (Canguilhem, 1976, pág. 75).

Finalmente, y partiendo de las reflexiones que se presentan hasta este punto se denota que la consolidación y establecimiento de la teoría celular como el concepto célula, se infiere que es producto de una serie de recapitulaciones de diferentes hechos, explicaciones e hipótesis; que hacen diferentes autores en su preocupación por dar cuenta de la esencia de lo viviente.

Con esto establecido sobre el camino y la consolidación de una teoría celular, se puede considerar la formulación de Canguilhem en la cual enfatiza que a Robert Hooke no se le puede atribuir el descubrimiento de la célula, dado que:

*“Habiendo practicado un corte muy fino en un trozo de corcho, Hooke observó la estructura tabicada. Y es él mismo quien inventa el término, bajo el imperio de una imagen y por asimilación del objeto vegetal a un panal de miel obra animal asimismo asimilada a una obra humana, puesto que una célula' es una pequeña habitación. Pero el descubrimiento de Hooke no inicia nada, no es un punto de partida, ya que se retoma un siglo después”* (Canguilhem, G, 1976.p.53)

Es así como lo referido anteriormente y conforme al recorrido que se ha mostrado a lo largo de este apartado referente a la ontogenia, se llega a pensar que el concepto célula, se encuentra condicionado a la preocupación por la composición y génesis de los organismos. En últimas Hooke y los científicos de la época se preguntaban por la constitución de los seres vivos, y no por la célula, estos no estaban buscándola. Esta aparece como una necesidad explicativa para dar cuenta de la constitución de los seres vivos.

Por esto Canguilhem (1976) menciona que la teoría celular resuelve dos problemas

1. *Un problema de composición de los organismos; todo organismo viviente es un compuesto de células considerándose a la célula como el elemento vital portador de todos los elementos de la vida* (Canguilhem, 1976, pág. 77).
2. *Un problema de génesis de los organismos; toda célula deriva de una célula anterior; «omnis cellula e cellula», dice Virchow; este segundo principio responde a una exigencia de explicación genética, aquí no se trata ya de elemento sino de causa* (Canguilhem, 1976, pág. 77).

Estos dos fundamentos fueron reunidos por Virchow, quien admitía que la primera y la segunda afirmación anterior, proviene de Schwann según la cual las células podrían nacer en el seno de un blastema primitivo. Sin embargo, estos fundamentos presentan otros dos principios complementarios.

1. *Los vivientes no compuestos son unicelulares. Los trabajos de Dujardin y de Haeckel han proveído a la teoría celular del apoyo de la protistología. Haeckel fue el primero en separar netamente los animales en protozoarios o unicelulares y Metazoarios o pluricelulares* (Canguilhem, 1976, pág. 78).
2. *El huevo de donde nacen los organismos vivientes sexuados, es una célula cuyo desarrollo se explica únicamente por la división. Schwann fue el primero en considerar el huevo como una célula germinativa. En esta vía fue seguido por Kölliker, que centró su trabajo en los procesos de desarrollo embrionario* (Canguilhem, 1976, pág. 78).

Las consideraciones identificadas en torno a la naturaleza de la unidad que constituye lo vivo conducen a la formulación de algunos cuestionamientos sobre el proceso de consolidación de una teoría celular.

Las relaciones y situaciones expuestas hasta este momento se encuentran representadas de forma esquemática en el diagrama que se muestra en la Ilustración 3.



Ilustración 3. Esquema Síntesis Referentes Ontológicos que hicieron posible la formulación de la Teoría Celular

### **Referentes Históricos y Epistémicos en la configuración de la Teoría Celular**

De acuerdo a lo mencionado en el apartado anterior al preguntarse por la constitución del ser, se recurrió a la materialización entendida desde *relación entre la materia y la vida*. En este sentido durante los siglos XVII y XVIII surgieron los siguientes interrogantes ¿De qué están compuestos los organismos? ¿Cuál es la materia esencial de todo ser vivo? ¿Existe un elemento primordial que permita dar evidencias del origen de las especies? ¿Cómo explicar las funciones y relaciones de la materia viva? Todos estos cuestionamientos fueron dándose no solo en biólogos, sino en muchos filósofos e investigadores que propiciaron las pautas para el planteamiento de teorías e hipótesis respecto a la constitución de la materia viva. (Giordan, A. Et al. 1988).

Ubicados en el siglo XVIII y XIX, se da una explicación al constitución de la materia viva a partir del vitalismo, que diferenciaba lo viviente y no viviente con un principio constitutivo llamado fuerza vital, que estaba contenido en unas moléculas entrelazadas unas con otras a lo que Müller nombró como energía propia, ejemplo de esta cuando los músculos se contraen o relajan para desarrollar diferentes actividades, mientras que la materia no viva podría actuar una sobre la otra llevando a un producto pero sin tener esa energía propia para relacionarse.

*“Müller afirma sobre los fenómenos de la vida; que se distinguen de la naturaleza inerte por esa energía propia; así que un músculo no hace más que contraerse, sea mecánico, químico, eléctrico, etcétera, frente al agente que se le aplica, mientras que un ácido que actúa sobre una base produce una sal, que no es ácido ni base”. (Albarracín, T. A. 1983, pág. 61).*

En este sentido se va perdiendo la validez del vitalismo, ya que aparecen nuevos investigadores que utilizan experimentos analíticos basados en la física y química a propósito de esa energía propia que estaba en la materia viva, demostrando a partir de esto células vegetales con estructuras como paredes, que no eran evidentes en las observaciones de muestras animales. Por otra parte, se presentaban confusiones respecto a los términos empleados para describir lo vivo, ya que no existían unos criterios establecidos que posibilitaran la unificación de conceptos y características, emergiendo términos como “tejido celular, sarcoma, fibras, y globular”, dificultades que no permitían caracterizar la vida.

Tal escenario contribuyó a que se retomaran todo el hallazgo de la época para observar con instrumentos cosas nuevas y diferentes, en el mismo lugar y en diversos lugares, llevando a miles de controversias frente a la denominación del concepto que sería el constituyente de vida (Albarracín, T. A. 1983).

Por otro lado, se empiezan a retomar discusiones acerca de las interacciones propias de la materia viva (*organizada*) y sus partes, todo esto propiciado por los hallazgos de Hooke al emplear el microscopio (instrumento que se utilizaba de manera artesanal, que dieron paso de lo macro a lo micro, de aquello que era visible a lo no visible): observando las estructuras de diferentes materiales características como texturas, formas y tamaños (liviano, poroso y frágil), evidenciando celdillas que describen similitudes con las formas poligonales de los panales de abejas, donde describe de manera detallada en muestras vegetales, a las cuales llamó células; lo cual aún no daba respuesta de esta, como unidad constituyente de los seres vivos.

Al respecto, Schleiden y Schwann determinan en estas celdillas una serie de reacciones que posibilitan la coagulación en el centro que daba paso a todo el material que estaba en ellas y formaba una serie de vesículas hasta que la pared se engrosaban dando paso a una celdilla vegetal definitiva, identificando una estructura que para ellos era la que generaba una nueva célula, a la que llamaron citoblasto (Albarracín, T. A. 1983).

Es pertinente resaltar, que para posibilitar esta construcción de conocimiento aparecen herramientas, que facilitan el descubrimiento de estructuras que el hombre a partir de su indagación no identificaba, pero al desarrollar técnicas con instrumentos específicos como el microscopio esclarecen, aquello que no se puede observar a simple vista. Esto permite tener certeza de estructuras como el núcleo y pared celular, que luego fueron observados por Müller en peces mixinoideos y tejido adiposo bajo tinción, que suscitaban una organización en cada una de las muestras.

Así pues, se pone de manifiesto que no se tenía un término unificado y concreto en relación a la célula, pues en algunos contextos se entendía como fibra, vesícula o vejigas, con relaciones interdependientes una de otras, con un líquido que emerge de un molde homogéneo como lo afirmaba Ludolf C. Treviranus y Karl Rudolphi, pero en la otra situación como un espacio o cavidad que contaba con una serie de estructuras sin conexión, aisladas una de otras en cámaras o poros, posibilitando pensar que todos los animales y plantas estaban compuestos por células.

Después de estas discusiones Ludolf, Treviranus y Dutrochet le dan fuerza a su afirmación ya que adhieren funciones vitales a las células respecto a su crecimiento, a su reproducción y a la elaboración de sus propios nutrientes, lo que permite a Meyen introducir la idea de unidades fisiológicas en la célula. Todo esto daba paso a las hipótesis y teorías de diferentes estudios, que debían acompañarse de trabajos experimentales ya que hasta el momento todo se basaba en la razón del hombre y sus explicaciones, basadas en las observaciones directas de determinado fenómeno, que permiten: definir las propiedades físicas; establecer semejanzas entre animales y vegetales, para una posible forma de clasificar a partir de su funcionalidad comparativa. (Albarracín, T. A. 1983).

Es aquí donde Oken obtiene una nueva idea de la que se puede dar el nacimiento de la teoría celular, ya que establece un acercamiento en organismos macroscópicos y microscópicos, porque se concebía los seres vivos complejos constituidos por seres vivos más sencillos (Albarracín, T. A. 1983).

Los argumentos hasta el momento mencionados, son consolidados por Teulon a propósito del trabajo realizado por Schleiden, quien aporta cuatro puntos fundamentales a la teoría (Albarracín. 1983, pág. 55-56):

1. La célula vegetal es la unidad elemental constituyente de la estructura de la planta.
2. La célula se origina en una sustancia coagulante compleja, iniciando su proceso con la aparición de los nucléolos; en torno a éstos surgen los núcleos o citoblastos; sobre éstos la aparición de una vesícula que va creciendo paso a paso, dando lugar a una y otra célula sucesivamente.
3. El proceso de crecimiento de la planta está en la división o reproducción de las células dentro de otras células, salvo en los órganos leñosos en los que la coagulación de un líquido da lugar a la formación súbita del tejido celular.
4. El status celular, la célula como fundamento del mundo vegetal y luego como estructura la cual estaba compuesta de una serie de sustancias químicas que reaccionan entre ellas y cumplía con unas funciones fisiológicas sin las cuales no podría existir la planta.

Tal formulación posibilitó una definición de la célula con diferentes perspectivas de los seres vivos, en donde ya no era una cavidad delimitada por una membrana, sino una estructura

fundamental con funciones fisiológicas determinantes en los elementos constitutivos de los organismos, de tal forma que no era una capa que estaba alrededor del núcleo, sino varias capas que se superponen una sobre la otra, encontrando aquí tres capas fundamentales: nucléolo, núcleo y célula (Florkin. 1960, En: Albarracín, T. A. 1983).

Al hablarse de esas tres capas o en algunos casos solo de dos, se hizo necesario empezar a establecer unas propiedades de la célula, como lo plantea Schwann, por lo que propuso:

1. Las partes elementales y diferenciadoras en animales y plantas se desarrollan, a partir de un constituyente como la célula.
2. En cada tejido solo se forman células nuevas en los puntos donde penetran elementos nutritivos nuevos; de ahí la diferencia entre tejidos que contienen vasos y los que carecen de ellos.
3. Las células son pequeños órganos en los que residen las fuerzas que dirigen la absorción y secreción.

En este sentido Schwann plantea una unidad anatómica de los seres vivos, a partir diferentes funciones fisiológicas. Desde esa misma unidad, da una explicación a propósito de la relación estructura – función (mecanicista), que permite confrontar y discutir entre varias posturas que posibilitan nuevos paradigmas, preguntas y formas de explicar e interpretar los fenómenos, llevando a actualizarse y no enmarcarse en una verdad absoluta.

El camino descrito (observación de la célula por parte de Robert Hooke y los planteamientos de Schleiden y Schwann), favorecen la constitución de una teoría celular al decantar en el establecimiento de una serie de postulados, los cuales, conducen a la consolidación de un término fundamental en la biología como el de célula:

1. Todos los organismos vivos están formados por una o más unidades vivas o células
2. Todos los seres vivos se originan a través de las células. Las células no surgen de manera espontánea, sino que proceden de otras anteriores.
3. La célula es la unidad fisiológica de la vida. Cada célula es un sistema abierto, que intercambia materia y energía con su medio.
4. Las células contienen el material hereditario y también son una unidad genética.

Con esto establecido, queda por resolver y abordar algunas cuestiones relativas a la preponderancia que tuvo tanto la técnica como la actividad experimental, en tanto favorecieron la consolidación de las ideas y postulados recién expuestos. De esta manera, es pertinente preguntarse: ¿Qué formulaciones se derivaron de la aplicación de nuevos instrumentos en la investigación de lo celular? ¿Qué modificaciones y transformaciones presentaron estos instrumentos para poder dar cuenta de nuevos aspectos de lo celular? ¿Qué

actividades experimentales debieron configurarse para poder evidenciar estructuras, propiedades y características de la célula?

Los aportes y enunciados expuestos a lo largo de este ítem están representados esquemática en el diagrama que se muestra en la Ilustración 4.



Ilustración 4. Esquema Síntesis Referentes Históricos y Epistémicos en la configuración de la Teoría Celular

### ***Referentes Técnicos y Experimentales en la Constitución de la Teoría Celular***

Un referente importante en el desarrollo de la teoría celular se vincula con los aspectos técnicos y experimentales, pues propiciaron el establecimiento de las hipótesis, teorías y explicaciones de los diferentes científicos y autores, se recurrió a diferentes instrumentos y sustancias para poder hacer visible lo invisible en la búsqueda del elemento esencial de la constitución de los seres vivos. De este modo, con el transcurso de los años y con el mejoramiento de las técnicas es posible la observación de lo celular, esto desde la descripción de su anatomía, fisiología y morfología.

Para comprender los procesos de transformación y mejoramiento del proceso experimental e investigativo se abordará en este apartado desde tres aspectos que son: el perfeccionamiento de los instrumentos de observación, la optimización en la preparación de muestras y la tinción: como elemento de coloración de muestras.

### ***El perfeccionamiento de los instrumentos de observación***

A nivel mundial es reconocida la importancia del microscopio para el campo de estudio de la biología, la citología y la histología, ya que permitió hacer visible lo no visible. Esto fue posible gracias a los trabajos que desarrollaron Hooke y Leeuwenhoek, quienes fueron los

primeros en hacer uso de lentes de aumento, así como de diseñar y construir un instrumento que permitiera observar aquello que no se podía conocer por su diminuto tamaño.

Es así como Hooke y Leeuwenhoek emplean microscopios simples, los cuales presentaban lupas con lentes de distancia focal muy pequeña, pero de campo muy reducido, o bien, microscopios con objetivo y ocular. En el primero, la exploración del objeto requería una enorme paciencia, en el segundo, el problema era las aberraciones capaces de deformar totalmente la imagen del objeto estudiado (Giordan, A et al. 1987). Este escenario conlleva a la articulación de las teorías de la física en torno a la óptica y la luz. Este proceso resulta ser un trabajo netamente artesanal que condujo al mejoramiento paulatino de los distintos tipos de microscopio y lentes que redujeron las aberraciones, para así poder obtener datos reproducibles y generalizables, como lo hacían las ciencias físicas del siglo XVIII.

Sin embargo, estos microscopios de construcción artesanal presentaban un limitante, pues como como comenta Giordan (1987) eran:

*"Extremadamente diversos, no solo en la forma, sino también en sus propios principios; participaban de la personalidad del sabio (...) sus características técnicas eran muy variables. La utilización del instrumento agravaba la subjetividad del observador, en particular porque las aberraciones solían ser de la misma magnitud que el objeto estudiado"* (p. 12).

Pero el microscopio construido por Leeuwenhoek en comparación con los otros, presentó una serie de precisiones tanto en los lentes como en su mecanismo, que posibilitó la precisión gráfica de la célula a través de dibujos en detalle. Este hecho llevó a un gran avance en el campo del dibujo naturalista, acción fundamental en la investigación biológica como parte del ejercicio de los procesos de observación que se llevan a cabo en el proceder investigativo de la nueva rama de estudio en la biología celular:

*"Leeuwenhoek construía todos sus microscopios. Los dibujos y las figuras eran de una precisión extraordinaria; fue uno de los inventores del dibujo naturalista, que tuvo una importancia capital en la investigación de la biología hasta 1950; un dibujo de este tipo exigía a menudo 10 horas de trabajo, pues constantemente había que desplazar la preparación por lo reducido del campo de visión"* (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, p. 11).

A través de este proceso, Hooke introduce el término *Micrographia*, para hacer referencia a la materialización de lo que se observa mediante el microscopio, para así poder plasmar la experiencia al estudiar los cortes de vegetales verdes frescos. Al abordar tal ejercicio, descubre que las células están llenas de jugos nutritivos y que se encuentran organizadas a modo de red, lo que compara con el sistema circulatorio de los animales, no obstante, no logra encontrar venas o arterias, o partes que desempeñen funciones similares a estas. Así pues, a propósito de la actividad que desarrolla mediante el microscopio y el dibujo, Hooke menciona:

*“Hasta el presente, las ciencias de la naturaleza han sido, sobre todo, fruto de la actividad del cerebro y de la fantasía; ya es hora de volver a la simplicidad y a la seguridad de las observaciones referidas a objetos y materiales directamente accesibles a la experiencia.”* (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, pág. 10)

Es claro que en una época en la que el saber y la accesibilidad al conocimiento, se encontraba codificada en los libros, el microscopio y el trabajo con los lentes demostraron que no solo fue una invención, sino que se convirtió en un instrumento que posibilitara ampliar su campo de conocimiento a quien lo usara. De esta manera, termina por asumir la categoría de fuente de conocimiento, lo que dio paso al inicio de un movimiento de exploración de la naturaleza en el marco de las sociedades científicas de la época basada en el uso del microscopio. Tal movimiento, centró los estudios en la sistemática del mundo vivo, incluyendo a los seres insignificantes y repulsivos que viven en las aguas, el intestino, los residuos y los excrementos (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

Pese a esto, fue inevitable que se diera cierto estancamiento durante 120 años por dos obstáculos: la relación con el experimento y las modalidades de teorización.

Respecto a lo primero, para lograr observaciones reproducibles, era inherente controlar las aberraciones debidas a los instrumentos y los artefactos producidos por las técnicas. Por tanto, cuando no se podía realizar dicho control, la utilización del instrumento empeoraba la subjetividad del observador, porque las aberraciones eran de la misma dimensión que el objeto estudiado, lo cual, imposibilitaba que se diera una observación reproducible que llevará a una explicación científica de hechos generales:

*“Los microscopios de construcción artesanal eran extremadamente diversos, no solo en la forma, sino también en sus propios principios; participaban de la personalidad del sabio, de manera que Leeuwenhoek siempre se negó a prestar sus mejores microscopios; sus características técnicas eran muy variables y los usuarios las ignoraban totalmente.”* (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, p. 12).

Para la biología, significó un reto casi inalcanzable, pues para hacer de un hecho que sea reproducible implicaba un conocimiento preciso de múltiples variables ligadas al objeto, a los instrumentos, a los factores del medio, entre otros. La micrografía apenas hizo progreso alguno a lo largo de este periodo. Al faltar el interés por estas investigaciones, los instrumentos no progresaron y las técnicas seguían siendo rudimentarias. Sin embargo, si se observa cierta maduración en el pensamiento teórico. (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987)

Sin embargo, hacia el periodo de 1820 a 1860 se da un cambio profundo en las condiciones de la investigación: el proceder investigativo se institucionalizó y el patrocinio del mismo fue sustituido por recursos colectivos. Esto llevó a la multiplicación de laboratorios, permitiendo un desarrollo rápido de los instrumentos, en particular, del microscopio. La construcción de estos últimos pasó a ser patrimonio de talleres especializados dirigidos por ópticos con formación teórica, que trabajaban conjuntamente con las universidades (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

Los microscopios de lentes acromáticas se comercializaron a partir de 1825. Estas lentes ya se utilizaban en los telescopios astronómicos por más de cincuenta años: el primer microscopio de este tipo lo construyó en 1791, en Inglaterra, un oficial de caballería. La corrección de la aberración esférica en las lentes aplanéticas fue inventada por Lister hacia 1830 y se extendió con gran rapidez. Hacia 1840, el poder separador de los microscopios más comúnmente utilizados en los laboratorios era de alrededor de  $1 \mu$ , magnitud que permite una primera exploración del campo citológico.

Seguidamente, se precisan las características técnicas de los instrumentos se definirán en relación al objeto (aumentó, campo, poder separador, importancia de la aberración). Así pues, el correcto empleo del instrumento exigirá un aprendizaje igual para todos los usuarios, pero al mismo tiempo, pone de manifiesto que el objeto técnico delimita su lógica. Esto situó un mismo soporte instrumental para producir y reproducir los hechos científicos. La comunicación objetiva reemplaza a la terminología personal (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

El proceso de perfeccionamiento del microscopio contribuyó significativamente a la toma de conciencia frente a la complejidad que representaba un universo que antes parecía sencillo, pues *“desde 1825 ya no fue posible ubicar en el mismo plano a todos los globales observados en los tejidos animales”* (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, p. 17). Es importante resaltar que el hecho de que un gran número de laboratorios se fijaran en el mismo problema ayudó a acelerar el establecimiento de hechos generales en la comparación de situaciones diferentes, permitiendo reproducir hechos. En varias ocasiones, sabios reconocidos como Virchow, Hertwig, Delage han señalado la importancia de la excepción en los descubrimientos biológicos. (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987)

Es así como paulatinamente se logra disponer de un instrumento de mayor calidad durante 1860 y 1900 para desarrollar observaciones en detalle que condujeran a profundizar en el conocimiento de la organización y el desarrollo de las células, tratando de dar cuenta tanto de las funciones generales de los seres vivos como de la anatomía y fisiología celular.

En este panorama, se empieza a presentar una gran tendencia por el uso del microscopio, de tal manera que varios sabios como Dutrochet y Purkinje, comenzaron sus investigaciones con un microscopio simple. La aparición de nuevos microscopios promovía un entusiasmo desbordante. Por ejemplo, Henle y Schwann, alumnos del gran fisiólogo J. Muller, adquirieron sus microscopios con sus propios sueldos como ayudantes; Purkinje daba clases de microscopia a domicilio (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

En esta época se consiguieron los últimos perfeccionamientos del microscopio óptico clásico en especial se da la invención de los objetivos apocromáticos (1881), del objetivo de inmersión homogéneo (1878), del diafragma y del condensador. Se alcanzó un poder separador de  $1/4$  de micra, muy próximo al límite teórico con luz natural: durante setenta años, no volvieron a cambiar las características técnicas del microscopio. Estos avances desencadenaron una actitud admirativa frente al mundo vivo, hecho que impulsó el interés por los estudios microscópicos. Por otra parte, la filosofía de la naturaleza ha dado ciertas orientaciones novedosas al pensamiento científico: búsqueda de similitudes fundamentales

en la naturaleza para construir marcos generales de explicación, y búsqueda de una explicación del ser vivo basada en el concepto de interacción dentro de un todo. (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987)

Por otra parte, en relación al segundo obstáculo referente a las modalidades de teorización, se puede considerar que durante esta época no era fácil comprender para la sociedad científica que los objetos de estudio de la biología se construyen progresivamente mediante confrontación de situaciones concretas y el afrontamiento de las excepciones y se desconocía la manera como la biología construía sus objetos y se estudiaban los fenómenos.

En este panorama, algunos científicos se inclinaron por seguir procedimientos inductivos a partir de observaciones comparadas; pero, resultaban generando afirmaciones de unidades diferentes. Por ejemplo, “*Malpighi descubrió vesículas, Hooke células, Haller fibras*” (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, p. 14).

### ***La tinción: como elemento de coloración de muestras***

Simultáneamente al proceso de perfeccionamiento tecnológico del microscopio, emerge la necesidad de emplear colorantes, hecho que da nacimiento a la tinción como técnica, para destacar las características morfológicas (forma, tamaño, estructura) de las muestras in-vivo que se observan en el microscopio durante 1860 y 1900. De tal forma, no resultaba eficiente solo observar lo no visible, sino que era necesario conocer sus componentes y organización. Tampoco se trataba simplemente de conservar la muestra en el tiempo para poder hacer el hecho reproducible a través de técnicas de fijación. En esto se centraron los estudios, el mejoramiento de las observaciones y el proceder investigativo de la citología y la histología, pues:

*“Realizar preparaciones muy delgadas y transparentes, aumentar los contrastes evitando los artefactos debidos a los procedimientos de fijación del colorante. Las dilaceraciones y maceraciones se sustituyeron progresivamente por técnicas de inclusión y de corte.”* (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, pág. 29)

Por tanto, las tinciones se empiezan a emplear con mayor frecuencia, puesto que concede ahondar en el descubrimiento práctico y reproducible a modo de las ciencias físicas. Por consiguiente, como lo menciona Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi (1987):

*“El estudio y descripción de los colorantes se diversifica a los naturales carmín desde 1850, hematoxilina a partir de 1862 se añade progresivamente la gama de los sintéticos, en particular los derivados de la anilina (fucsina, eosina, 1878); las condiciones exactas de su empleo (elección del colorante y determinación de la concentración favorable) en una observación concreta iban afinando gradualmente”* (p. 29).

Tal diversificación se aprovechó para lograr distinguir las estructuras que se encuentran en la célula, como son los cromosomas que se tenían con Yodo (I), de un color oscuro en forma de bastón curvo.

Es pertinente mencionar que inicialmente se solían ignorar los artefactos empleados para ver lo invisible, debido a las técnicas no perfeccionadas: las observaciones in vivo ponían a veces sobre el material poco alterable, algunas algas filamentosas, pelos de estambres entre otras, lo cual hacía que el observador lo colocara en el mismo plano que las realizadas en material necrosado por maceración, examinado sin aclarar ni teñir; nada se sabía sobre la fragilidad de las estructuras vivas; se desconocía la acción de los líquidos conservantes utilizados por las amas de casa o en las aulas de anatomía como: alcohol, ácido acético, formol. Por ejemplo, para estudiar el tejido conjuntivo, se lo dilaceraban al aire, tanto que quedaba reducido a una trama inerte de fibras al suprimir la totalidad de los elementos vivos.

Poco a poco las técnicas de fijación fueron objeto de una investigación crítica y rigurosa recogida en las comunicaciones científicas. Los productos más utilizados fueron los agentes coagulantes débiles (ácido osmio, etc.) y los compuestos de metales pesados. (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987)

La descripción de estas exploraciones, cuando conducían a un descubrimiento práctico y reproducible, solía ocupar un lugar importante en las comunicaciones científicas. También datan de esta época los procedimientos de deshidratación y montaje de las preparaciones. Igualmente, el progreso del empleo de colorantes vitales como azul de metileno y rojo neutro realizado por primera vez en 1886 por Pfeffer.

Sucesivamente, estas técnicas generan la búsqueda de la organización de lo que se observa en cada muestra. Una de estas búsquedas consistía en querer proponer estructuras generales del citoplasma; se trataba de aproximarse a las estructuras obtenidas por los métodos de fijación, de definidas tinciones de estructuras observadas excepcionalmente in vivo, obtenidas a partir de medios coloidales artificiales (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

Sumado a lo anterior, las investigaciones de Fischer y Hardy (1894), demostraron la relación entre el fijador y el tipo del aparato producido. Esto permitió a los botánicos distinguir las inclusiones inertes que resultan de la actividad del citoplasma, como las vacuolas, y las que participan del protoplasma activo, como los cloroplastos. Las primeras pudieron ser generalizadas al reino animal gracias al empleo de colorantes vitales; servían de indicadores para el estudio de la plasmólisis y la turgencia; estas investigaciones tuvieron un alcance limitado, pero indujeron muchas especulaciones simplistas acerca de los intercambios celulares. En esta línea de trabajo, hacia 1886, Altman describe un procedimiento de fijación del color que evitaba la disolución o vacuolización de las mitocondrias; pero su descubrimiento fue puesto en tela de juicio debido a la falta de especificidad de las técnicas, que producían artefactos, y también a causa de la interpretación teórica que el autor proponía, ya que consideraba a las mitocondrias como microorganismos colonizados por la célula (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987).

En definitiva, los procesos de coloración de las muestras, a través de las técnicas de tinción, posibilitaron la construcción de explicaciones que permiten la teorización del fenómeno estudiado, que para este caso fue la teoría celular. Además, se logran identificar las formas en que interactúan las sustancias, empleadas para la tinción, la membrana celular. De allí que sea posible caracterizar la estructura interna como la composición de las mismas, por

ejemplo: el estudio del núcleo celular y la identificación de los cromosomas. De esta manera, se puede decir que la técnica condiciona la construcción de explicaciones acerca de un fenómeno.

### ***La optimización en la preparación de muestras***

Resulta de gran relevancia en los comienzos del estudio de lo no visible, generar muestras que permitan observar la célula en el microscopio artesanal, siendo inicialmente muestras de secreciones tales como semen o sangre; pero también de muestras de tejido como la corteza de corcho o sauco. Para Hooke, a la hora de examinar el corcho era necesario realizar un corte más delgado para reconocer los poros pero que a su vez realizó otros cortes de fragmentos de vegetales; para descubrir que, “*en la médula del sauco o de casi todos los árboles, en la pulpa interna o en la médula de diversas plantas, como el hinojo, la zanahoria, la bardana, el cardo, y cierta caña, existía la misma estructura porosa*” (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, p. 9).

Paralelamente, Leeuwenhoek realizó observaciones a través de sus microscopios simples. Sus descripciones trataban, sobre infusorios, espermatozoides, glóbulos rojos nucleados de peces, e incluso bacterias. Malpighi realizó también numerosas observaciones citológicas (Giordan, Host, Tesi, & Gagliardi, 1987, pág. 10), respecto al desarrollo embrionario, la observación de tejidos vegetales en especial el tejido epidérmico de las hojas, y de emplear muestra en vivo de algunos tejidos animales. Los planteamientos abordados a lo largo de estos apartados son representados en forma esquemática en el diagrama que se muestra en la Figura 5.

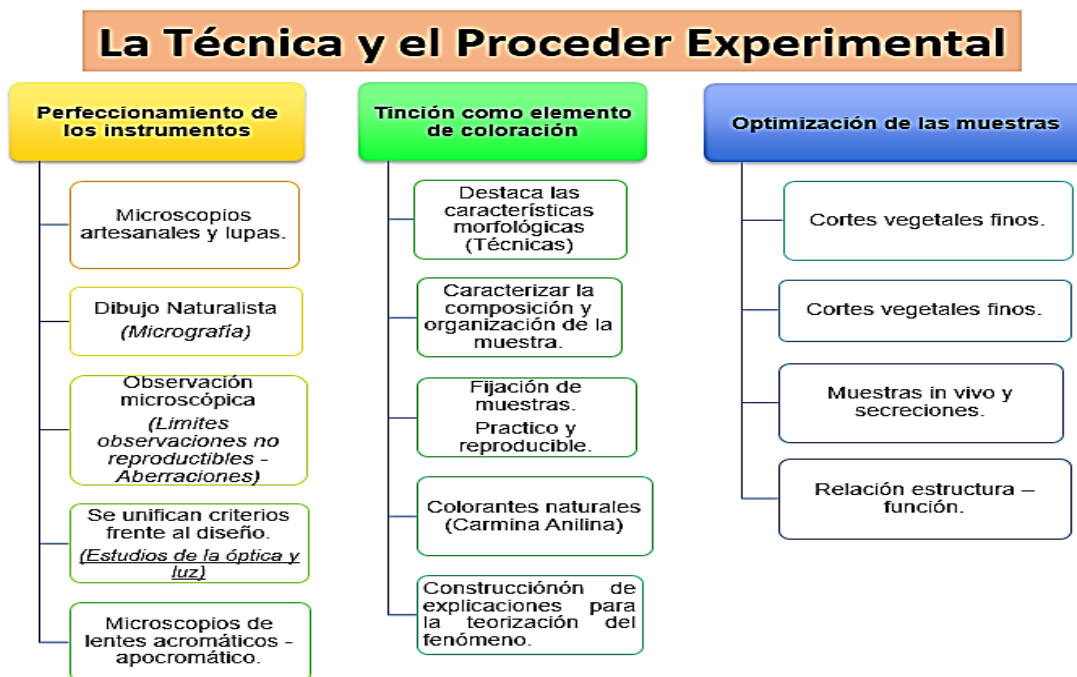


Ilustración 5. Esquema Síntesis Referentes Técnicos y Experimentales en la Constitución de la Teoría Celular

## **PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS CON LA ENSEÑANZA DE LA CÉLULA COMO UNIDAD DE CONSTITUCIÓN DE LO VIVIENTE**

Una de las grandes preocupaciones como maestros de biología es el nivel de complejidad que representan algunas temáticas y el dar sentido a la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en un contexto escolar que presenta poca aproximación con los fenómenos estudiados. Por esta razón abordar las temáticas de lo celular, representa un reto en especial porque se parte de los modelos explicativos y las conceptualizaciones carentes de historicidad que reducen el concepto célula a una simple definición. Además, las prácticas experienciales en el laboratorio las cuales no logran esclarecer el imaginario de la célula mediante la observación al microscopio.

En este sentido, el presente acápite se esboza en tres aspectos que permiten ahondar en las anteriores preocupaciones: la enseñanza de lo celular en la educación básica secundaria, el papel de la observación en la construcción de explicaciones en ciencias y la incorporación del microscopio como instrumento para la observación de lo celular.

### ***La enseñanza de lo celular en la educación básica secundaria***

Abordar el concepto de célula en educación básica secundaria, permite a los docentes realizar un ejercicio de reflexión en dos niveles: el primero, referente al sentido de lo que se enseña; y el segundo, relacionado con la generación de estrategias, que posibiliten las explicaciones frente a la comprensión de los fenómenos. Permitiendo que el estudio de la célula no quede como un concepto memorístico en la enunciación de cada una de sus partes, sino que propicie la comprensión de las relaciones y las dinámicas de la célula, como unidad constitutiva de los seres vivos; de manera tal que los estudiantes construyan explicaciones a partir de ello para diferentes fenómenos.

Las explicaciones que se construyen en clase de ciencias con base a las diferentes teorías científicas permiten la comprensión de fenómenos que hacen parte de la experiencia de los individuos, desde allí construir conocimiento científico es concebido como una actividad cultural; ya que es una de las formas más ampliamente aceptadas de legitimar nuevas realidades, pero no serviría de nada si no se le diera significado a dicha legitimación o acumulación de los resultados, como lo afirma (Segura,1995):

*“Hoy más que nunca es claro que la ciencia es una manera de ver la realidad, en otras palabras, lo que la formación en ciencias nos suministra es un lenguaje para ver en el mundo que nos rodea aspectos que de otra manera no veríamos y unos valores muy precisos para juzgar tanto lo que sucede, como lo que se hace y se debe hacer” (pág. 38)*

Lo cual permite un proceso de enseñanza contextualizado y con sentido frente a su realidad, brindando características que orientan los procesos metacognitivos y las diferentes estrategias que se pueden implementar en la clase de ciencias naturales en básica secundaria como lo propone Longhi et. al (2005):

1. *Aprender los conceptos contextualizados en los modelos y teorías que le dieron origen. Es decir, aproximar cada vez más la interpretación de los fenómenos a los modelos que propone la comunidad científica. Dicha interpretación requiere desarrollar destrezas cognitivas y de razonamiento científico, lo que se llama hacer ciencias.*
2. *Desarrollar destrezas experimentales relacionadas con los procedimientos y especialmente la resolución de problemas.*
3. *En el marco de las actitudes, desarrollar un pensamiento crítico que posibilite opinar, reflexionar y tomar decisiones.*

A partir de estas finalidades, un proceso meta-cognitivo contextualizado permitirá construir una imagen de ciencia en permanente revisión, inserta en una realidad socio cultural, facilitando el análisis, planteamiento y resolución de problemáticas inmersas en la sociedad actual, posibilitando que el docente promueva y cuestione a los estudiantes trabajando con actividades llamativas y con un objetivo, que promueva la construcción de conocimiento a partir de experiencias, permitiendo desarrollar habilidades en cuanto a técnicas y predicciones, reconociendo las ideas, formas de proceder y la interacción entre los sujetos como lo señala Pozo & Gómez Crespo (2006).

Por tanto, se hace necesario incorporar elementos de la historia de las ciencias que generen actitudes positivas hacia la ciencia contextualizada en cuanto al tiempo, a lo social y cultural, con un valor pedagógico que pretende contribuir con la construcción significativa del conocimiento científico, formando nuevos conceptos, se establecen relaciones entre diferentes modelos cognitivos (Zambrano 2002). Sin ser necesario el reproducir dicho proceso histórico en la construcción de conceptos científicos estructurantes en nuestro caso la célula, los problemas que dieron origen a la construcción del concepto se pueden abordar de manera similar bajo una estrategia de enseñanza que posibilite el cambio dentro de las dinámicas del aula y su aprendizaje, ya que los cambios de paradigma en el mundo de la ciencia son en muchos casos semejantes a los cambios del pensamiento que deben irse elaborando en los estudiantes.

Es por esto que en la enseñanza de las ciencias se han implementado diferentes formas para comprender los contenidos biológicos, según Castro (2011) en el contexto de la didáctica de la Biología hay diferentes formas de hacer ciencia (diferentes estilos) que se conjugan en investigaciones concretas, que también deben asumirse desde lo procedimental y actitudinal. Es por esto que el enseñar ciencias.

*“Requiere un cambio radical en la forma de concebir el currículo de ciencias y sus metas, que afecta no sólo a la concepción de la ciencia, sino también a los métodos de enseñanza utilizados y a las propias actitudes que debe manifestar el profesor en clase de ciencias. En suma, exige del profesor un cambio conceptual, procedimental y actitudinal paralelo al que debe intentar promover en sus alumnos.” (Pozo & Gómez, 1998. p.74)*

En este sentido los docentes deben orientar sus prácticas de enseñanza desde las necesidades y particularidades de los contextos en los cuales se encuentran formando a sus estudiantes además de abordar la enseñanza de la ciencias a través de diferentes miradas; es pertinente

resaltar el sentido de la enseñanza de la Biología en Colombia a partir de la historia, como lo menciona Chona Duarte (1998) argumentando que dichas prácticas están mediadas por diferentes instituciones normalizadoras que intervienen con elementos de poder políticos y administrativos que establecen los criterios sobre la función de la enseñanza de la biología, a partir de competencias, el estudiante se le evalúa, frente a la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, además de explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico.

Todo esto se recopila en las pruebas de estado, enmarcadas en los estándares básicos de competencias del MEN (2006), quien enfatiza en la importancia de la formación científica en el contexto actual, en el que la ciencia y la tecnología cada vez desempeñan un papel más relevante en la vida cotidiana y en el desarrollo de las sociedades, siendo la ciencia una práctica social, es decir, como un proceso colectivo de construcción, validación y debate, involucrando el proceso de indagación, que incluye observar y relacionar patrones en los datos para derivar conclusiones de fenómenos naturales, por lo cual estos saberes están vinculados a la capacidad de los estudiantes para reconstruir significativamente el conocimiento existente, razonar, tomar decisiones, resolver problemas, pensar con rigurosidad y valorar de manera crítica el conocimiento y sus consecuencias en la sociedad y en el ambiente, todo esto a partir de enfoques que permitan entender realidades pasadas, presentes (Icfes, 2019).

En consecuencia se desmitifica la enseñanza como un catálogo de recomendaciones, sobre cómo y qué se debe enseñar desde cuatro elementos que han marcado la enseñanza de la biología en Colombia y a los que llamó: saberes mezclados, saberes circunscritos, ciencia biológica y profesionalización, para posibilitar espacios críticos, reflexivos que piensen en la historia y la relación con un sistema de enseñanza que debe crear nuevos modos de pensar la formación de sujetos en un contexto determinado y que den respuesta a las problemáticas de su sociedad.(Duarte,1998)

Por lo tanto el maestro de ciencias de básica secundaria debe poseer habilidades que le permitan integrar las preguntas que dieron paso a la construcción de los conceptos y aquellos que elaboran los estudiantes, para propiciar un proceso meta-cognitivo significativo que posibilite la reflexión crítica de su práctica, para planificar creativamente trabajar en equipos interdisciplinarios y participar dentro de un área de proyectos transversales que cumplan con las competencias actuales y de formación integral, contribuyendo en los estudiantes a la transformación de conocimiento con situaciones particulares que den cuenta de las dinámicas sociales actuales.

Los aportes presentados anteriormente son representados en forma esquemática en el diagrama que se muestra en la Ilustración 6.

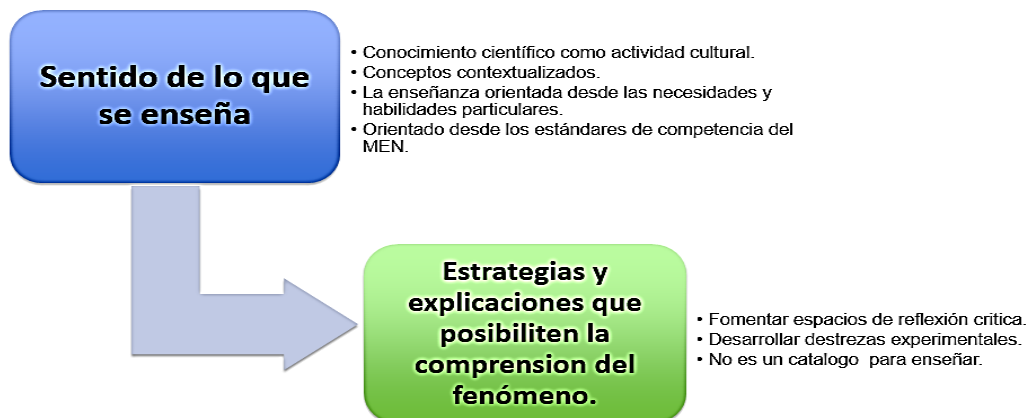


Ilustración 6. Síntesis la Enseñanza de lo Celular en la Educación Básica Secundaria

### ***El papel de la observación en la construcción de explicaciones en Ciencias***

La observación en la enseñanza de las ciencias naturales juega un papel fundamental, en tanto que es catalogada como una destreza esencial que los estudiantes deben desarrollar, ya que les posibilita adquirir conocimiento del mundo exterior y con el que tienen interacción constante a través de los sentidos. De esta actividad se puede extraer información detallada de un fenómeno natural, respecto a sus características visibles y no visibles. Esto con la finalidad de favorecer la enseñanza de los contenidos, sin embargo, cobra gran importancia durante la ejecución de las prácticas de laboratorio.

Conforme a esta perspectiva al hablar de la observación científica en condiciones de enseñanza, se debe partir de que es lo que se propone a nivel curricular, en especial cuando la observación es considerada un contenido de carácter procedimental, entendida como “*el conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada*” (Coll y Valls, 1992), es decir que corresponde a un conjunto de acciones que permiten alcanzar unos objetivos, orientadas por un saber hacer, a través de una sucesión de pasos.

En esta mediada la observación en el currículo para la enseñanza de las ciencias presenta un estatuto procedimental, en especial cuando se menciona en los estándares de competencia, que los estudiantes deben adquirir habilidades “*científicas para: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos y compartir los resultados*” (MEN, 2004). Lo que aquí se propone para el aprendizaje de los estudiantes radica en la adquisición de una serie de acciones cuya realización les permita alcanzar las diferentes competencias, es así como a partir de este planteamiento se evidencia el papel que juegan los contenidos procedimentales en la enseñanza científica, y su inclusión en los currículos de las diferentes instituciones.

A pesar de que no se hace mención a lo que se refiere por observación en este documento, es claro que la observación se asume como la base para el desarrollo de los diferentes procesos en la construcción del conocimiento. En tanto que los contenidos procedimentales se encuentran basados en la realización de operaciones, ya sea de manera práctica o mental; en

este último supone el empleo de operaciones cognitivas de mayor complejidad necesarias para el aprendizaje de reproducción teórica (Sánchez, 2019).

Esto se evidencia en la estructura propuesta para la comprensión de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en el enunciado *me aproximo al conocimiento como científico social o natural* para los niveles de 6 y 7 de educación básica secundaria, en el cual se deben concebir las metodologías y procesos que pueden utilizarse para que los estudiantes se aproximen a los conocimientos de las ciencias (Ver tabla 1 columna izquierda). Aquí se señala la observación de fenómenos específicos como elemento inicial para la formulación de preguntas para desencadenar explicaciones, a partir de un proceso de seguimiento ordenado y sistemático (MEN, 2006).

Grupo de grados	...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales	...desarrollo compromisos personales y sociales
6 a 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observo fenómenos específicos.</li> <li>• Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.</li> <li>• Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.</li> <li>• Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células.</li> <li>• Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia.</li> <li>• Identifico recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</li> <li>• Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.</li> <li>• Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.</li> </ul>

Tabla 1. Estructura Estándar Básico de Competencias en Ciencias Naturales para grados 6 a 7 de Básica secundaria. Tomado de Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber.

A partir de lo anterior en la enseñanza de las ciencias se asume que todas las personas por naturaleza nacen observantes, pero el desarrollo de esta destreza requiere ser ejercitada y puesta en práctica en el aula de clase, a través de ejercicios y actividades que la conjuguen. De esta manera es incluida y planeada en diferentes acciones y momentos en las mallas curriculares, siendo promovida como un contenido procedimental que es necesario ser aprendido y que se construye progresivamente, donde el objetivo principal es desarrollar esta habilidad, al igual que se enseñan y planifican los contenidos procedimentales como es el caso del método científico (Fonayet y Valis, 1994).

Es importante indicar que durante este proceso, el trabajo del maestro de ciencias naturales se enfatiza en agudizar los sentidos (principalmente el sentido de la vista) y fomentar la creación de descripciones e interpretaciones; como elementos fundamentales para el establecimiento de relaciones, en la comprensión de un fenómeno u objeto de estudio. Es decir que el docente mediante distintas estrategias permite que los estudiantes establezcan relaciones entre lo que observan, sus ideas y el contexto en donde se desenvuelve el objeto de estudio o fenómeno.

Es indispensable reconocer en este punto el papel que juegan los estudiantes en la el aprendizaje de la observación científica. Su capacidad de asombro, curiosidad, indagación e interés nato que manifiestan frente a todo lo que les rodea, se configuran en el punto de partida para orientar, promover y motivar su formación científica desde edades muy tempranas. Pero la curiosidad por los seres y objetos con los que interactúan en su cotidianidad, se convierte en la escuela en el pretexto ideal para abordar la observación; de allí que la recolección de información y la discusión con otros se dé con mayor facilidad, permitiéndoles consolidar los procesos de conceptualización, abstracción y utilización de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos observables y no observables en la comprensión de los fenómenos naturales y el universo (Contreras, Vallejo y otros, 2012).

El proceso observacional presenta unas características generales, según Prieto y Araque (2016) *“la observación incluye cuatro factores psicológicos: atención, sensación, percepción y reflexión, y cuatro intelectuales: concreción, inducción, abstracción y deducción, los cuales interactúan para obtener el conocimiento concreto e ir de lo particular a lo general o viceversa”* (pág.47). En este sentido la observación se establece como un elemento fundamental en los procesos de pensamiento mediante el cual el sujeto se aproxima a un determinado conocimiento. Este proceso implica determinadas destrezas que respondan ante diferentes situaciones por lo que se considera a la observación como una habilidad básica de pensamiento (Contreras y Vallejo, 2012).

De acuerdo con lo expuesto hasta este momento, es pertinente ahondar en torno a la observación mediada por instrumentos; como es de notar la observación en el currículo se encuentra implícita en los diferentes procesos de estudio de las ciencias naturales, en cuanto a la adquisición del proceder investigativo. Por ello, los docentes bajo la idea de ejercitar la observación, limitan su actuar al desarrollo de prácticas de laboratorio que no suelen ser muy consecutivas a lo largo de los periodos académicos, en especial por que se tiende a priorizar la conceptualización de las temáticas y que los estudiantes se familiaricen con las pruebas estandarizadas. Por lo que se deja en un segundo plano el desarrollo de ciertas destrezas, que creemos podemos ejercitar a partir de las prácticas de laboratorio, en tanto que se consideran estrategias adecuadas para la fácil adquisición del método científico y lograr que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas.

En la enseñanza de la biología al abordar temáticas como la célula, es indispensable llevar a cabo prácticas de laboratorio, con la finalidad que los estudiantes observen células a través del uso del microscopio. Los docentes tienden a considerar que los estudiantes de secundaria saben un sinnúmero de técnicas y manipulación de instrumentos de laboratorio. Por ello, cuando se observan células animales al microscopio y se les solicita que ubiquen en el instrumento un micropreparado correspondiente a una muestra de tejido y vean a través de los oculares, para posteriormente registrar de manera gráfica y escrita lo que observan. Lo resultados de esto suelen variar, pues no todos los estudiantes logran distinguir células en una muestra y tampoco describen con certeza lo que ven, lo que dificulta que mencionen explicaciones o relaciones con las temáticas abordadas en clase.

Esto es debido a dos factores, el primero que los estudiantes y las personas no tienen acceso a la célula a través de la experiencia cotidiana, pues las células no son perceptibles a simple

vista, por esto no se crea un referente; y segundo la observación al microscopio de la célula resulta estar influenciada por ideas que presentan los estudiantes a partir de los modelos explicativos vistos en clase y referidos en sus libros de texto. Por esto, esperan observar estructuras bien delimitadas en tres dimensiones donde son visibles sus distintos componentes. Estos dos factores tienden a ser omitidos durante nuestra práctica docente. Es así como ubicamos a los estudiantes en un punto de vista de observación que resulta ser relativo respecto a lo que se está viendo.

Así mismo como maestros se asume que al ver las células al microscopio los estudiantes construyen una mejor significación y reconfiguran su explicación. Pero a pesar de hacer visible lo invisible no genera que los estudiantes reformulen explicaciones, es decir que por el simple hecho de ver la célula no se construyen explicaciones respecto al fenómeno.

En esta medida se puede afirmar que la observación implica un punto de vista desde donde el observador se sitúa para ver lo que quiere ver y lo que puede ver. Para nuestro caso si queremos que los estudiantes logren ver células en el microscopio es necesario profundizar o ampliar la mirada, en otras palabras, es preciso profundizar o ampliar el punto de vista; para ello se requiere información del instrumento que permite ampliar el campo visual y posibilita crear una experiencia. En ese sentido es importante comprender la observación como la asume Hanson (2017), en su texto *La observación*, como experiencia visual. En tanto que *“una reacción de la retina es solamente un estado físico, una excitación fotoquímica (...) Son las personas las que ven, no sus ojos. Las cámaras fotográficas y los globos del ojo son ciegos (...) para ver es necesario algo más que la mera recepción en los globos oculares”* (Pág. 99).

En especial cuando el grupo de estudiantes perciben visualmente el mismo objeto. Aquí la experiencia visual parte de las formas en que se perciben visualmente que por lo general tienden a ser muy diferentes, es decir que los puntos de vista y los referentes experienciales de cada persona hace que se observen distintas cosas de acuerdo a la manera como fueron vivenciadas por lo tanto la *“la visión no es solamente el hecho de tener una experiencia visual; es también la forma en la cual se tiene esta experiencia visual”* (Hanson, 2017, pág. 109)

De lo anterior se puede inferir que la observación mediada por un instrumento resulta ser una experiencia aún más compleja, ya que requiere de una planificación que propicie una experiencia particular que no dependa del simple acto de ver a través del instrumento. En esta medida observar implica interpretar, acción que es instantánea. Por ende, interpretar es pensar, hacer algo; que se encuentra estrechamente ligada a la visión es un estado de la experiencia. Pero hay que saber cuándo puede ser aplicada y cuándo no lo puede ser. (Hanson, 2017).

Por ello al observar e interpretar se suma la identificación de los elementos organizativos de lo que se ve. Pues las personas observan con una finalidad y desde un punto de vista específico, que se encuentra en una organización, siendo esta la manera en que se comprenden los elementos. Desde el cual se determina el contexto verbal en que aparece. No

obstante, dicho contexto no necesariamente debe ser establecido explícitamente. Los elementos de nuestra experiencia no se agrupan al azar (Hanson, 2017).

De acuerdo a Hanson la observación presenta otros aspectos además de la interpretación y la organización, como son la carga teórica y los elementos lingüísticos. En conjunto estos aspectos hacen que la observación sea detallada y tenga un propósito. La observación de X está moldeada por un conocimiento previo de X. El lenguaje o las notaciones usados para expresar lo que conocemos generan influencia sobre las observaciones del ver cómo y el ver qué. Pero es en el ver qué donde se inserta el conocimiento dentro de nuestra visión; lo que permite identificar y las sensaciones visuales suelen ser expresadas en formas lingüísticas y la conciencia visual es dominada por imágenes; el conocimiento científico, sin embargo, es primordialmente lingüístico. Lo que significa que, si no se vincula el elemento lingüístico y la sensación visual, nada de lo que comúnmente se observa obtendría relevancia en la construcción de conocimiento. No podríamos hablar de observaciones significantes: nada de lo que se ha visto tendría sentido y la microscopía sería sólo una clase de caleidoscopio. (Hanson, 2017)

Con base en lo expuesto hasta este momento se puede decir que la observación detallada resulta ser un proceso que implica la agrupación de acciones específicas que tienen un objetivo y que no se pueden delimitar a un procedimiento o una lista de pasos. En esta se tiene en cuenta las sensaciones visuales, elementos organizativos, interpretación, carga teórica y elementos lingüísticos, estos aspectos hacen de la observación científica una habilidad formativa. La cuestión consiste entonces, en mostrar cómo la información y los datos adquiridos a través de esta, son moldeados por distintas teorías, interpretaciones o construcciones eruditas que hacen los grandes científicos.

Los elementos expuestos anteriormente son representados en forma esquemática en el diagrama que se muestra en la ilustración 7.

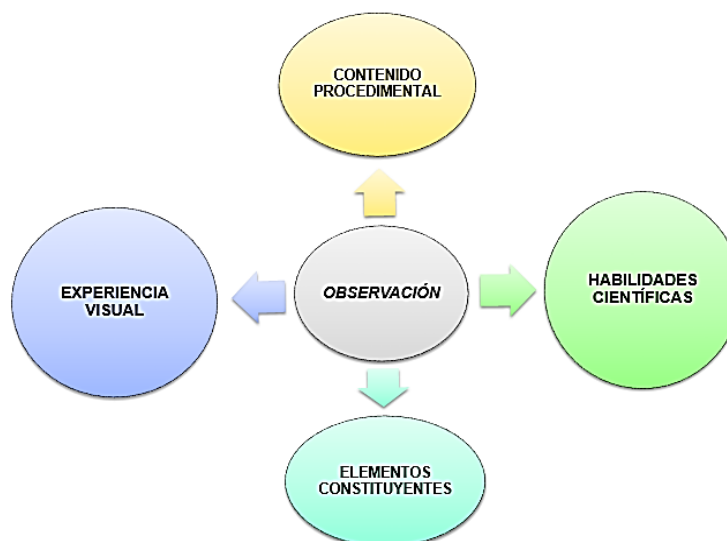


Ilustración 7. Esquema Síntesis el papel de la observación en la construcción de explicaciones en Ciencias.

### ***La incorporación del microscopio como instrumento para la observación de lo celular***

La Ciencia y Tecnología se ha convertido a lo largo del tiempo en un tema novedoso, que despierta un gran interés en la sociedad y en la escuela, en especial por los instrumentos que se diseñan o se usan en nuestro diario vivir, como Celulares, Ipads, Tablets, smartphones, GPS, Laptops, entre otros. Pero también se habla frecuentemente de avances tecnológicos en procesos de investigación para el mejoramiento y tratamiento de un gran número de enfermedades, los estudios y misiones de expedición realizadas por la NASA, las aplicaciones de la tecnología en la agricultura y ganadería, etc.

Ello evidencia el reconocimiento de las aplicaciones y usos de la ciencia en la tecnología, sin embargo, este tipo de pensamientos y nociones elementales de los procesos de transformación y evolución de instrumentos y técnicas, que va desde el descubrimiento del fuego, la invención de herramientas hasta los más sofisticados descubrimientos que permitieron descomponer la materia en su composición elemental, del átomo, y el uso de energía atómica, la exploración del cosmos y el desarrollo de múltiples disciplinas o campos del saber, como la biología celular y molecular, la nanotecnología y la biotecnología ha realizado innumerables aportes a la historia de la humanidad durante la modernidad, la posmodernidad y la contemporaneidad; llevan al progreso y evolución de la sociedad en el devenir de la historia de la humanidad.

Por consiguiente, es indispensable que se incluya en los currículos los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias naturales. Por esto se procura incluir el aprendizaje de habilidades procedimentales que posibilite conocer y desarrollar habilidades científicas, desde esta perspectiva uno de los instrumentos más conocidos en los laboratorios escolares de biología son los microscopios y que genera un gran interés en los estudiantes, pues es sinónimo de aprendizaje de técnicas y manipulación de instrumentos sofisticados como aparece en los grandes cortometrajes del cine o series de televisión como CSI.

Por este tipo de imaginarios la enseñanza de lo celular se convierte en un espacio ideal para involucrar a los estudiantes en la exploración y comprensión de la existencia de lo invisible; pues se parte de las ideas intuitivas de los estudiantes acerca de lo que no se ve. Pero este punto se presenta dos obstáculos, el manejo de los instrumentos ópticos y el hecho que no siempre podemos asegurar que los estudiantes vean lo que nosotros queremos que vean. Por esto se considera como necesario el aproximarse de forma previa a la teoría, de lo contrario, difícilmente podamos ver, distinguir algo a través del microscopio.

De esta manera la observación al microscopio de la célula resulta influenciada por ideas que tienen los estudiantes pues esperan observar estructuras bien delimitadas, así como se encuentran en los libros de ciencias. Esto lleva a que las ideas construidas por la persona son el deber ser del objeto de conocimiento. Por esto al observar al microscopio la célula, inicialmente uno no ve células ve límites, pues buscamos formas específicas y colores distintivos, por esta razón *“cuando miramos por el microscopio, a veces informamos de una manera poco brillante y fenoménica sobre las sensaciones experimentadas: con esta luz se ve verde; las áreas oscuras marcan el contorno”* (Hanson, 2017, pág. 113).

Pero esto la observación mediada a través del microscopio no solo implica un punto de vista, una carga teórica, un lenguaje, una interpretación y una organización lógica, sino que implica la comprensión y manejo de escalas. Eso termina siendo un asunto para lo cual el instrumento juega un papel muy importante; ya que nos posibilita hacer un zoom, para ver en lo visible lo invisible, dejando agudizar en detalles. Pero generalmente los estudiantes no presentan una comprensión de ello, debido a que no se encuentran construidas estas asociaciones, por esto cuando llevamos a cabo el trabajo con los estudiantes al emplear el microscopio, tienden a repetir la unidad micra, asumiendo que de esta manera se hace referencia al tamaño de lo que se ve a través del ocular del microscopio. Pero la escala no se encuentra construida. De allí que el maestro fomente a través de estrategias de observación un nivel de conciencia de las escalas. En palabras de Hanson (2017):

*“El lenguaje de las formas, de las manchas de color, de las oscilaciones y de las lecturas de los aparatos de medida es apropiado para las situaciones experimentales no aclaradas, en las que puede predominar la confusión o, incluso, el embrollo conceptual. Puede ser que el observador no sepa lo que está viendo: intenta solamente que sus observaciones sean coherentes con la base de un conocimiento establecido. Esta forma de ver es la meta de la observación. La nueva investigación se conduce en estos términos, y no en términos de una visión fenoménica” (pág. 113).*

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y lo planteado por Hanson, no se trata sólo de emplear el instrumento de observación para que el estudiante vea a través de él, sino que es necesario dar a conocer cómo se usa y con qué finalidad se realiza, para así generar una experiencia visual significativa.

Los aspectos expuestos anteriormente son representados en forma esquemática en el diagrama que se muestra en la Ilustración 8.



Ilustración 8. Esquema Síntesis La incorporación del microscopio como instrumento para la observación de lo celular.

## INTERVENCIÓN DE AULA: DE LO VISIBLE A LO NO VISIBLE: LA CÉLULA COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO

En este apartado se presenta la organización, planificación y diseño de la intervención de aula implementada, titulada *De lo Visible a lo No Visible*. Dicha propuesta fue ejecutada en el Colegio Ave María, ubicado en el Barrio Santa Ana Sur en la localidad de San Cristóbal. Es una institución educativa de carácter privado católica y confesional. La población seleccionada corresponde al grado sexto en el que participan 30 estudiantes, los cuales se encuentra en un rango de edad entre 11 y 12 años.

El Colegio Ave María, se caracteriza por promover una educación de alta calidad centrada en valores para la formación integral de niños, niñas y jóvenes, contando con una metodología interactiva, ambientes digitales de aprendizaje, uso de las TIC en el aula que dinamizan los procesos académicos y formativos de los estudiantes a fin de que sean constructores de una sociedad fraterna, solidaria, justa y progresista, en procura de consolidar un proyecto de vida con sentido crítico y responsabilidad ética que le permita utilizar la tecnología para el progreso humano sostenible. Lo cual hace posible articular con los fines de la presente investigación, ya que facilita a los estudiantes el enriquecimiento de sus ideas acerca de la ciencia, en especial en torno a la constitución de los seres vivos y el concepto célula; así como adquirir habilidades técnicas en el empleo de instrumentos de laboratorio.

El colegio en su dotación para los laboratorios de ciencias naturales, cuenta con 4 microscopios, uno digital de alta definición, y tres microscopios ópticos eléctricos. Además, se encuentra una colección de micropreparados de diferentes tejidos y órganos de animales y plantas como de algunos microorganismos, que facilitan la observación microscópica de algunas estructuras. Además, este espacio se encuentra propicio para desarrollo de las diferentes actividades que configuran la propuesta de intervención de aula. Es importante señalar que esta propuesta se implementó dentro de las clases regulares de ciencias naturales, durante el segundo periodo académico, la cual contó con una intensidad horaria de 4 horas semanales, distribuidas en siete sesiones.

### FINES ORIENTADORES

La presente propuesta se constituye como una oportunidad para la construcción de explicaciones a propósito del estudio de la célula como unidad de constitución de lo viviente; sin embargo, reconocer la célula y hacerla visible simplemente haría que se redujera su significación y se limitará a una simple definición. Es por esto que esta propuesta pretende trascender la idea de comprender al ser vivo como un conjunto de células, por entender la célula como la unidad de conformación del ser vivo. Esta pretensión supone unas implicaciones para el docente y el estudiante dentro de la dinámica de enseñanza-aprendizaje en el aula.

En primer lugar para el *maestro* implica desligarse de las concepciones generalizadas del conocimiento científico, desde las que se considera a la ciencia como un cúmulo de conocimientos verdaderos y absolutos, caracterizados por una serie de logros desarrollados por mentes prodigiosas que han conseguido encontrar la verdad a través de la acción investigativa mediante el proceder del método científico.

En ese sentido, se pretende asumir una concepción acerca del conocimiento científico que lo dispone como algo que está directamente relacionado con diversas dinámicas sociales, marcado por las condiciones ideológicas del momento. Por tanto, es necesario que el maestro asuma

*“el conocimiento como una actividad de la cultura y la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. Es decir, como un tipo de actividad que está social e históricamente legitimada y que como tal es contextual y provisional” (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003)*

Este cambio de perspectiva supone para el maestro un reto de resignificación y reflexión acerca de su quehacer profesional; una mayor profundización a nivel de su saber disciplinar como pedagógico; el planteamiento de nuevas alternativas de investigación educativa en el campo de la enseñanza de las ciencias y la comprensión del aula como un sistema de relaciones que se encuentra en constante transformación.

En cuanto al *estudiante*, al situarse dentro de una nueva perspectiva sobre el conocimiento científico, asume un papel más activo respecto a su proceso de aprendizaje, ya que se involucra de manera dinámica en los procesos de construcción de conocimiento, a través de la formulación preguntas, cuestiona al docente, cuestiona a los compañeros, investiga, hace modelos y selecciona información. Este hecho, lo lleva a establecerse como sujeto de conocimiento, y no como un simple repetidor del discurso científico oficial.

De esta forma el estudiante trasciende del simple asombro a significar su relación consigo mismo, su mundo natural y social. En ello, las representaciones que realiza sobre los fenómenos y situaciones del mundo juegan un papel fundamental, puesto que *“...conocer es representar y representar es conocer”* (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003). Es así como la construcción de explicaciones en ciencias naturales resulta de las formas de representar de los fenómenos como de comprender la ciencia como actividad de construcción de representaciones.

En este sentido el objeto de estudio del presente trabajo, *la célula como unidad de constitución de lo viviente*, demanda de un trabajo coordinado de maestro y estudiante, en el cual la construcción de explicaciones los encamina a nuevas formas de conocer y de cuestionar las *“aproximaciones inmediatistas y de las miradas simplistas que hacen del fenómeno natural algo obvio. Sólo a partir de la crítica de las estrategias espontáneas de conocer se puede configurar una mirada más detallada de los fenómenos y se avanza en la comprensión de las condiciones que hacen posible su emergencia”*. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003)

Conforme a lo mencionado hasta el momento la presente propuesta se encuentra orientada y enmarcada dentro de la categoría de problemas de conocimiento, la cual constituye una perspectiva en el análisis de las condiciones de enseñanza de las ciencias en educación básica. Esta perspectiva parte de tres estrategias interdependientes y complementarias para la caracterización y comprensión de la construcción de conocimiento en ciencias: el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la

complejización de las relaciones. A partir de estas tres estrategias no solo *“es posible pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad de la cultura, donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico”* (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003)

## ETAPAS DE LA PROPUESTA DE AULA

Para definir las formas de trabajo que estructuran la propuesta, se formularon tres etapas presentadas en la Tabla 1, cada una de ellas orientada por actividades que van desde ejercicios de observación detallada (empleando acertijos visuales, ilusiones ópticas y carreras de observación), documentación (maneja diferentes fuentes de información como videos, documentales e imágenes), producción textual (guías de trabajo) y socializaciones (realización de plenarias al finalizar cada etapa).

DE LO VISIBLE A LO NO VISIBLE					
ETAPA	ACCIÓN	PROPÓSITO	ACTIVIDAD	SES	PROD
ETAPA 1 Hacer de la observación un proceso complejo	Acciones 1 : El observador y el punto de vista	Aproximar al grupo de estudiantes a la observación detallada como elemento esencial en la construcción de conocimiento para elaboración de explicaciones de lo visible a lo no visible.	Carrera de observación	1	FICHAS DE FRISO
			Acertijos visuales		
			Ilusiones ópticas		
			Zoom		
	Acción 2: El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada	Reconocer el papel del tamaño y de las proporciones de los objetos en la observación macro y microscópica.	Jugando con escalas macroscópicas	2	
			Jugando con escalas microscópicas		
ETAPA 2: La manipulación como condición para la observabilidad	Acción 3: cortes y manipulación de objetos	Identificar el papel de las técnicas de coloración y cortes para observación microscópica en la caracterización del interior de lo vivo y lo no vivo.	Jugando con objetos teñidos	3	
			Describiendo en planos		
			Cortes longitudinales y transversales.		
			Explorando el interior de lo no vivo y lo vivo (cristales-epitelio)		
	Acción 4: Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo	Formular explicaciones a propósito del origen y organización interna de lo vivo y lo no vivo a partir	Germinación de la semilla	5	
			Cortes de las semillas germinadas en diferentes momentos Cortes para determinación de tipos celulares en vegetales		
			6		

		de la observación microscópica.			
ETAPA 3: La representación como condición para dar cuenta de la célula como fenómeno de vivo	Acción 5: El papel de las representaciones como modo de explicar la célula como fenómeno de lo vivo.	Dar cuenta mediante representaciones y explicaciones de la célula como fenómeno de lo vivo.	Video Socialización - conversatorio Construcción relato final	7	RELATO FINAL

*Tabla 2. Etapas de la Propuesta de Intervención de Aula*

## INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la realización del análisis e interpretación de la intervención de aula, se emplearon los registros tomados durante la ejecución de la propuesta como son: guías de trabajo, grabaciones, esquemas y fichas bibliográficas. A partir de estos registros se llevó a cabo un rastreo de las declaraciones y explicaciones de los estudiantes que asignan los estudiantes a propósito de su comprensión de la célula como la unidad de conformación del ser vivo.

Para ello es necesario profundizar en ciertos instrumentos que permiten hacer un procesamiento de la información recolectada en agrupaciones, para lo que fue necesario la construcción de matrices, en las que se tuvieron en cuenta tres criterios de agrupación: *la célula como unidad de organización, la observación en la construcción de explicaciones acerca de la célula y la técnica y los instrumentos para el estudio de la célula* (denominados aspectos generales). Estos de acuerdo a los referentes conceptuales que se lograron determinar en la profundización teórica.

A continuación, se presenta la descripción de los resultados por etapas y acciones, en donde se detallan las actividades desarrolladas conforme al diseño de la propuesta y las declaraciones a las que llegan los estudiantes de grado sextos del Colegio Ave María

### **ETAPA 1: Hacer de la Observación un Proceso Complejo.**

En esta etapa inicial se pretende aproximar al grupo de estudiantes al papel que juega la observación detallada en el estudio de ciencias naturales como un proceso complejo, así como de elementos teóricos, metodológicos y actitudinales para desarrollar las diferentes actividades; mediante el planteamiento de acuerdos iniciales con respecto a:

- *El trabajo en equipo:* el grupo de se distribuye de manera autónoma en parejas de trabajo, teniendo en cuenta a la empatía y las vivencias previas en trabajos similares, así como los perfiles de los compañeros con quienes se asocian para el desarrollo de las experiencias.
- *Actividad escritural:* Los estudiantes reconocen a través los elementos básicos para la elaboración de sus descripciones a través de la elaboración de un friso a modo de diario de campo y el desarrollo de guías de trabajo, esto permitirá que afinen la mirada, construyan representaciones gráficas, planten argumentos y reflexiones que le posibilite familiarizarse con términos que les permitirán expresar sus ideas de forma clara y comprensible.
- *Espacios de socialización y comunicación:* El grupo de estudiantes contaron con un espacio de socialización a modo de plenaria al finalizar cada sesión, para expresar sus puntos de vista acerca del trabajo desarrollado y sus reflexiones iniciales acerca de las actividades realizadas.

Para la ejecución de esta etapa se dispuso de dos sesiones de trabajo. La descripción general de las acciones que hacen parte de esta etapa se presenta en la Tabla 3.





ETAPA 1. HACER DE LA OBSERVACIÓN UN PROCESO COMPLEJO				
ACCIONES	El observador y el punto de vista			El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada
PROPÓSITO	Aproximar al grupo de estudiantes a la observación detallada como elemento esencial en la construcción de conocimiento para elaboración de explicaciones de lo visible a lo no visible.			Reconocer el papel del tamaño y de las proporciones de los objetos en la observación macro y microscópica.
ACTIVIDADES	Carrera de observación	Buscando el objeto perdido	Zoom	¿Cómo vemos objetos de diferentes tamaños?
				
PROD.	Anotación de reflexiones, observaciones, descripciones y gráficos en fichas de friso. Realización y registro de guías de trabajo			

Tabla 3. Acciones, propósitos, actividades y productos de la fase 1.

### ***Acción 1: El observador y el punto de vista***

En esta acción inicial los estudiantes conforman sus parejas de trabajo constituidos, teniendo en cuenta que esta organización se mantendrá a lo largo de todas las sesiones que hacen parte de la ruta de intervención de aula.

Las diferentes parejas de trabajo manifiestan su interés por abordar las diversas actividades propuestas. Al iniciar la clase a las 8:30 am los estudiantes se reúnen en el laboratorio, se empieza a dar las indicaciones que se llevarán a cabo durante el proceso de realización de la ruta, teniendo en cuenta los criterios para el trabajo en equipo, la actividad escritural y los espacios de comunicación y socialización.

La finalidad de esta acción es aproximar al grupo de estudiantes a la observación detallada como elemento esencial en la construcción de conocimiento para elaboración de explicaciones de lo visible a lo no visible, para esto se definen tres actividades, carrera de observación, buscando el objeto perdido y Zoom, (Ver anexos 1 a 3).

Se inicia con una carrera de observación en la que los estudiantes se dirigen a cada uno de los lugares de la institución, empezando a resolver las preguntas de cada una de las estaciones, resaltando que llevaban ya 4 meses en el colegio y nunca habían observado aquello que se les preguntaba, por ejemplo:

*“...nunca habíamos contado los escalones y las ventanas que están en el patio del colegio.... ”*

Santiago Parra y Luis Muñoz

*“.....esas preguntas son para un niño que estuviera muy aburrida, pero sirve para describir de manera detallada el patio del colegio.... ”*

Cielo Sandoval y Sofía del Carmen

La actividad permite que el estudiante transforme el ver, en un proceso de observación más detallada y dirigida, respecto a una pregunta o al desarrollo de un objetivo, cuando ellos ya están enfocados en descripción al detalle, se les muestra la presentación de diapositivas de ZOOM, las cuales permiten que los estudiantes empiecen a identificar la importancia de la descripción pero utilizando un acercamiento o alejamiento de los objetos y lugares, como cuando responden a la pregunta ¿qué observan en la imagen?:

*“...una célula animal con sus diferentes partes o unas montañas rojas...”*

Karen Salamanca

Pero al ir pasando cada una de las imágenes y alejándose de los objetos, en este caso la cresta de gallo, perciben que estaban enfocadas en lugares que ellos no podían concebir sino hasta que se pasaba a la siguiente diapositiva, ejemplo cuando se fijan en los niños de la ventana observando al gallo en la cerca, y se les pregunta ¿en qué lugar se encuentra el gallo? a lo que mencionan:

*“... en una granja en donde se encontraban varios animales....”*

Nicol Cristancho

Los niños no se imaginaban que era la foto de una revista y mucho menos en la última diapositiva donde se muestra que es la estampilla de una carta enviada a Hawái, esto posibilita en los estudiantes, una perspectiva diferente de lo que observan pero sin dejar de lado el objetivo que era la cresta del gallo.

Al preguntarles por cómo estas observaciones se podrían utilizar en la clase de ciencias, ellos manifiestan:

*“.....cuando se quiere observar células o tejidos...”*

Juan Barbosa

*“..... cuando observamos un pedacito de la carne del corazón al microscopio y se podían observar células y tejidos.....”*

Paula Amezquita

Estas observaciones deberían contar con unas condiciones para permitir observar al detalle y evidenciar estructuras, como:

*“..... ser muy delgado, ponerla sobre el portaobjetos y luego ponerla en el microscopio para ir cambiando los lentes y observar más cerca o más lejos según lo que queramos observar.....”*

Yuliana Ramirez

*“.....recuerdo cuando hicimos un terrario y tenían que describir cuáles eran los cambios que pesaban día a día en sus hojas, con la lupa acercando y alejando, importante para ver que hay dentro de los animales.....”*

María Fernanda León

En este sentido vamos siguiendo una ruta para que el estudiante afine su descripción al detalle de cada uno de los objetos que observamos, teniendo en cuenta el punto de vista del observador y además de identificar factores como la intensidad de la luz, la perspectiva en que se está viendo, para observar y describir aquello que se pide, en esta actividad los estudiantes inician con la observación de colores y formas de las jirafas para lograr enfocarse en la búsqueda de la serpiente, luego de esto con la ayuda de su celular o con la lupa buscar los 7 números ocho, manifestando la importancia de herramientas como:

*“.....Profe aquí el celular se puede utilizar para acercar o alejar la imagen... y encontrar los números u objetos ocultos.”*

Andres Cardenas

Al realizar la siguiente actividad de la guía como lo es intercambiar la cara sin cortar la hoja, lo cual fue un reto para ellos, empiezan a jugar con factores como, mover la cabeza de un lado a otro, pero por último deciden alejarse y acercarse (distancia) a la hoja lo cual permitiría cambiar la cara de lugar, identificando la importancia del punto de vista y el objetivo, como lo mencionan:

*“.....al acercarnos o alejarnos de la hoja podemos intercambiar la cara seria a la que está haciendo gestos, pero así nos ubiquemos lejos y no en el punto adecuado no podría intercambiarse la imagen, debe ser a una distancia y en punto específico.....”*

Laura Botero

Permitiendo a los estudiantes identificar que el punto de vista y la distancia son fundamentales en lo que se quiere observar, en las últimas imágenes que se forman con las sombras, pueden tener dos puntos de vista, uno el de las personas que conforman la imagen y dos aquella que forma la sombra de estas personas, en donde se identifica la importancia de la cantidad y el contraste de la luz para identificar objetos específicos, esto lo relacionaban al mencionar:

*“.....cuando observamos al microscopio y empezaban a aumentar la cantidad de luz con una ruedita del lado, miramos mejor y más claro... hacíamos un recorrido por toda la muestra para buscar aquello que llamara su atención para empezar a enfocarlo acercándose o alejándose y encontrar los detalles de los tejidos.....”*

Es así como se recogen elementos importantes para la observación al detalle de diferentes muestras vivas y no vivas macroscópicas como: hojas, rocas, entre otros, en este sentido se resaltan las ideas a modo de conclusión, producto de las reflexiones de los estudiantes en la Tabla 4.

ASPECTOS GENERALES	TENDENCIAS	LO QUE DICEN LOS ESTUDIANTES
<p><b>LA OBSERVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES ACERCA DE LA CÉLULA</b></p>	<p><b>Fuente para la formulación de preguntas</b></p>	<p><i>“...la profe nos pone a recorrer el colegio para resolver acertijos”.</i>  <i>“...la profe nos pregunta por el número de ventanas y las imágenes en cada una de las carteleras”.</i>  <i>“Hallar la forma de intercambiar los rostros y entender qué pasa con las caras”.</i>  <i>“Comprendimos que la distancia y la luz son importantes para la observación de las imágenes de sombras de personas donde forman imágenes de animales”.</i>  <i>“El objetivo de la observación en la primera imagen (cresta del gallo) no es claro por lo que nos confunde y pensamos que es una célula con su partes”.</i>  <i>“Genera mucha curiosidad cuando la profe va ampliando las imágenes, pues uno se pregunta en dónde está cada cosa”.</i></p>
	<p><b>De lo visible a lo no visible</b></p>	<p><i>“Es necesario tener un objetivo o finalidad para observar algo en un espacio donde siempre estamos como el colegio”.</i>  <i>“Al resolver los acertijos observamos cosas que no podíamos ver a simple vista”</i>  <i>“Al observar y encontrar las pistas, objetos, personas, animales; ponemos a prueba nuestra imaginación”</i>  <i>“Lo más difícil fue ver y analizar cada jirafa detalladamente para así reconocer la serpiente perdida”.</i>  <i>“Que las jirafas son del mismo color y la misma figura”.</i>  <i>“El tamaño de algunos números y el estar mezclados con los otros”.</i>  <i>“Solucionar el acertijo de las distancias para intercambiar las caras”.</i>  <i>“Lo más difícil fue encontrar la forma de los animalitos que estaban construyendo las formas de las personas”.</i>  <i>“Se empieza con un acercamiento a la cresta de un gallo para observar detalles y confundir con lo que podría ser ese objeto”.</i>  <i>“Se necesita de aumento para observar lo que hay dentro de él”</i>  <i>“Se aleja el objeto para observar de manera más amplia el lugar en donde se encuentra”.</i>  <i>“Es necesario aumentar o alejar el objeto según lo que queramos observar”.</i></p>

	<p>El observador y el punto de vista</p>	<p><i>“Es necesario tener un motivo para observar algo en un espacio en el siempre estamos como el colegio”.</i>  <i>“observación y agilidad mental dependen de uno mismo y donde estemos ubicados”.</i>  <i>“Para observar se debe tener en cuenta el detalle y el punto de vista”</i>  <i>“Salimos de nuestra zona de confort y empezamos a detallar las cosas que nos rodean”</i>  <i>“La semejanza de los colores y las formas me hacen girar la imagen para identificar a la serpiente”.</i>  <i>“Me sorprendí porque el rostro intercambio la posición mientras lo viéramos de lejos”.</i>  <i>“El punto en que nos ubiquemos es fundamental para observar lo que nos dicen que debemos ver”.</i></p>
<p>LA TÉCNICA Y LOS INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CÉLULA</p>	<p>El papel de los instrumentos para afinar la observación al detalle</p>	<p><i>“Al utilizar herramientas como la lupa o el zoom del celular amplían la imagen que buscábamos que era el número ocho que era muy pequeño”</i>  <i>“Ver lo más diminuto desde lejos no se puede reconocer muy bien pero cuando utilizamos la lupa se hace fácil de ver”.</i>  <i>“La lupa permite encontrar más fácil las cosas y ver los detalles de color y forma”.</i></p>

Tabla 4. Declaraciones de los estudiantes Acción 1. El observador y El Punto de Vista.

### ***Acción 2: El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada***

Esta acción, pretende que los estudiantes construyan una idea a propósito de lo que se observa al emplear lupas y microscopio, en cuanto a la relación de tamaño de las muestras y lo que se ve en los instrumentos. A partir de esto se desarrolla un trabajo sobre el manejo de escalas, el cual fue fundamental para acercar a los estudiantes a las generalidades sobre el empleo de instrumentos como los lentes de aumento (lupas) y el microscopio, en la observación de lo no visible.

De esta manera se plantea la actividad denominada *¿Cómo vemos objetos de diferentes tamaños?*, la cual consistió en un primer momento en la observación de un diagrama de los diferentes tamaños que pueden tener los objetos al manejar escalas (Ver anexo 4) con base en este resolvieron algunas preguntas orientadoras como *¿En un ecosistema natural cercano al colegio como el río Fucha, los componentes bióticos son del mismo tamaño y forma?* y *Si quisieras describir un ser vivo muy diminuto ¿Cómo harías para observar?* y *¿Qué harías para representar?*

Posteriormente se presenta el video titulado *Escalas: concepto de escala, tipos de escalas y ejercicios* con duración de 8 min. A partir de este se explica la importancia de las escalas y sus empleo para diferentes campos de acción como lo es a nivel industrial, cartográfico y biológico; ya que a menudo es necesario representar dibujos excesivamente grandes para poderlos situar sus dimensiones en láminas o planos, u otras veces, el objeto es demasiado pequeño y no hay condiciones suficientes para que quede bien representado, como es el caso de los detalles que presentan las hojas de los árboles, cortezas, superficies de minerales y rocas, muestras de agua, entre otras.

Posteriormente se entrega a cada pareja de trabajo un objeto (hojas de plantas y flores con distintas formas y texturas), y se les solicita que elaboren un dibujo de este teniendo en cuenta los detalles de cada una de las partes encontradas y el uso de la hoja milimetrada como herramienta para la elaboración de representaciones a escala natural.

Una vez terminado este ejercicio se le pide al grupo de estudiantes que en otra hoja de papel milimetrado construyan el dibujo de una hoja de planta o insecto a escala natural (1:1) ampliación (4:1) y reducción (1:2).

Durante la ejecución de esta actividad los estudiantes recuerdan todo el proceso de las escalas, en donde enfatizan que esto es de matemáticas y que no tenía que ver con ciencias, pero cuando se empieza a relacionar por las docentes, con el cómo se observa a través del lente del microscopio, identifican el uso en este procedimiento, las escalas naturales les parecen muy sencillas ya que manifiestan:

*“..... son réplicas reales de algo que se está observando y lo que se hace con el microscopio es una escala de ampliación que me permite observar mejor...”*

Jonathan Fernandez

*“..... en algunos casos necesitas reducir la imagen para poder manejar aquello que es muy amplio.....”*

Sofía Ruiz

Las escalas permiten que los estudiantes comprendan cuál es la utilidad del microscopio o de los lentes, en nuestro caso las lupas, lo cual se hace evidente en las reflexiones de la siguiente tabla 5.

ASPECTOS GENERALES	TENDENCIAS	LO QUE DICEN LOS ESTUDIANTES
LA OBSERVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES ACERCA DE LA CÉLULA	Fuente para la formulación de preguntas	<p><i>“El ampliar la escala de las cosas permite encontrar características detalladas en esta caso de las hojas, como líneas, formas, partes y colores. Que luego podemos dibujar”.</i></p> <p><i>“Comprendimos cómo funcionan las observación al microscopio, al dibujar diferentes tamaños de las cosas”.</i></p> <p><i>“Nuestros ojos no siempre en detalladamente, por eso necesitamos de la ayuda de elementos que detallen las cosas, ya que hay mucho más de lo que creemos”.</i></p>
LA TÉCNICA Y LOS INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CÉLULA	El uso de las escalas para la comprensión del uso del microscopio y la lupa	<p><i>“La lupa permite ver mejor la formas y sus detalles”.</i></p> <p><i>“La escala de ampliación permite dibujar de una forma más grande el objeto y ver todas sus características”.</i></p> <p><i>“Al observar al detalle se aumenta su tamaño y que tienen por dentro dicha hoja”.</i></p> <p><i>“Observar en diferentes ángulos y aumentos el microscopio cuenta con unas partes para alejar y acercar la muestra del lente como lo hacemos al dibujar las cosas en diferente tamaño con las escalas”.</i></p>

Tabla 5. Declaraciones de los estudiantes Acción 2. El papel de las escalas y la proporción en la descripción detallada. .

## ETAPA 2: La manipulación de muestras como condición para la observabilidad

Esta fase, tiene como propósito caracterizar los diferentes elementos que hacen parte del proceso de observabilidad mediada por instrumentos como las lupas y microscopios. Así mismo se orienta el trabajo en torno a la exploración del interior y organización de lo vivo y no vivo, resaltar el papel que juega la técnica en el estudio de lo no visible.

Para ello la etapa comprende:

- Seguimiento del crecimiento y desarrollo de semillas de frijol
- Seguimiento de la formación de cristales de sal
- Preparación de muestras de lo vivo y no vivo
- Empleo de tintes para la coloración de muestras para la observación microscópica
- Identificación de cortes longitudinales y transversales

Es importante señalar que fue necesario en esta etapa solicitar a las parejas de trabajo, la realización previa de los procesos de germinación de la semilla y la formación de cristales, ya que requería un tiempo de mayor de ejecución para el seguimiento de cada procedimiento (Ver anexo 6). Las acciones que hacen parte de esta fase, así como los propósitos de cada una de ellas se presentan de manera resumida en la Tabla 6.

ETAPA 2. LA MANIPULACIÓN COMO CONDICIÓN PARA LA OBSERVABILIDAD			
ACCIONES	Cortes y manipulación de objetos		Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo
PROPÓSITO	Identificar el papel de las técnicas de coloración y cortes para observación microscópica en la caracterización del interior de lo vivo y lo no vivo		Formular explicaciones a propósito del origen y organización interna de lo vivo y lo no vivo a partir de la observación microscópica.
ACTIVIDADES	<b>Jugando con objetos teñidos</b> (Describiendo en planos y haciendo cortes transversales y longitudinales)	<b>Explorando al interior de lo no vivo y lo vivo</b>	<b>Cambiando, Cambiando, El Tiempo Va Pasando</b> (germinación de la semilla y cortes de tipos celulares)
			
PRO	Anotación de reflexiones, observaciones, descripciones y gráficos en fichas de friso.		

	Realización y registro de guías de trabajo
--	--

*Tabla 6. Acciones, propósitos, actividades y productos de la fase 2.*

### ***Acción 3: Cortes y manipulación de objetos***

Esta acción se desarrolló durante 2 sesiones de clase, la cual tenía como finalidad identificar el papel de las técnicas de coloración y cortes para observación microscópica en la caracterización del interior de lo vivo y lo no vivo, a través de dos actividades denominadas *jugando con objetos teñidos (Describiendo en planos y haciendo cortes transversales y longitudinales)* y *explorando al interior de lo no vivo y lo vivo*.

Para la primera actividad, se entrega a cada pareja un animal mágico, el cual deben sumergir en un vaso con agua al cual se le agrega unas gotas de azul de metileno. Seguidamente deben observar lo que ocurre durante unos minutos.

Luego cada pareja extrae su animal mágico y lo colocan en una bandeja plástica. A continuación, se explican los planos corporales en relación al animal mágico y la manera como se realizan los cortes transversales y longitudinales (Ver anexo 5). Finalmente, cada pareja procede a preparar sus muestras, para esto se entregan kits de disección y se emplean lupas de diferentes aumentos como el microscopio.

Al abordar los cortes de las diferentes muestras con los estudiantes, señalan que para ellos es una experiencia muy satisfactoria, ya que se manejan instrumentos como las cuchillas, las lupas y el microscopio, los animalitos mágicos, además de técnicas específicas como cortes longitudinales y transversales o salchichón que permite:

*“.....observar mejor lo que está dentro de las muestras.....”*  
David Arevalo

Después de hacer varios cortes de muestras vivas y no vivas, se colocan los ositos en agua con tinta azul, los cuales después de varios intentos de cortes les queda una muestra delgada la observan con la lupa identificando solo grumos azules, pero al poner sobre el portaobjetos y ponerle la laminilla se observan:

*“.....cúmulos con espacios donde están partes coloreadas y otras sin colorear.....”*

Sebastián Herrera

En la segunda sesión se contempla dos procedimientos experimentales, en cuanto a la formación de cristales de sal y la germinación de algunas semillas de frijol, cada pareja realizó estos procesos previamente, registrando en sus fichas de friso lo que ocurría con estos durante un periodo de tiempo de 20 días. Así mismo se entrega una guía de trabajo con la finalidad de orientar a través de diferentes preguntas sus observaciones (Ver anexos 6 y 7).

En esta sesión los estudiantes al comenzar a observar las muestras de cristales describen sus colores y sobre todo sus formas, donde mencionan:

*“.....se ven cuadrados pero separadas unas de otras, de color verde y como tridimensionales.....”*

Daniela Benavides

Mientras que al observar en la semilla describen:

*“.....la semilla tiene capas una sobre otras que permiten hacer muy diferente a los cristales.....”*

María Fernanda Díaz y Laura Mora

*“.....podemos identificar tejidos conductores en el tallo que transporta sustancias.....”*

Cielo Duarte y Karen Rodríguez

*“.....al acabarse el agua en los cristales no pasaba nada más si no que quedaba ahí, lo cual era evidente al observar al microscopio cuadros separados una de otras lo pasaba también con los ositos mágicos, mientras que en la semilla seguía un ciclo una y otra vez.....”*

David Herrera y Samuel Sanabria

Es así como se recogen los elementos más importantes para la observación detalle y la técnica que se debe utilizar en diferentes muestras vivas y no vivas como: hojas, semilla, animalitos mágicos y cristales, en este sentido se resaltan las ideas a modo de conclusión, producto de las reflexiones de los estudiantes en la Tabla 7.

ASPECTOS GENERALES	TENDENCIAS	LO QUE DICEN LOS ESTUDIANTES
<b>LA CÉLULA COMO UNIDAD DE ORGANIZACIÓN</b>	<b>La célula como unidad que establece relaciones con la estructura (elemento para clasificar y distinguir lo vivo de lo no vivo)</b>	<p><i>“En la semilla crecen diferentes partes de la planta como la raíz tallo y fruto. y esto es un ciclo que no termina a diferencia del cristal que cuando se evapora el agua no sucede nada más”.</i></p> <p><i>“La raíz es la que permite el ingreso de diferentes nutrientes para que la planta crezca y así todos sus partes”.</i></p> <p><i>“En los cristales los nutrientes se acaban y para su crecimiento, no existe un ciclo de la vida como en la semilla”.</i></p> <p><i>“En los cristales su forma es muy geométrica como en un cubo y no hay una relación entre ellos como en la semilla que los tejidos están conectados unos con los otros, como cumpliendo con la función de relación”.</i></p>
	<b>La célula como unidad estableciendo relaciones con el origen (las células tienen un origen común y los diferentes tipos celulares surgen de procesos de cambio durante el crecimiento de la planta)</b>	<p><i>“Cuando se acaba el colorante y la sal se han formado los cristales pero después no sucede nada”.</i></p> <p><i>“...la evaporación del agua mezclada con la sal y el colorantes va formando el cristal del color correspondiente”.</i></p> <p><i>“La semilla empieza a crecer y lo primero que le sale son las raíces, luego el tallo y así cada una de sus partes”.</i></p> <p><i>“La semilla también necesita de agua para que pueda salir la raíz, pero también la semilla tuvo que venir de otra mata”.</i></p>

	<b>la organización de lo vivo y lo no vivo</b>	<p>“...al observar al microscopio los cristales se ven cuadros pequeños separados unos de los otros. en el corte de la semilla se ven capas unas sobre otras diferentes que podrían dar origen al tallo y la raíz”.</p> <p>“La semilla cuando se ve con la lupa tiene forma redonda su textura es arrugada y salen distintas cosas de ella”.</p> <p>“Los cristales al observarlos con la lupa tienen forma cuadradita, unos son más pequeños que otros y se agrupan”</p>
<b>LA OBSERVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES ACERCA DE LA CÉLULA</b>	<b>Fuente para la formulación de preguntas</b>	<p>“...ocurre un ingreso de agua por los poros dela animal mágico, lo cual hace que sus estructuras actúan como esponjas y entren en un estado hipotónico semejante a las células”.</p> <p>“El animalito mágico debe tener como poritos que se ven como huequitos donde entra el agua y el colorante”.</p>
<b>LA TÉCNICA Y LOS INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CÉLULA</b>	<b>El papel del corte y la tinción como técnicas que permiten afinar la observación de las células</b>	<p>“La tinta se mezcla con el agua y se empieza a ponerse grande el animalito porque se introduce está en el muñeco”.</p> <p>“...el azul de metileno nos sirve para identificar y reconocer estructuras dentro del animal mágico y en los tejidos”.</p> <p>“El colorante permite evidenciar más detalladamente sus estructuras”.</p> <p>“Los cortes nos sirven para hacer la semilla más delgada y poder ver al microscopio sus partes”.</p> <p>“El colorante nos ayuda a evidenciar de manera más clara en el microscopio las estructuras que se especializan en determinada función”.</p> <p>“Los cortes permiten que los animalitos al cortarlos podamos observar mejor lo que tienen adentro”.</p> <p>“La tinción o azul de metileno permite que se tiñan partes y se pueda observar mejor”.</p>
	<b>El papel del microscopio como instrumento que permite afinar la observación generando nuevas preguntas</b>	<p>“El colorante permite visualizar que tanto ha absorbido el animalito y al hacer el corte lo podemos observar al microscopio y mirar que tanto colorante tiene”.</p> <p>“El microscopio nos ayuda a ver más allá del alcance de nuestro ojos”.</p>

Tabla 7. Declaraciones de los estudiantes Acción 3. Cortes y manipulación de objetos.

#### ***Acción 4: Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo***

Esta acción comprendió dos sesiones, con la finalidad que las diferentes parejas de trabajo construyan explicaciones a propósito del origen y organización interna de lo vivo y lo no vivo a partir de la observación microscópica, teniendo como referente lo abordado en la sesión anterior y la actividad propuesta para esta clase denominada *cambiando, cambiando*,

*el tiempo va pasando (geminación de la semilla y cortes de tipos celulares).* Para esto se solicita a cada pareja traer sus montajes de germinación de frijol

Durante esta sesión se explica el proceso de reproducción sexual en plantas angiospermas como el desarrollo y crecimiento de las plantas vasculares (Ver anexo 8), esto con el fin de dar fundamentos conceptuales y teóricos acerca del origen de la semilla de frijol y su organización fisiológica y estructural, ya que no se abarcan propiamente en este nivel de educación conforme al plan curricular que se establece para grado 6° (Ver anexo 9).

Por otra parte fue esencial emplear un nuevo instrumento como el micrótomo, para afinar las habilidades técnicas de los corte, pues los estudiantes en la sesión anterior dedujeron que:

*“...para poder observar además de usar el microscopio era necesario hacer cortes muy delgados para que pase la luz a través de ellos para poder ver las células”.*

María Fernanda León y Diana Marcela Celis

Este instrumento generó en la primera sesión un gran interés y motivación en el desarrollo de la actividad planteada, la cual consistió en realizar muestras con el micrótomo diferentes cortes a las semillas de frijol en diferentes etapas germinativas. En la segunda sesión los estudiantes realizarán observaciones comparativas de las muestras iniciales y micropreparados correspondientes a diferentes estructuras y tejidos vegetales.

Esta actividad dio paso a que los estudiantes cuestionen por cuál sería el origen de las partes de la planta, a lo que ellos mencionan:

*“.....la semilla porque todo es un ciclo, como semilla, raíz, tallo, hojas y fruto y vuelve a iniciar, todas las veces.....”*

Santiago Pachón y Luis Acero

*“.....en la formación de los cristales solo iría hasta el punto en que se agotara el agua y la reacción con la sal, cuando el agua se evapora totalmente no sucede nada, se queda igual.....”*

Felipe Vargas y Sara Alzate

Estas observaciones macroscópicas tendrían evidencias en el momento de hacer los cortes de cada una de las partes de la planta, donde identificaron:

*“.....proviene de un mismo origen la semilla pero cada una de las partes, cumpliría con una función diferente, porque los cortes evidenciaban que había una capa sobre la otra permitiendo dar origen a una nueva parte.....”*

Emy Arango y Laura Mora

*“.....cuando se observaba en los cortes de cada una de las partes de la planta encontrábamos tejidos, con diferentes formas, pero que tenían en común estructuras como núcleo, pared y membrana.....”*

Nicol Gomez y Yeimi Cespedes

“..... Las herramientas como el micrótopo y el microscopio, en esta práctica son de vital importancia para el proceso de observación al detalle de las estructuras que están dentro de la semilla.....”

Miguel Ramirez y Sophy Moncayo

Estas técnicas y herramientas fueron fundamentales para los estudiantes al responder preguntas como ¿de que estaban constituidos los seres vivos? a lo cual concluían, que sin importar la muestra observada siempre tendría unas semejanzas (*núcleo, membrana, pared*) relacionadas con la célula que forman tejidos diferentes que cumplirían funciones específicas. Por lo que es importante resaltar algunas frases importantes, en la siguiente Tabla 8.

ASPECTOS GENERALES	TENDENCIAS	LO QUE DICEN LOS ESTUDIANTES
<b>LA CÉLULA COMO UNIDAD DE ORGANIZACIÓN</b>	<b>La célula como unidad que establece relaciones con la estructura (elemento para clasificar y distinguir lo vivo de lo no vivo)</b>	<i>“Las células especializadas constituyen los tejidos que luego se transforman en órganos sistemas que dan origen a un organismo como la planta”.</i>
		<i>“En esta experiencia pudimos observar que las semillas tienen diferentes estructuras que hace que crezcan y puedan vivir, como las hojas que hacen el proceso de fotosíntesis”.</i>
		<i>“Se observaron las distintas estructuras que constituyen la semilla analizando desde distintos puntos de aumento”.</i>
	<b>La célula como unidad estableciendo relaciones con las funciones</b>	<i>“Los tejidos que podemos observar en el tallo son xilema y floema y estos se encargan de llevar nutrientes”.</i> <i>“La semilla se transforma por la división celular y el objetivo que tiene”.</i>
		<i>“De la semilla que poco a poco se especializa con sus tejidos forma parte como el tallo la raíz y las hojas”.</i> <i>“La semilla cuando cambia contribuyen con el ciclo de vida nacer, crecer, reproducir y morir”.</i> <i>“...la raíz surge de la semilla, el tallo de la raíz, porque es cuando una de sus raíces asciende y las hojas surgen de los tallos”.</i> <i>“Cuando pasa el tiempo la semilla se va abriendo haciéndose más grande y creando los órganos”</i> <i>“La semilla se transforma ya que ella crece y todo ser vivo tiene un ciclo de vida”.</i>


	<b>La célula como una forma de explicación a diferentes preguntas sobre la organización de lo vivo</b>	<i>“...el tiempo permite que se vaya transformando poco a poco la semilla y especializando en las partes de la planta”.</i>
<b>LA TÉCNICA Y LOS INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CÉLULA</b>	<b>El papel del corte y la tinción como técnicas que permiten afinar la observación de las células</b>	<i>“El corte longitudinal permitirá una vista desde arriba mientras que el transversal una vista lateral lo cual permite un punto de vista diferente del observador”.</i> <i>“El micrótopo permite hacer cortes más delgados que luego al teñirlos con azul de metileno nos permitió observar mejor estructuras como la membrana el núcleo, fundamentales en todas las células”.</i>
	<b>El papel del microscopio como instrumento que permite afinar la observación generando nuevas preguntas</b>	<i>“Encontramos diversos instrumentos que ayudan a la correcta identificación de tejidos y células que contiene la semilla”.</i> <i>“En el microscopio se observa mejor al hacer cortes muy delgados en donde era frecuente ver la membrana y el núcleo que está en células animales y vegetales.”</i>

*Tabla 8. Declaraciones de los estudiantes Acción 4. Explicaciones frente a lo visible y no visible y su relación con el tiempo.*

### **ETAPA 3: La representación como condición para dar cuenta de la célula como fenómeno de vivo**

El propósito de esta fase final es que los estudiantes construyan un escrito a partir de la revisión de las reflexiones registradas en los frisos, como sus impresiones y sus aportes desarrollados a lo largo de la ruta; que permitan dar cuenta a través de sus explicaciones del significado que representa para ellos la célula como unidad constitutiva de lo viviente. Para ello los estudiantes, de manera libre, elaboran un relato en el que recopilan las diferentes explicaciones que construyeron a lo largo de la propuesta como el planteamiento de un mapa mental que dé cuenta de este.

La descripción general de la acción que hizo parte de esta etapa presenta en la Tabla 9.

<b>ETAPA 3: LA REPRESENTACIÓN COMO CONDICIÓN PARA DAR CUENTA DE LA CÉLULA COMO FENÓMENO DE VIVO</b>	
<b>A C C I O N</b>	El papel de las representaciones como modo de explicar la célula como fenómeno de lo vivo.
<b>P R O P Ó S I T O</b>	Dar cuenta mediante representaciones y explicaciones de la célula como fenómeno de lo vivo.
<b>A C T I V I D A D E S</b>	<b>Significados de lo Visible a lo No Visible</b>
	
<b>PRO D.</b>	Anotación de reflexiones, observaciones, descripciones y gráficos en fichas de friso. Realización de relatos.

*Tabla 9. Acción, propósito, actividad y producto de la fase 3. Actividad de Cierre.*

Se da inicio a esta sesión presentando tres videos, el reino de lo oculto, Fecundación, Desarrollo Fetal y Embrionario y Simplemente la naturaleza (proceso de germinación de la semilla). A partir de estos se desarrolla un proceso explicativo en torno a lo que es la célula, su estructura anatómica y fisiológica como de los fundamentos de la teoría celular (Ver anexo 10). Seguidamente se entrega a cada pareja, una guía de trabajo y una nube de palabras (Ver anexo 11), y se dan las orientaciones e indicaciones para la realización de la actividad.

Posteriormente, durante el desarrollo de la actividad de cierre y con base en las preguntas y discusiones que se le hace al grupo de estudiantes, tales como ¿Por qué es posible pensar la célula como unidad constitutiva de todo ser vivo?, hacen evidente las significaciones que fueron construyendo, cuando mencionan que:

*“..... las bacterias se dividen de otras bacterias por bipartición y se reproducen una y otra vez.....”*

Maria Ibañez y Dabei Perilla

*“.....las células que forman los tejidos y luego los órganos cumplen todos con funciones como: nutrición, reproducción, relación y respiración para poder vivir.....”*

Sebastián García y Santiago Pacheco

Para los estudiantes las funciones vitales estaban asociadas al desarrollo tanto de plantas como de animales, refiriéndose:

*“.....cuando el bebé se empieza a formar o sea se unen las células sexuales (Espermatozoide y Óvulo) se desarrolla a través del tiempo formando poco a poco al bebé con todas sus funciones vitales.....”*

Marta Mariño y María Paula Chaves

*“.....la semilla se forma de dos células sexuales y después empieza a formarse cada una de sus estructuras como: raíz, tallo y fruto.....”*

Karol Ojeda y Dilan Fernandez

Luego de esta discusión se muestra el video de célula del cual tomaron apuntes, posteriormente se realizó un esquema gráfico que dio cuenta de la célula como unidad constituyente de los seres vivos a lo que ellos responden y relacionan:

*“.....las herramientas, las técnicas y tinciones, permiten identificar mejor las estructuras de las células y tejidos.....”*

María Alejandra Florez

*“.....Las semejanzas entre las células y tejidos están relacionadas con la función que llevan a cabo.....”*

Valentina Cortes

Durante esta clase fue evidente cómo los estudiantes relacionan a la célula como unidad constituyente de los seres vivos a través de un proceso que está vinculado con los diferentes acontecimientos históricos y preguntas que posibilitaron llegar al concepto célula, pero no como una sola estructura sino como esa unidad fisiológica que tiene unas dinámicas que posibilitan la vida de los individuos. Es por esto que en la Tabla 10 se vinculan diferentes relatos relevantes.

ASPECTOS GENERALES	TENDENCIAS	LO QUE DICEN LOS ESTUDIANTES
LA CÉLULA COMO UNIDAD DE ORGANIZACIÓN	La célula como unidad que establece relaciones con la estructura	<i>...los organismos están compuestos por células que todas juntas forman un tejido”</i> <i>Todo ser vivo está formado por células ¿por qué? ...todos los organismos tienen muchas células que forman tejidos...”</i>

	<i>(elemento para clasificar y distinguir lo vivo de lo no vivo)</i>	
	<b>La célula como unidad estableciendo relaciones con las funciones</b>	<p><i>“...la célula como unidad porque esas llevan a cabo procesos químicos que dan vida...”</i></p> <p><i>“.....la célula realiza funciones básicas como nutrición, relación, respiración y reproducción fundamentales para mantener vivo al organismo.”</i></p>
	<b>La célula como unidad estableciendo relaciones con el origen (las células tienen un origen común y los diferentes tipos celulares surgen de procesos de cambio durante el crecimiento de la planta)</b>	<p><i>Todas las células provienen de células anteriores y ellas poseen toda la información hereditaria del individuo</i></p> <p><i>“Las células constituyen a los tejidos, que luego forman tejidos, órganos,, sistemas y luego al individuo donde en cada uno de ellos cumplen con funciones vitales que permiten que forman el organismo y mantenerlo con vida.”</i></p>
	<b>La célula como una forma de explicación a diferentes preguntas sobre la organización de lo vivo</b>	<i>¿Cómo las podemos ver? ¿Por qué son fundamentales? ¿por qué están en todos los seres vivos?</i>
	<b>La célula como forma de explicación a lo que se observó con ayuda del microscopio</b>	<p><i>“La célula se considera la unidad constituyente de todo ser vivo, debido a las distintas investigaciones de los científicos, sobre los lentes y los objetos como el microscopio, que permiten ver mejores rasgos”.</i></p> <p><i>“el microscopio fue utilizado para identificar las estructuras que están dentro de los tejidos”</i></p>
<b>LA OBSERVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES ACERCA DE LA CÉLULA</b>	<b>Fuente para la formulación de preguntas</b>	<i>Se puede decir que en el lente del microscopio de Hooke se investigó por primera vez la célula... él veía una serie de estructuras en diferentes seres vivos, se formuló muchas preguntas que no pudo resolver de inmediato...”</i>

<p style="text-align: center;"><b>LA TÉCNICA Y LOS INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CÉLULA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>El papel del corte y la tinción como técnicas que permiten afinar la observación de las células</b></p>	<p><i>...para descubrir sus estructuras ellos realizaban sus investigaciones en el laboratorio usando diferentes técnicas, como haciéndole cortes muy finos a la planta mediante el micrótomo, algunas colocaban tinción y coloración a sus muestras... ”</i></p> <p><i>“...usaron la coloración y la tinción para diferenciar y detallar su complejidad...”</i></p> <p><i>Una forma de visualizar mejor la célula fue por medio de la tinción... lo podemos evidenciar mejor por medio de la coloración de los tejidos y de las células”</i></p> <p><i>...sus lentes, micrótomo, microscopio, aumentos, coloración, lupa, tinción, cortes que nos sirve para describir o explicar la comprensión de esta teoría...”</i></p> <p><i>...tinción técnica utilizada en microscopía usando sustancias en biología y medicina, cada una debe ser específica para facilitar su observación...”</i></p> <p><i>Para realizar estos experimentos debían cortar finos trozos de este material...”</i></p> <p><i>“...uno de los elementos que colaboraron en la evolución del estudio de las células son los microscopios, lupas lentes también un objeto con el cual ayudaba con el corte fino</i></p> <p><i>La mayoría de las células no son visibles a simple vista para observar y estudiar las células y los tejidos se usan diferentes tipos de microscopio</i></p>
	<p style="text-align: center;"><b>El papel del microscopio como instrumento que permite afinar la observación generando nuevas preguntas</b></p>	<p><i>Después de muchos siglos y después de las mejoras en los microscopios se aumentó la curiosidad por describir...”</i></p> <p><i>...tocó crear un microscopio para poder verlas, así ir creando hipótesis para así ir experimentando con nuevas técnicas...”</i></p> <p><i>“...uno de los elementos que colaboraron en la evolución del estudio de las células son los microscopios, lupas lentes</i></p>

Tabla 10. Declaraciones de los Estudiantes Acción 5. El papel de las representaciones como modo de explicar la célula como fenómeno de lo vivo.

A partir de lo expresado por los estudiantes a lo largo de la ruta de trabajo propuesta en la intervención de aula, se evidencia que las declaraciones de los estudiantes de acuerdo a los tres aspectos definidos para el análisis de la información son: **la célula como unidad de organización, la observación en la construcción de explicaciones acerca de la célula y la técnica y los instrumentos para el estudio de la célula**. Partiendo de estos se encuentran cinco tendencias; la célula como unidad que establece relaciones con la estructura (*elemento para clasificar y distinguir lo vivo de lo no vivo*), la célula como unidad estableciendo relaciones con las funciones, la célula como unidad (*estableciendo relaciones con el origen, las células tienen un origen común y los diferentes tipos celulares surgen de procesos de cambio durante el crecimiento de la planta*), la célula como una forma de explicación a diferentes preguntas sobre la organización de lo vivo, la célula como forma de explicación lo que se observó con ayuda del microscopio (*fuentes para la formulación de preguntas*), el papel del corte y la tinción como técnicas que permiten afinar la observación de las células y el papel del microscopio como instrumento que permite afinar la observación generando nuevas preguntas.

Los estudiantes logran establecer en cada etapa una asociación, entre la célula y su organización, vinculando las relaciones entre la estructura y su función dentro del plan corporal de los seres vivos. A partir de ello es posible afirmar, que existe una diferencia significativa en la distinción entre la caracterización de lo vivo y lo no vivo respecto a su organización, ya que, en cada una de las acciones propuestas en la ruta de la intervención de aula, los estudiantes adquieren habilidades para la observación descriptiva, con la ayuda de herramientas como: la lupa y el microscopio en tanto que se expresa de forma escrita y gráfica (Ver anexo 11).

Respecto a las tinciones y cortes realizados durante las distintas experiencias de laboratorio los estudiantes expresan que para que se puedan observar las células en los tejidos es necesario efectuar cortes muy finos que permitan el paso de la luz; al momento de aplicar el colorante este no se acumule excesivamente en la muestra, sino que sea más específico en lo que se quiere observar. A esto se suma que el grupo de estudiantes reconoce que el punto de vista influye en la intención que se tiene, los preconceptos y lógica de lo que se ve en las muestras; de esta manera se puede afirmar que los estudiantes contrastan su imaginario de célula, para llegar a construir reflexiones sobre esta y su teoría, teniendo en cuenta aspectos como la historicidad, los procesos investigativos y las preguntas que motivaron a estudiar el mundo microscópico.

Por otra parte los estudiantes mencionan que las escalas son relevantes al momento de comprender el funcionamiento del microscopio, además de identificar de manera más precisa los diferentes tamaños y formas que se pueden observar en las muestras a través del microscopio, todo esto permite que el estudiantes a través de las escalas y demás los estudiantes no solo corroboran lo que enuncia los principios de la teoría celular que reconocen a esta como un producto de transformaciones que implicó, el mejoramiento de las explicaciones, técnicas y conceptualizaciones acerca de la constitución del ser y la célula como la unidad constitutiva de este, así como se evidencia en la Ilustración 9.

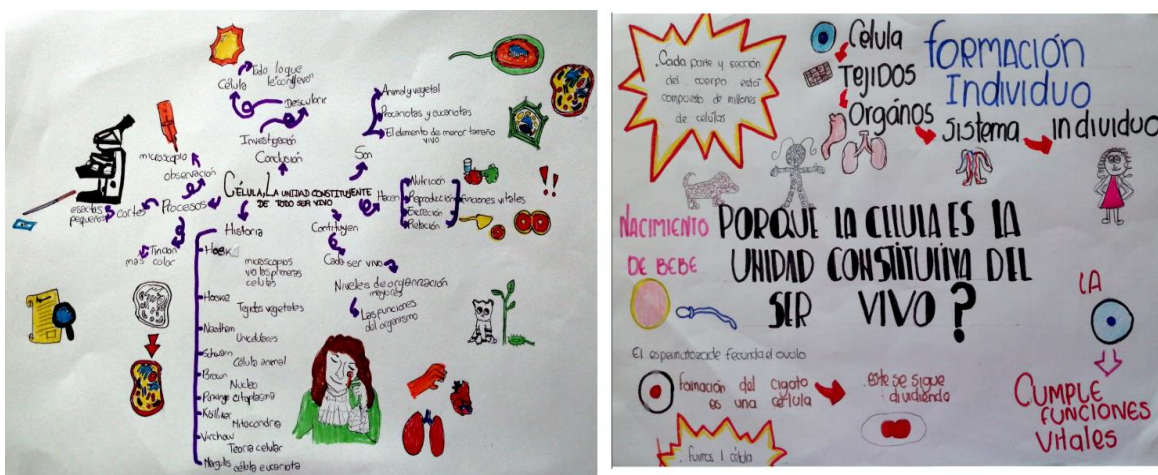


Ilustración 9. Esquemas Mentales elaborados por los estudiantes de grado 6 durante la ejecución de la en la acción 5 en la Etapa 3.

## **CONSIDERACIONES FINALES: *Reflexiones Acerca de las Implicaciones y Potencialidades en la Enseñanza de las Ciencias al Abordar la Célula como Problema de Conocimiento***

En este apartado se pretende mostrar las implicaciones y potencialidades que presenta la enseñanza de lo celular como objeto de estudio en educación básica secundaria.

Para comenzar, es preciso identificar algunas de las dificultades que se tienen al momento de situar la célula como objeto de enseñanza. En primer lugar, cabe mencionar que los maestros priorizamos en la práctica de enseñanza-aprendizaje la apropiación de un sin número de conceptos que son presentados como contenidos temáticos para la correcta adquisición del conocimiento científico. De esta manera, el concepto célula se asume como la unidad anatómica fundamental de todos los organismos vivos y no como la unidad constitutiva de lo viviente.

Paralelamente, cuando el concepto célula es situado en condiciones de enseñanza termina siendo confuso, debido al tipo de modelizaciones dispuestas en los libros de texto escolar donde se presenta como una fábrica que coordina todas las funciones de los seres vivos, dejando de lado la comprensión de los procesos que se dan en esta unidad para el mantenimiento de la vida. De igual forma, se debe considerar que el abordaje del concepto célula en el aula supone la insuficiencia de un referente experiencial para los estudiantes en su vida cotidiana y en el plano de lo tangible, dificultad que no se visualiza cuando se habla por ejemplo de las partes del cuerpo como las manos, los ojos, la boca entre otras.

Es así como el proceso de enseñanza de lo celular se vuelve reductible, poco comprensible y su estudio involucra dificultades: la complejidad de los procesos y las dinámicas que ocasiona en torno al dominio teórico, técnico - experimental, y el nivel de abstracción que requiere para construir comprensiones acerca del fenómeno viviente.

Desde esta perspectiva, la enseñanza de lo celular se convierte en un reto para los maestros pues, al cuestionarse sobre el significado que presentan los estudiantes frente al concepto de célula, se genera en los docentes un ejercicio de reflexión en dos aspectos: el primero, referente al sentido de lo que se enseña; y el segundo, ligado a la generación de estrategias que fomenten la explicación y comprensión del fenómeno. Así pues, el estudio de la célula supone superar la instrucción y memorización para así propiciar diferentes experiencias que fomenten en los estudiantes la consolidación de explicaciones en relación con la idea que se ha construido teóricamente en el aula a propósito de lo que significa que un maestro de ciencias se interese porque sus estudiantes comprendan los fenómenos biológicos.

En esta medida para ahondar en las anteriores preocupaciones de forma más detallada, teniendo en cuenta los fundamentos enunciados en la profundización teórica y las declaraciones de los estudiantes mediante la implementación de la propuesta de aula, se exponen tres aspectos: *el papel que juega la profundización disciplinar en el ejercicio del maestro y la enseñanza de lo celular, el papel que representa el diseño e implementación de propuestas de aula en el quehacer del maestro para tratar el estudio de lo celular, y el*

*papel de la observación, los instrumentos, técnicas y prácticas de laboratorio para la enseñanza de lo celular en básica secundaria.*

***El papel que juega la profundización disciplinar en el ejercicio del maestro y la enseñanza de lo celular.***

En nuestro ejercicio docente, hemos encontrado que al enfrentarnos a la enseñanza de un concepto o fenómeno usualmente se presentan dos dinámicas que se relacionan: en la primera, nos centramos en la apropiación del contenido de acuerdo a las definiciones de los textos, por lo que se hace necesario que el discurso que se configura sea explícito y comprensible, en especial, cuando los maestros deben llevar a cabo un proceso de transposición didáctica de los conceptos que tienen un nivel de complejidad y abstracción alto respecto a las condiciones y dinámicas que representan la enseñanza de lo celular; en la segunda, la forma de difundir los hallazgos científicos en medios discursivos los hace ver como objetivos precisos, sólidos, seguros, y neutrales, independientes de los sujetos y de las condiciones sociales que propician en el común el imaginario de verdades no determinadas temporal, espacial ni culturalmente

De tal manera, resulta preciso concebir la configuración de un discurso disciplinar que se distancie de aquel que se vincula a una acumulación de resultados, pues no contribuye a la apropiación de conocimiento científico en los estudiantes, como lo señala Segura (1995):

*“Hoy más que nunca es claro que la ciencia es una manera de ver la realidad, en otras palabras, lo que la formación en ciencias nos suministra es un lenguaje para ver en el mundo que nos rodea aspectos que de otra manera no veríamos y unos valores muy precisos para juzgar tanto lo que sucede, como lo que se hace y se debe hacer” (pág. 12)*

Es por esto que en el desarrollo de este trabajo hemos encontrado que una profundización teórica resulta relevante para la práctica de enseñanza de las ciencias pues permite comprender que la célula no es un asunto de una simple definición como lo dice Albarracín (1983): la célula es una estructura fundamental con funciones fisiológicas determinantes por tres capas principales como nucléolo, núcleo y célula, determinadas en los elementos constitutivos de los organismos. (Florkin. 1960, En: Albarracín, T. A. 1983).

Con esto establecido, el recorrido histórico que sugiere el concepto célula (dispuesto en el trabajo) conduce a la resolución de preguntas que posibilitaron el descubrimiento no solo de sus estructuras sino de las relaciones que se establecen, por lo que trascienden los términos como sarcoma, fibrilar, globular, tejido y protoplasma, términos no unificados que hacen evidente a la célula no como un espacio vacío con diferentes elementos dentro, sino que todo aquello está mediado por una serie de condiciones que le permitirán establecerla como unidad constituyente de todo ser vivo, entendiendo que todos los cuestionamientos que se daban en la historia uno a uno fueron retomados para construir lo que hoy conocemos como teoría celular, en especial cuando se resaltan los aportes en el camino descrito en las observaciones por parte de Robert Hooke y los planteamientos de Schleiden y Schwann, estos

últimos confirman y ratifican los principios, que hoy conocemos como teoría celular y asignan el significado a la célula a partir de los siguientes postulados :

1. *Todos los organismos vivos están formados por una o más unidades vivas o células*
2. *Todos los seres vivos se originan a través de las células. Las células no surgen de manera espontánea, sino que proceden de otras anteriores.*
3. *La célula es la unidad fisiológica de la vida. Cada célula es un sistema abierto, que intercambia materia y energía con su medio.*
4. *Las células contienen el material hereditario y también son una unidad genética.* (Albarracín. 1983, pág. 55-56).

En este punto es importante aclarar que Hooke asignó un término a partir de una semejanza de lo que observó en su microscopio y la estructura de un panal. Pero ello no determinó su ontogenia. En si Hooke sólo asignó un término; más no determinó el concepto de célula, como los hicieron siglos posteriores Schleiden y Schwann. Por esta razón Canguilhem afirma que:

*“A lo referente a la célula, generalmente se hace un gran honor a Hooke. Ciertamente es quien la descubrió, un poco al azar y por el juego de una curiosidad divertida por las primeras revelaciones del microscopio. Habiendo practicado un corte muy fino en un trozo de corcho, Hooke observó la estructura tabicada. Y es él mismo quien inventa el término, bajo el imperio de una imagen y por asimilación del objeto vegetal a un panal de miel obra animal asimismo asimilada a una obra humana, puesto que una célula' es una pequeña habitación. Pero el descubrimiento de Hooke no inicia nada, no es un punto de partida, ya que se retoma un siglo después”* (Canguilhem, G, 1976.p.53)

Es así como es evidente que en los libros de texto de carácter escolar y universitario refieren a Hooke el hallazgo y el concepto de célula, esto debido a la omisión de elementos históricos, que definen sus condiciones de aparición respecto a la preocupación acerca de la composición y origen de los organismos, implicando un proceso de perfeccionamiento de las explicaciones en cuanto a la observación de lo no visible, el empleo de instrumentos especializados para ampliar la capacidad visual y las técnicas procedimentales para explorar el interior de lo viviente y así teorizar el fenómeno.

De este modo, es claro que la célula no es la que compone a los tejidos, órganos y organismos, como lo enuncian los textos especializados, sino la célula como la unidad de constitución de lo viviente en tanto que presenta una estructura, una función y que establece objeto de estudio de la biología, así como lo enuncia Canguilhem:

*“La teoría celular no es la afirmación de que el ser se compone de células, sino primero que la célula es el único componente de todos los seres vivientes, y, a continuación, que toda célula proviene de una célula preexistente* (Canguilhem, G. 1976.p.53).

***El papel que representa el diseño e implementación de propuestas de aula en el quehacer del maestro para tratar el estudio de lo celular.***

El diseño, implementación y análisis de una propuesta de aula con el fin de cualificar las prácticas de enseñanza de la biología posibilita el seguimiento de las actividades y procesos

dirigidos en la enseñanza de la célula como la unidad constitutiva de los seres vivos, teniendo como referentes disciplinares elementos que van desde lo teórico, técnico y pedagógico, que llevan al maestro a estructurar una ruta distribuida en sesiones que posibilitan el desarrollo de la interacción continua de ideas, experiencias, habilidades científicas, formas de comprender y constitución de un proceso cognitivo en los estudiantes.

No obstante, tal dinámica le exige al maestro de ciencias alejarse de concepciones generalizadas del conocimiento disciplinar, lo cual igualmente favorece un proceso de resignificación y reflexión acerca de su quehacer al formular nuevas alternativas de investigación educativa en el campo de la enseñanza de las ciencias y en la comprensión del aula como un sistema de relaciones que se encuentra en constante transformación.

Ahora bien, configurar una propuesta que se enmarque en la categoría de problemas de conocimiento constituye una perspectiva particular en el análisis de las condiciones de enseñanza de las ciencias para la educación básica. Esta perspectiva permite caracterizar y comprender la forma en que los estudiantes construyen conocimientos en ciencias, a partir del cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones, enfatizando en que no se trata de la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003).

De tal manera, es necesario tener en cuenta algunos elementos de orden didáctico pedagógico y disciplinar al momento de ejecutar la intervención: la observación detallada, la técnica, la contrastación de hechos y la construcción de explicaciones; desde las cuales, los estudiantes pueden hacer declaraciones a propósito de esta unidad de constitución del ser, presentando efectos distintos en relación con la comprensión de lo vivo, pues ya no va a ser un simple contenido o definición que se presenta a los niños.

En este sentido, se consolidan unos marcos de significación que estructuran los estudiantes durante el proceso de aprendizaje acerca de lo celular. En ello, el funcionamiento mental moviliza ciertas nociones o esquemas en el transcurso de la actividad representativa, a partir de los cuales se puede deducir un constructo y explicar a través de contraposiciones o las diferentes representaciones que forman los modelos explicativos, los cuales, son organizados, sencillos, lógicos y en los que se emplean a menudo analogías. Este proceso lleva a los estudiantes a poner en marcha un proceso que incorpora de una serie de elementos como lo son las ideas, las habilidades intelectuales, los modos de razonar, decodificar y simbolizar; estos elementos en conjunto de forma coordinada, permitirán dar una respuesta explicativa (Giordan, A. y Vecchi, G. 1995).

Tal caracterización permite afirmar que el diseño de la propuesta presenta una función esencial como estrategia que incentiva a los estudiantes de grado sexto a construir explicaciones que les posibilita establecer vínculos entre los distintos elementos que constituyen a la célula como estructura fundamental del ser vivo, conforme a los desarrollos históricos que dieron paso a la teoría celular, trascendiendo la idea de un ser vivo como un conjunto de células, al constructo de la célula como unidad de conformación del ser vivo.

En esta medida la propuesta de intervención de aula favorece el desarrollo de relaciones alternativas donde no solo los estudiantes cobran relevancia en ella sino también la información, el maestro y la explicación de diferentes fenómenos. Los actores de la propuesta trascienden del simple asombro al significar su relación consigo mismo, su mundo natural y social. En ello, las representaciones que realiza sobre los fenómenos y situaciones del mundo juegan un papel fundamental, puesto que “...*conocer es representar y representar es conocer*” (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003). Es así como la construcción de explicaciones acerca de la célula como unidad constitutiva de la viviente resulta de las formas de representar y comprender los elementos teóricos, técnicos y experimentales.

Es por esto que, al pensar la enseñanza de las ciencias, en términos de actividad cultural, no sólo se prima la relación entre teoría y experiencia disciplinar; sino la emergencia y construcción de explicaciones fenómenos. En este sentido al abordar *la célula como unidad de constitución de lo viviente*, bajo la presente propuesta de aula demanda de un trabajo coordinado de maestro y estudiante, en el cual la construcción de explicaciones los encamina a nuevas formas de conocer y de cuestionar las “*aproximaciones inmediatistas y de las miradas simplistas que hacen del fenómeno natural algo obvio. Sólo a partir de la crítica de las estrategias espontáneas de conocer se puede configurar una mirada más detallada de los fenómenos y se avanza en la comprensión de las condiciones que hacen posible su emergencia*”. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003), posibilitando trascender el programa curricular y el desarrollo de contenidos, donde el maestro como el estudiante configuran nuevas formas de abordar y formular soluciones alternativas al mundo natural y social.

### ***El papel de la observación, los instrumentos, técnicas y prácticas de laboratorio para la enseñanza de lo celular en básica secundaria.***

En la enseñanza de lo celular es fundamental aproximar a los estudiantes a vivencias que les posibilite comprender en detalle y de manera práctica los fenómenos. Pero conforme a nuestro quehacer docente hemos encontrado que no es una práctica frecuente y no resulta ser una práctica cotidiana orientada con el propósito de que los estudiantes elaboren explicaciones; sino más bien son repetitivas, comparativas e incluso a veces no se realizan por temor a dañar instrumentos o por el tiempo limitado para el préstamo del espacio en la institución.

Sin embargo, los estudiantes demuestran una gran motivación por la realización de este tipo de actividades, ya que, en su imaginario, es el lugar donde se hace la ciencia y se realizan grandes descubrimientos, siendo este lugar donde se pueden convertir en pequeños científicos o como mínimo dar sus primeros pasos. Pero esto se restringe al seguimiento de una serie de pasos y comprobaciones de enunciados expuesto en los libros de texto.

Por otra parte, el maestro a pesar de que desea mostrar a través de estas dinámicas la rigurosidad del proceder del método científico, asume la práctica de laboratorio como una estrategia para fortalecer diversas destrezas: una de estas es la observación considerada una

habilidad esencial que los estudiantes deben desarrollar, ya que es una forma de adquirir conocimiento del mundo que lo rodea con el que se encuentra en constante interacción través de los sentidos. En esta acción se logra extraer información detallada acerca de un fenómeno con el objetivo de beneficiar la enseñanza de los contenidos.

De acuerdo con esta perspectiva la observación se considera como un contenido de carácter procedimental, que conlleva *“el conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada”* (Coll y Valls, 1992). Por ello la observación en los currículos para la enseñanza de las ciencias se encuentra categorizada como una de las tantas destrezas procedimentales implícitas en las diferentes habilidades científicas que deben adquirir los estudiantes durante su etapa escolar, lo cual se puede enmarcar como una falencia ya que la observación no se puede considerar como un simple procedimiento en el saber hacer en ciencias, sino que a partir de esta habilidad se logran elaborar explicaciones frente a los fenómenos que nos rodean.

En consecuencia, con lo anterior es relevante en el estudio de lo celular comprender la observación como experiencia visual puesto que *“una reacción de la retina es solamente un estado físico, una excitación fotoquímica (...) Son las personas las que ven, no sus ojos. Las cámaras fotográficas y los globos del ojo son ciegos (...) para ver es necesario algo más que la mera recepción en los globos oculares”* (Hanson, 2017 p. 99). En este sentido, es preciso concebir que la información y los datos adquiridos a través de la observación son moldeados para teorizar las explicaciones respecto a un fenómeno, no obstante, podemos describir algunos aspectos que posibilitan la observación: las sensaciones visuales, los elementos organizativos, la interpretación, la carga teórica y los elementos lingüísticos, constituyen la formación y desarrollo de la observación científica.

Adicionalmente al proceso de observación, los desarrollos técnicos y las discusiones teóricas abordados a lo largo del presente investigación; develan la complejidad del campo de constitución de la teoría celular, como producto de un largo recorrido de hechos y aciertos para su consolidación, que implicó unas determinadas formas de proceder en la investigación, enmarcadas en la necesidad de emplear un instrumento para la observación como lo fue el microscopio, la realización de coloración y la preparación de muestras, siendo estas tres un conjunto prácticas complementarias que posibilitan situar la célula como objeto de conocimiento en el contexto escolares, evitando asumir la célula como una simple definición.

Con esto establecido, frente al desarrollo de la propuesta de aula cabe destacar que la construcción de explicaciones no solo se caracteriza por ser un hecho de significación y representación, sino que conjuga un trabajo en equipo fundamental para la consolidación de formas de trabajo que fomenten ambientes socialmente sanos, donde se respete la palabra y se permita la discusión, negociación e intercambio de saberes, escenarios donde los estudiantes describen de manera paulatina nuevas relaciones tanto con los instrumentos como con las prácticas de laboratorio, pues a través de estas se facultan en la comprensión y elaboración de explicaciones de aquello que a simple vista no se ve favoreciendo la observabilidad de lo celular y sus estructuras como unidad constituyente de lo vivo. Pues es así como la célula deja de ser una concepción abstracta observada en libros de texto y se consolida como un concepto real y preciso construido a partir de un proceder teórico, técnico y experiencial.

Por otra parte, y para finalizar cabe mencionar que durante la consolidación del presente trabajo de investigación se presentaron dos obstáculos significativos, el primero en relación con el rastreo documental acerca de los desarrollos históricos y tecnológicos de las técnicas de corte histológico, en tanto que no se logra establecer con suficiente precisión dichos avances y alcances en el mejoramiento de la técnica. Y el segundo a propósito del periodo de ejecución e implementación de la propuesta, ya que los tiempos designados para esto resultaron ser limitados para la culminación de las guías de trabajo y la apertura de espacios de socialización. Por tal razón se recomienda para futuras acciones tener en cuenta un periodo más amplio para el rastreo y seguimiento documental que posibilite complementar la información presentada en este documento y realizar la implementación de la propuesta de aula en espacios extra curriculares como clubes de ciencias o talleres lúdicos, ya que se contaría con una mayor cantidad tiempo designar espacios de socialización y discusión más enriquecidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, T. A. (1983). *La Teoría Celular*. Madrid: Alianza Editorial.
- Arrieta Prieto, G. &. (2006). *La observación: base metodológica de la investigación*. INIA Divulga.
- Canguilhem, G. (1976). Teoría Celular. En *El Conocimiento de la Vida* (págs. 47-90). Barcelona: Anagrama.
- Castaño, N. C. (2015). Las relaciones modernización, educación, conocimiento, poder y la urgencia de construir formas alternativas de pensamiento para la educación en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias y Cultura Múltiples Aproximaciones*, 123-143.
- De Longhi, A. L. (2005). *Estrategias Didácticas Innovadoras para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela*. Córdoba: Universitas.
- Fonayet, M. &. (1994). *¿Una estrategia didáctica particular en la enseñanza de los contenidos procedimentales?* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=167267>
- Giordan, A., Host, V., Tesi, D., & Gagliardi, R. (1987). Bosquejo sobre la Historia de la Teoría Celular. En *Conceptos de Biología 2. La Teoría Celular. La Fecundación. Los Cromosomas y los Genes. La Evolución*. (págs. 10 - 56). Barcelona: Labor S.A.
- Gonzalez Contreras, J. D. (2012). *La observación como habilidad de pensamiento en la enseñanza de la biología. Reflexiones desde la práctica pedagógica*. Colombia: Asociación Colombiana para la investigación en ciencias y tecnología.
- Hanson, N. R. (2017). Observación. En S. V. Vargas, *Módulo Historia y Epistemología de las Ciencia. Imágenes Culturales de Ciencia, Conocimiento y Realidad* (págs. 96 -122). Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Icfes. (2018). *Guía de orientación Saber 11.º para instituciones educativas*. Bogotá: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes).

- Icfes. (Julio de 2019). *Guía de orientación saber 11- 2019-2* . Obtenido de <https://www.icfes.gov.co/documentos/20143/193560/Guia%20de%20orientacion%20de%20saber%2011%202019%20-%20202.pdf>
- Jacob, F. (1999). *La Lógica de lo Viviente*. Obtenido de [https://empezandoafilosofar.files.wordpress.com/2015/11/fran\\_ois\\_jacob-la\\_l\\_gica\\_de\\_lo\\_viviente\\_15756\\_e.pdf](https://empezandoafilosofar.files.wordpress.com/2015/11/fran_ois_jacob-la_l_gica_de_lo_viviente_15756_e.pdf)
- Jacob, F. (2017). El Mecanicismo. En S. Valencia, & O. Mendez, *Modulo Biología I. La Respiración : De Soplo Vital a Problema de Conocimiento* (pág. 21). Bogotá D. C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Jara, O. (2017). *Dilemas y desafíos de la sistematización de experiencias*. Obtenido de Centro de Estudios y Publicaciones – Alforja: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan033278.pdf>
- Jiménez, S., & Rodríguez, M. (2017). *Un Acercamiento a lo Celular desde el Estudio de la Nutrición Humana*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- McMillan, & Schumacher. (2005). *Investigación Educativa 5.A Edición una Introducción Conceptual*. Madrid: Pearson Educación, S. A.
- MEN. (2004). *El desafío: formar en ciencias naturales y en ciencias sociales. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá D.C: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. . Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). *Un Acercamiento a la Investigación De Diseño a Través de los Experimentos de Enseñanza*. Obtenido de Universidad de Granada enseñanza de las ciencias: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/243824/353427>
- Oparin, A. (2004). *El Origen de la Vida*. México: Comité Internacional Pro Ciegos.
- Orozco, J. C., Valencia, S., Méndez, O., Jiménez, G., & Garzón, J. P. (2003). *Los Problemas de Conocimiento una Perspectiva Compleja para la Enseñanza de las Ciencias. TEA: Tecné, Episteme y Didaxis*.

- Pozo, J., & Gómez, M. (1994). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. “Enfoques para la enseñanza de las ciencias”. En *Pedrerros, R & Tarazona, L. (2017) Módulo II de Pedagogía: El aula como Sistema de relaciones*. Bogotá, Colombia.: Universidad Pedagógica Nacional. Maestría en Docencia de las ciencias Naturales.
- Pozo, J., & Gómez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: EDICIONES MORATA, S. L.
- Segura, D. (1995). *La Cultura Escolar y la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Documento preparado para el Programa RED de la Universidad Nacional.* . Colombia: Universidad Nacional.
- Zambrano, A. (2002). *Las teorías pedagógicas, los modelos pedagógicos, los modelos disciplinares y los modelos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cátedra Icfes,*. Obtenido de Universidad del Valle. Cali. Colombia: <http://www.icfes.gov.co/d>

## **ANEXOS**

## Anexo 1.



COLEGIO AVE MARÍA

Amor, Ciencia y Convivencia.

### CARRERA DE OBSERVACIÓN "CUIDANDO LA CAPA DE OZONO"



**Objetivo:** Trabajar en grupo en busca de las pistas que están dentro del colegio en diferentes objetos y lugares, con el fin de encontrar la estrategia adecuada para cuidar la capa de ozono.

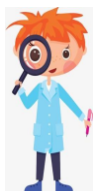
La carrera se centra en el descubrimiento de números mágicos, que representara a un nuevo elemento en la tabla periódica, el cual será fundamental para el desarrollo de una estrategia que ayudará a cuidar la capa de ozono y que fue escondida por un agente de la CIA antes de que este desapareciera del Colegio Ave María, por suerte el agente antes de su desaparición transmitió un mensaje con las claves para encontrar el número y muy seguramente su paradero final, así que a encontrarlo.

- Conformar grupos de tres personas.
- En cada lugar encontrarás una pista que te llevará a la meta, donde encontrarás la estrategia para el cuidado de la capa de ozono.

#### PISTAS:

1. Sigue el camino de la sabiduría al cual debes entrar por la puerta, que esta custodiada *Siempre por frases hermosas cual es la del mes*  
\_\_\_\_\_
2. Ahora ve al lugar en la que pasas los momentos de descanso y diversión busca la **forma que esta dos veces en todo, encontraras 2 divididos en 1/2. Dime cuantas partes son:** \_\_\_\_\_
3. Estando ahí en la mitad del juego con tus compañeros, observa muy bien y dime cuantas ventanas observas \_\_\_\_\_
4. El espía decidió subir **38 escaleras y dar 5 pasos**, pero le dio igual, sigue el rastro encontrarás **los niños que felices están**, dime en total cuántos pétalos son: \_\_\_\_\_
5. Por qué ves lo que no debes ver, dirígete al mundo verde que está rodeado de cometas identifica cuantas orquídeas hay entre ellas \_\_\_\_\_ y luego resuelve el siguiente acertijo: *¿Qué es lo que puedes encontrar una vez en un minuto, dos veces en un momento y ninguna vez en cien años?*
6. En este lugar se comprueban las hipótesis y es aquí donde utilizaras tu observación a detalle.

Pista	Datos	Respuesta
2	Número de partes.	6
3	Número de ventanas	97
4	Número de pétalos	17 - m
5	Número de gotas y letra del acertijo.	17 - m
6	Cuantos tigres ves en la imagen	16
	Cuantos círculos observas en la puerta	16
	Cuantos cuadrados se forman	40

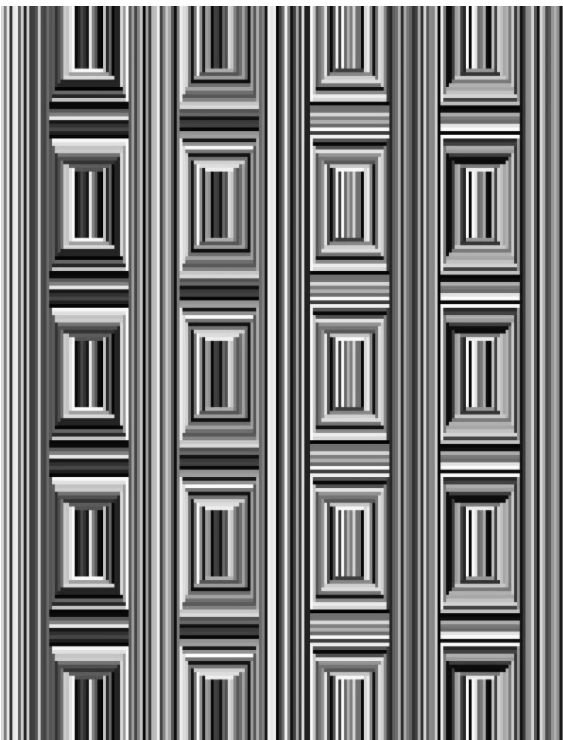


Tigres

¿Cuántos tigres ves?

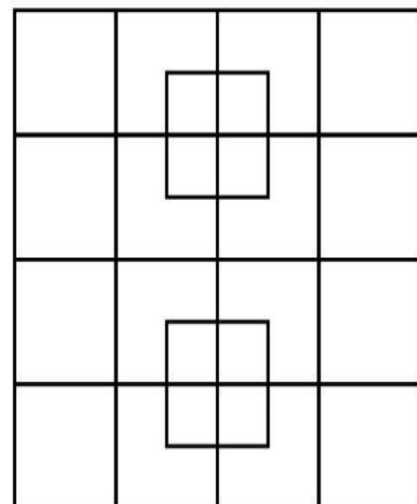


Puerta



Cuadros

¿Cuántos cuadrados hay en este dibujo?



## Anexo 2.



# BUSCANDO EL OBJETO PERDIDO

## 1. OBJETIVO:

Fortalecer la capacidad para observar minuciosamente, detectando detalles en los espacios e imágenes que hacen parte de nuestra cotidianidad y que generalmente pasan desapercibidos.

## 2. RECOMENDACIONES PARA EXPLORADORES

Todo explorador se enorgullece de poseer un agudo sentido de observación, reconociendo en lo que otros no pueden ver detalles únicos que le permiten encontrar pistas, información y ser el mejor a la hora de describir su mundo.

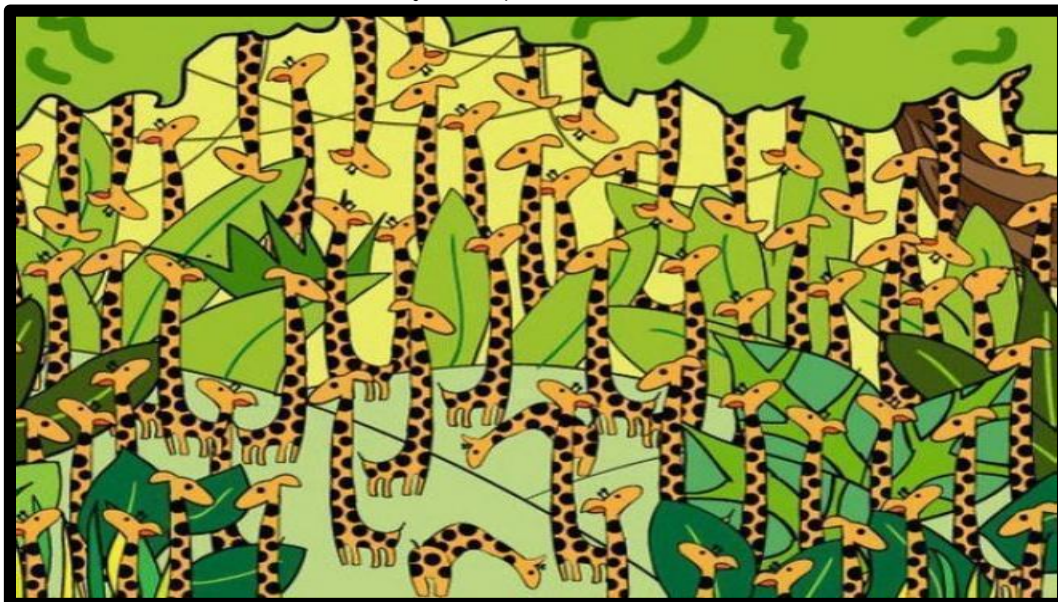
Los siguientes acertijos visuales entrenarán tu cuerpo y tu mente para que vayas más allá de lo superficial y pases del simple hecho de ver a la experiencia de observar; para ello ten en cuenta:

- Describir de manera minuciosa todo lo que puedes observar en las imágenes (color, formas, figuras, cantidad)
- Ubícate frente a la imagen y describe lo que observas en ese punto de referencia, luego toma otro punto de referencia, el que desees e identifica si observas lo mismo del primer momento.
- Consigue y utiliza todas las herramientas que estén a tu alcance
- Acepta el reto y encuentra lo que te indica la pregunta antes de cada imagen



## 3. QUE INICIE EL ENTRENAMIENTO

### 3.1 EN EL ZAFARI: Encierra en color rojo la serpiente



¿Qué colores, formas, figuras y cantidades encuentras en la imagen?	
¿Qué debes hacer para encontrar lo que te dice el reto?	
¿Por qué crees que no encuentras la serpiente?	
¿Qué fue lo más difícil al ubicar a la serpiente?	

**3.2 EL OCHO LOCO:** Encuentra los 7 ochos y enciérralos con verde.



¿Qué colores, formas, figuras y cantidades encuentras en la imagen?	
¿Qué debes hacer para encontrar lo que te dice el reto?	
¿Por qué crees que no encuentras todos los 8?	
¿Qué fue lo más difícil encontrar los 7 ochos?	



**3.3 Rostros que cambian de lugar:** Busca la manera de intercambiar la posición de los rostros sin recortar la imagen

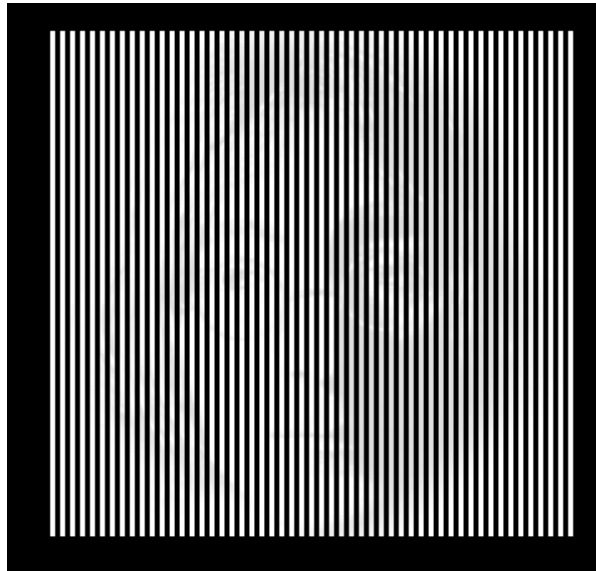
¿Qué colores, formas, figuras y cantidades encuentras en la imagen?	
¿Qué debes hacer para lograr lo que te dice el reto?	
¿Por qué crees que no puedes hacer que los rostros se intercambien?	
¿Qué fue lo más difícil al encontrar la solución al reto?	

**3.4 Luces y sombras:** Encuentra la imagen oculta por las sombras



¿Qué colores, formas, figuras y cantidades encuentras en la imagen?	
¿Qué imágenes están ocultas por las sombras?	
¿Qué debes hacer para lograr lo que te dice el reto?	
¿Qué fue lo más difícil al encontrar la solución al reto?	

**3.5 ¿QUIÉN ESTA DETRÁS DE LA CORTINA?: Encuentra el personaje que está escondido**



¿Qué colores, formas, figuras y cantidades encuentras en la imagen?	
¿Qué imagen está ocultas por las sombras?	
¿Qué debes hacer para lograr lo que te dice el reto?	
¿Qué fue lo más difícil al encontrar la solución al reto?	

### Anexo 3



COLEGIO AVE MARÍA

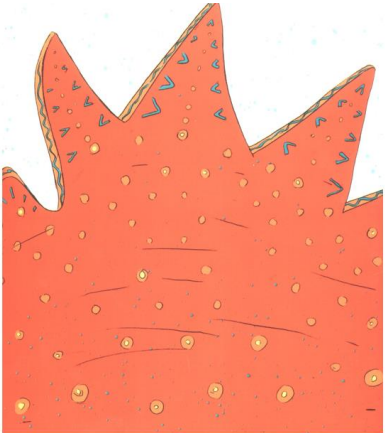

Amor, Ciencia y Convivencia.

## Observando en Detalles

**Objetivo:** Comprender cómo funciona el aumento de lo que se observa al microscopio o con la lupa, para ir de lo invisible a lo visible.

Observa con detalle el video zoom.  
Identifica qué ocurre con los personajes desde el inicio.

1. Al tiempo que ocurre la proyección copia y responde las preguntas que el maestro va realizando, para ello completa la siguiente tabla

Imagen	Pregunta y Respuesta.
	¿Qué crees que es esto?
	¿Dónde está ubicado el gallo?



¿Dónde están ubicados los niños?



¿Dónde están ubicadas las casas?



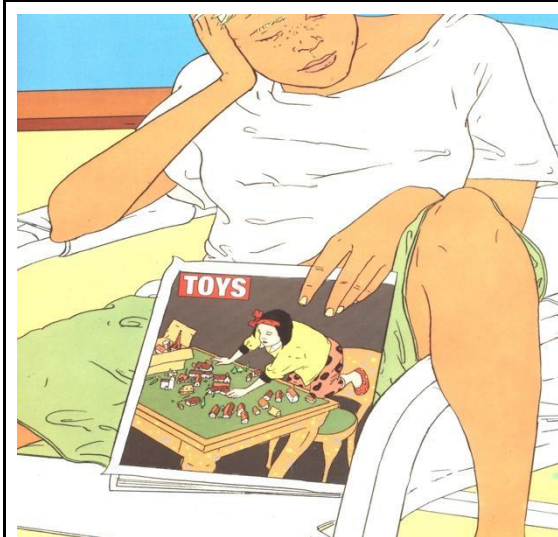
¿De quién son esas manos?



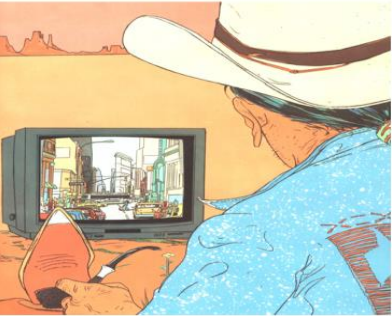
¿Dónde está la niña y que está haciendo?



¿De quién son esas manos?



¿Dónde está la señora?

	<p>¿Dónde están los carros?</p>
	<p>¿Dónde está el señor?</p>
	<p>¿En qué lugar esta esa postal?</p>

2. Una vez culminada la observación del video resuelve las siguientes preguntas.

- ¿Por qué cree que es necesario o fue necesario aumentar o reducir los objetos?
- ¿De qué manera se llevan a cabo este tipo observaciones en las clases de ciencias naturales?



Anexo 4.

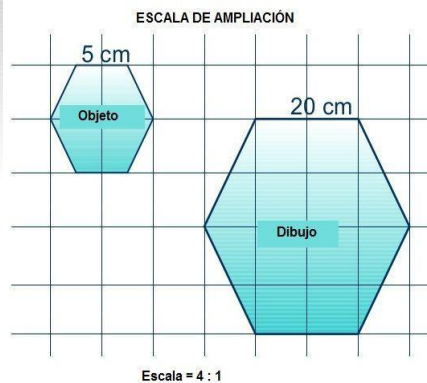
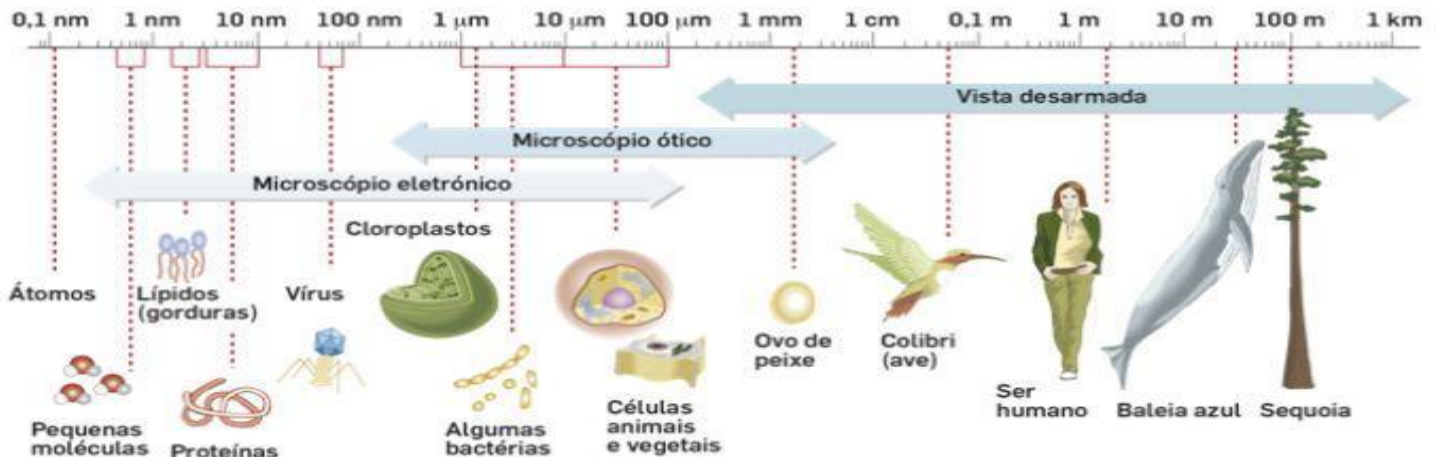


## ¿Cómo vemos objetos de diferentes tamaños?

**Objetivo:** Realizar una comparación en cuanto a los tamaños de diferentes objetos, aumentando o disminuyendo sus medidas. (Manejar de escalas)

Al observar objetos tenemos en cuenta las proporciones, tamaños y formas que permiten la comparación entre el mismo objeto pero con diferentes tamaños a lo cual se llaman escalas, esto con la intención de que se comprenda la utilidad de una herramienta tan importante para la observación al detalle como lo es el microscopio.

Se piensa en un organismo para aumentar su tamaño y el de todas sus partes. Teniendo en cuenta la siguiente imagen que muestra imágenes que tenemos en nuestra cotidianidad, como el colibrí (0,1 m), ser humano (1 m) y un árbol (100 m).



1. Observaremos un video <https://www.youtube.com/watch?v=o0DL20Os34k> respecto a las escalas que se observan en la siguiente imagen:
2. Realizaremos una imagen semejante del objeto que le brinde la docente, teniendo en cuenta los detalles de cada una de las partes, en una hoja milimetrada.
3. Realizaremos la escala natural (1:1), ampliación (4:1) y reducción (1:2) de muestras de hojas de plantas (2) e insectos (2).
4. Se resolverán las siguientes preguntas después de terminar la actividad:

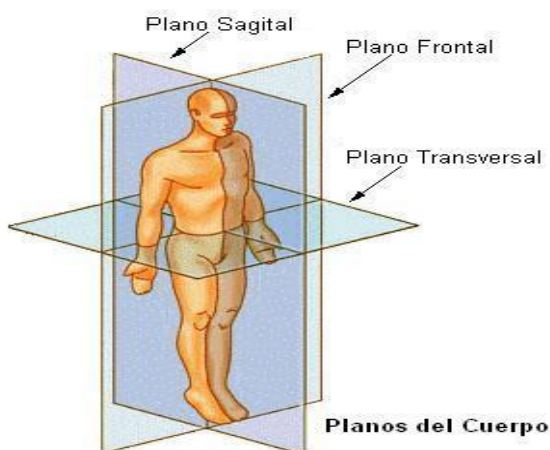
Pregunta	Respuesta
¿Por qué es necesario aumentar y reducir el tamaño de los objetos?	
¿Cuál es la utilidad de esta estrategia en la clase de ciencias naturales?	
Si observamos una hoja de una planta con la lupa. ¿Cuál sería la escala y proporción que se esperaría? y un tejido al microscopio. ¿Cuál sería la escala y proporción que se esperaría?	



## Anexo 5.



## JUGANDO CON OBJETOS TEÑIDOS



más precisas

### Objetivo:

- Realizar la tinción de diferentes objetos.
- Identificar la organización de estos en su interior.
- Reconocer los cortes transversales, longitudinales y los diferentes planos.

Las prácticas de laboratorio permiten que los estudiantes puedan contrastar la teoría con la experiencia, en donde las técnicas de tinción y cortes facilitan la observación de estructuras que sabemos que están pero no son visibles, es por esto que se quiere posibilitar estrategias que contribuyan a la observación al detalle.

En este sentido los planos sagitales permiten estudiar diferentes estructuras a partir de divisiones imaginarias como: Plano sagital, frontal (Longitudinal) y transversal, siendo

### Materiales:

- 4 Ositos mágicos. (Crecen con agua)
- Azul de metileno, Yodo.
- 4 Vasos desechables.
- Tintas vegetales.
- Bisturí.
- Lupa

## Procedimiento

1. Se deben poner los ositos en cada uno de los vasos.
2. Luego de esto cubrirlos con agua.
3. Verter en cada uno de los vasos con agua y ositos, 5 gotas de tintura vegetal de color a su elección.
4. Después de 5 minutos en el vaso, describir las observaciones cambios que tienen.
5. Se empezará a describir en cada uno de ellos además de los planos que pueda identificar.
6. Luego se observa al detalle con la lupa.
7. Después se realizará un corte transversal y otro longitudinal del animalito mágico a elección.
8. Se observaran de nuevo con la lupa y el otro con el microscopio.
9. Por último responderás las siguientes preguntas que orientaran tus observaciones.

Pregunta	Respuesta
¿Qué crees que sucede dentro de los animales mágicos?	
¿Cuál es la función del colorante en los animales mágicos?	
¿Cuál es la diferencia entre observar con la lupa y al microscopio?	
¿Para qué te sirve realizar un corte transversal o longitudinal?	



## Anexo 6.



COLEGIO AVE MARÍA

Amor, Ciencia y Convivencia.

# EXPLORANDO EL INTERIOR DE LO NO VIVO Y LO VIVO

Es momento de empezar a indagar el interior de lo vivo (Semillas) y lo no vivo (cristales) y aplicar las técnicas (corte y tinción) vistas, que facilitaran la observación y el proceso de comparación entre dos tipos de organización.

En esta sesión utilizaremos un micrótopo, instrumento que permitirá más precisión en los cortes del material vivo, para observar más al detalle.

**Objetivo:** Comparar la organización interna de muestras vivas y no vivas.

### Materiales:

- Sal.
- 4 Vasos desechables.
- Tintas vegetales.
- Lana.
- Semilla en proceso de germinación.
- Bisturí.
- Micrótopo.
- Toallas de cocina.



### PROCEDIMIENTO

#### MONTAJE 1: Formación de cristales

La formación de cristales de sal se puede llevar a cabo a través de un sencillo proceso:

1. Se llena un vaso con agua hasta aproximadamente la mitad de su volumen.
2. Se adiciona consecutivamente una cucharada de sal tras otra hasta que se observa que tras la agitación correspondiente no se disuelve más cantidad de sal y que parte queda depositada en el fondo del vaso (disolución saturada).
3. A continuación se trasvasa la disolución a otro vaso con cuidado de no arrastrar parte de la sal depositada.

4. Por otro lado se ata un extremo de un hilo a un lápiz y el otro extremo del hilo a un clip metálico.
5. Se introduce el clip en el vaso con la disolución saturada de sal de manera que al apoyar el lápiz en el borde del vaso el clip quede colgando debajo del agua.
6. Por último se deja el vaso en reposo, durante dos semanas.
7. Registra los resultados y seguimiento en tus fichas bibliográficas como se indica a continuación.
  - En la cara anterior de la ficha, dibuja lo que observas conforme a los resultados obtenidos y registra las descripciones al respecto. (Ver imagen A).
  - Luego en la cara posterior escribe las reflexiones y preguntas que surgen durante el proceso de seguimiento y obtención de resultados (Ver imagen B)

A. Cara Anterior

B. Cara Posterior

## MONTAJE 2: Germinación de semillas

De igual manera se ponen las semillas de arveja o fríjol y se observan los cambios, teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

1. En una caja de bocadoillos pequeños, se le quita las tablitas de enfrente y se le pone un plástico sólido transparente.
2. Se vierte tierra hasta la mitad y luego se ponen 2 semillas con una distancia una de la otra de 5 cm, las cuales se pondrán cerca al plástico transparente para poder observar al detalle los cambios en el tiempo.
3. Luego se le agrega tierra recubriendo la semilla y medio vaso de agua.
4. Se deja en un lugar con bastante luz y se espera durante dos semanas.
5. Registra los resultados y seguimiento en tus fichas bibliográficas conforme a las indicaciones dadas en el paso 7 del montaje 1.

Luego del periodo de formación de cristales y la germinación de las semillas realiza los siguientes pasos.

- A. Realiza la observación con la lupa de cada de un cristal y una semilla y compara su estructura.

- B. Luego realiza cortes de la semilla, con el micrótopo de forma transversal y longitudinal.
- C. Inmediatamente coloca la muestra sobre el porta objeto.
- D. Seguidamente agrega una gota de azul de metileno, y la laminilla sobre esta. Retira los excesos con una toalla de cocina. Repite este paso con la segunda muestra.
- E. Ahora observa las muestras a través del microscopio en los aumentos 4x, 10x y 40x.
- F. Registra los resultados obtenidos y seguimiento en tus fichas bibliográficas de lo que se observa en cada instrumento como en cada aumento. Ten en cuenta las siguientes indicaciones para la ejecución de este paso.

- En la cara anterior de la ficha, dibuja lo que observas conforme a los resultados obtenidos en cada montaje, de acuerdo al empleo de los diferentes instrumentos y aumentos. Así mismo registra las observaciones y descripciones al respecto. (Ver imagen A).
- Luego en la cara posterior registra las reflexiones y preguntas que surgen durante el proceso de seguimiento y obtención de resultados. (Ver imagen B)

A. Cara Anterior

B. Cara Posterior

- G. Por último responde las siguientes preguntas observaciones conforme a lo observado en la experiencia y tus resultados.

Pregunta	Respuesta
¿Qué observas en los cristales y las semillas con la lupa?	
¿Cuál crees que es la función del colorante en las muestras?	
¿Cuál es la diferencia entre observar con la lupa y al microscopio?	
¿Para qué te sirve realizar un corte transversal o longitudinal en la semilla?	

¿Qué características encuentras en común al observar a través de la lupa y el microscopio en los cristales de sal y la semilla?	
¿Qué diferencias encuentras al observar a través de la lupa y el microscopio en los cristales de sal y la semilla?	

## Anexo 7.



COLEGIO AVE MARÍA

Amor, Ciencia y Convivencia.

# CAMBIANDO, CAMBIANDO, EL TIEMPO VA PASANDO

Las semillas son fuente de vida, que observaremos paso a paso.....

En esta sesión utilizaremos el micrótopo, instrumento que permitirá más precisión en los cortes del material vivo, para observar más al detalle.

**Objetivo:** Observar la organización interna de la semilla.

### Materiales:

- Tintas vegetales.
- Semilla en proceso de germinación.
- Bisturí.
- Micrótopo.
- Toallas de cocina.



### Procedimiento

1. Realiza la observación con la lupa de cada una de las semillas en germinación.
2. Luego realiza cortes de la semilla, con el micrótopo de forma transversal y longitudinal.
3. Después coloca la muestra sobre el porta objeto.
4. Inmediatamente agrega una gota de lugol y coloca la laminilla. Retira los excesos que se presente con una toalla de cocina.
5. Seguidamente observa las muestras a través del microscopio en los diferentes aumentos (4x, 10x y 40x).
6. Registra los resultados obtenidos y seguimiento en tus fichas bibliográficas de lo que se observa en cada instrumento como en cada aumento. Ten en cuenta las siguientes indicaciones para la ejecución de este paso.

- En la cara anterior de la ficha, dibuja lo que observas conforme a los resultados obtenidos en cada montaje, de acuerdo al empleo de los diferentes

instrumentos y aumentos. Así mismo registra las observaciones y descripciones al respecto. (Ver imagen A).

- Luego en la cara posterior registra las reflexiones y preguntas que surgen durante el proceso de seguimiento y obtención de resultados. (Ver imagen B)

A. Cara Anterior

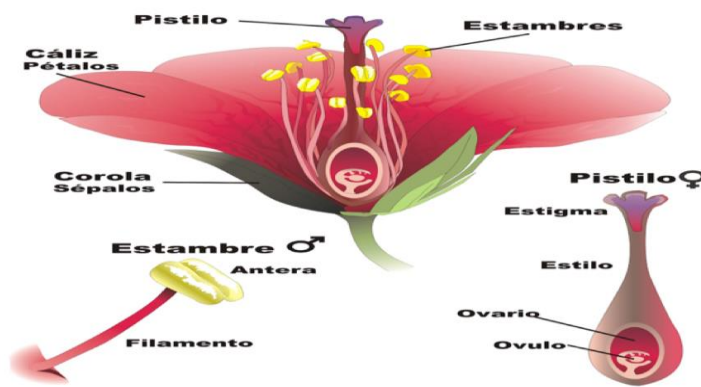
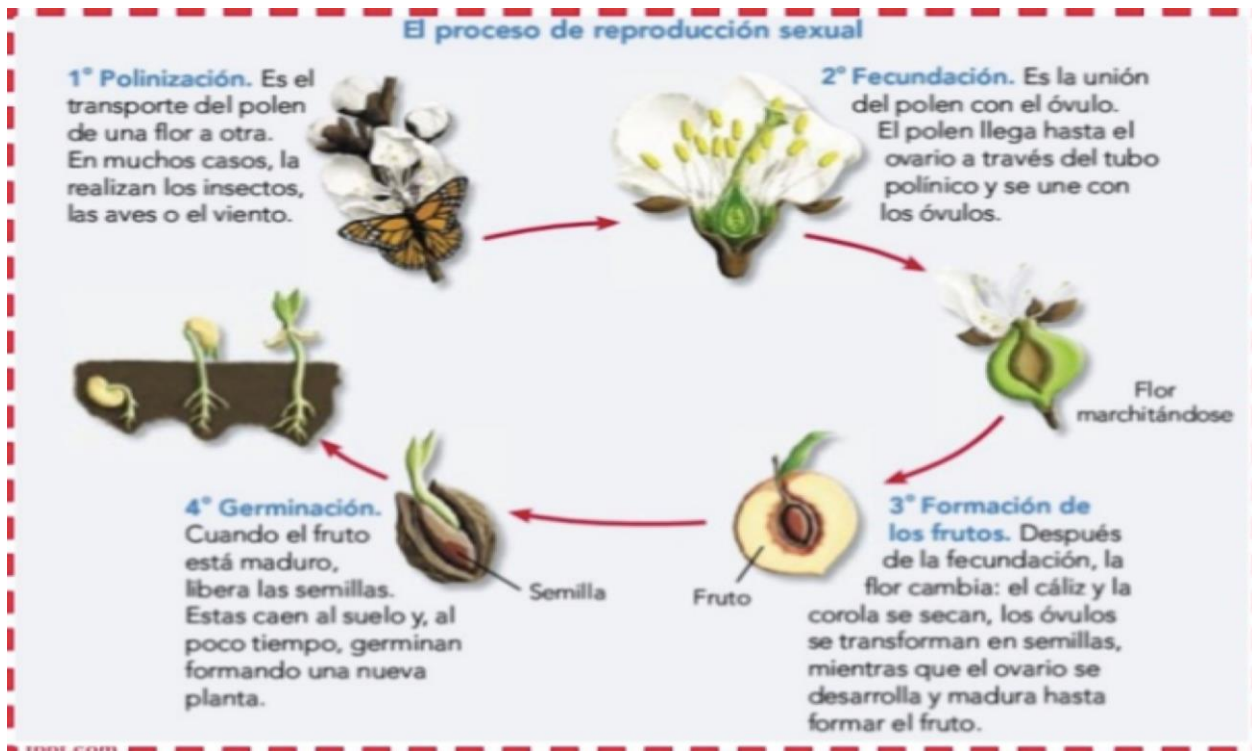
B. Cara Posterior

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
¿Qué observas la semilla con la lupa?	
¿Por qué crees que es necesario emplear lugol para teñir las muestras en este caso?	
¿Cuál es la diferencia entre observar con la lupa y al microscopio cada una de las muestras de semilla?	
¿Cuál es la diferencia entre realizar y observar un corte transversal o longitudinal de la semilla?	
Teniendo en cuenta lo observado durante el periodo de germinación de tu semilla. Responde las siguientes preguntas.	
Inicialmente ¿De dónde crees que surgen la raíz, el tallo y las hojas?	

¿Qué crees que varía en cada uno de los cambios que sufre la semilla?	
¿Por qué crees que la semilla logra transformarse en diferentes órganos como la raíz, el tallo, y las hojas?	
¿Qué relación encuentras entre el tiempo en que se dan los cambios de la semilla y los órganos que origina (hojas, tallo y raíz)?	

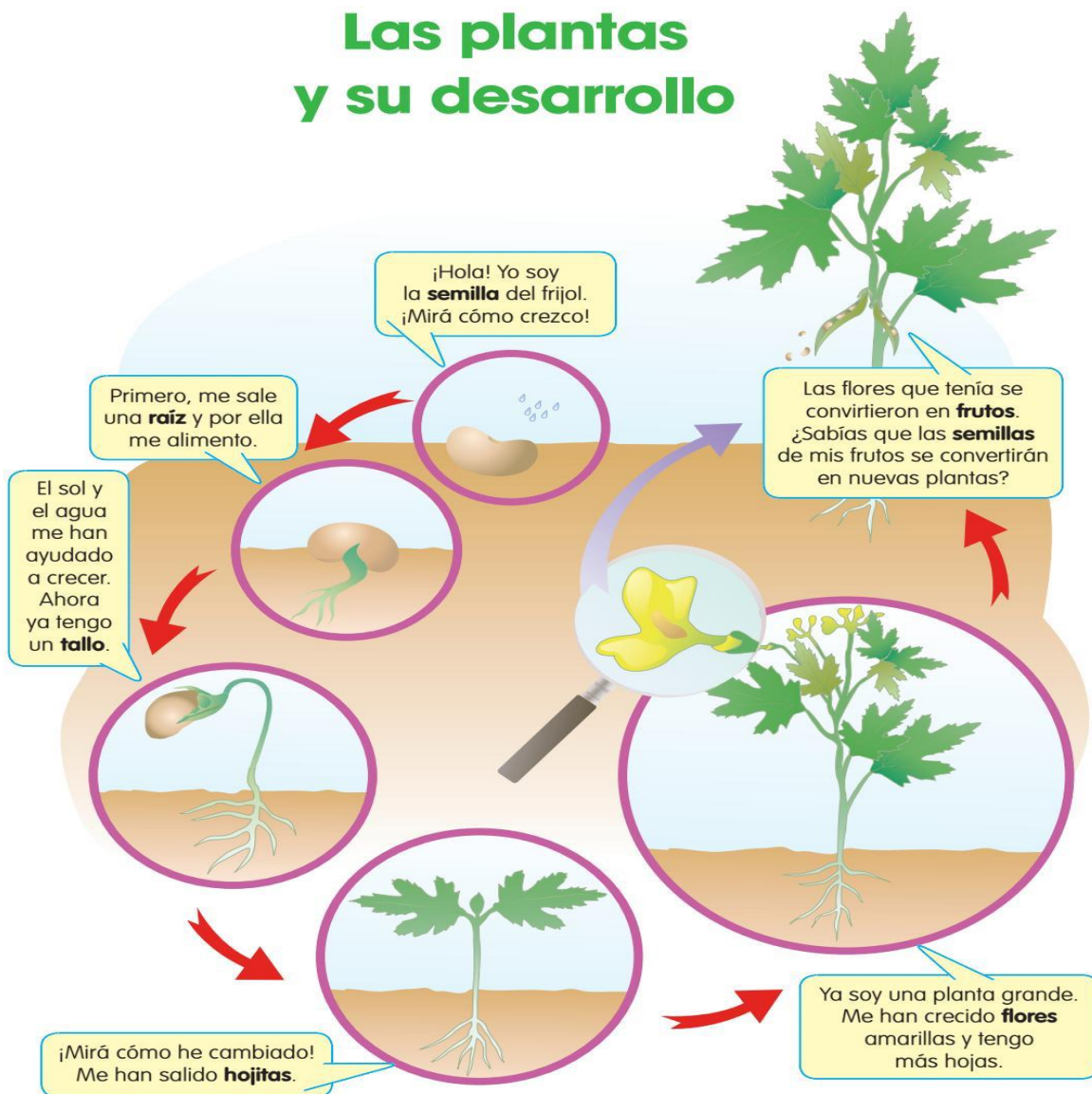
## Anexo 8.

**Reproducción sexual en plantas.** En esta actividad se realiza la explicación de las partes de la flor como órgano fundamental de la reproducción sexual en plantas, se muestra la imagen relacionándola con la función, además de los pasos de este proceso, presentes en la siguiente imagen, en diapositivas, se acompaña también de un video que hace la diferencia entre la reproducción sexual y asexual con sus ventajas y desventajas.



## Crecimiento y desarrollo en plantas

El desarrollo de las plantas es continuo ya que da respuesta a una serie de estímulos como la luz, la gravedad, el agua, que permiten a cada una de las células, realizar un proceso de diferenciación, esto da inicio a un proceso de embriogénesis el cual da origen a cada una de las estructuras fundamentales. En la siguiente imagen se observa el crecimiento de la planta a partir la semilla, relacionándolo con la experiencia tenida en casa con el crecimiento del frijol.



Anexo 9.

Plan curricular grado 6

COLEGIO AVE MARIA		ASIGNATURA: Biología		
GRADO: Sexto		ÁREA: Ciencias Naturales y educación ambiental		
PERIODO: I		INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 4 H		
ESTÁNDARES -Identifico las funciones de los seres vivos a partir de la relación entre sus sistemas de órganos		EJES CURRICULARES -Seres vivos: origen, clasificación y conformación celular		
PROBLEMAS	TEMÁTICAS	COMPETENCIA -Reconocer e identificar el origen y evolución celular de seres procariontas y eucariontas, relacionándolo con las funciones de los tejidos y las dinámicas de organismos unicelulares y pluricelulares.		
¿Cómo están conformados los seres vivos?	Teorías del origen del universo. Conformación: -Teorías sobre el Origen de la vida. -Selección natural y artificial. -Estructura celular -Organismos Unicelulares: procariontas-eucariontas -Organismos Pluricelulares: Célula animal Célula vegetal -Organización interna de los seres vivos. -Tejidos vegetales -Tejidos animales	DESARROLLO COGNITIVO	PRÁXICA (HACER)	ACTITUDINAL (SER)
		-Explicar teorías del origen del universo y de la vida. -Comparar la selección natural y artificial. -Describir estructuras celulares comunes de seres vivos. -Clasificar organelos celulares en unicelulares y pluricelulares. -Diferenciar nutrición pasiva y activa. -Argumentar imágenes de división celular en procariontas y eucariontas. -Clasificar funciones, características y ubicación de tejidos animales y vegetales.	-Representar por materiales célula animal, vegetal y procarionta. -Representar por materiales nutrición celular activa, pasiva y división celular en procariontas y eucariontas. -Ejemplificar organización interna. -Graficar ubicación y funciones de tejidos animales y vegetales.	-Propone acciones de cuidado hacia sus tejidos.
ESTRATEGIAS TIC'S		DESEMPEÑO		
Se observaran videos con pausas reflexivas y guiadas por preguntas orientadoras a cerca de... -p -re -c -f		-EXPLICA LA ESTRUCTURA CELULAR DE SERES PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS Y LAS FUNCIONES BÁSICAS DE SUS COMPONENTES.	-COMPARA GRÁFICAMENTE SISTEMAS DE DIVISIÓN Y NUTRICIÓN CELULAR, ARGUMENTANDO SU IMPORTANCIA EN LA GENERACIÓN DE NUEVOS ORGANISMOS Y TEJIDOS	- PROPONE ACCIONES DE CUIDADO HACIA SUS TEJIDOS COMO PARTE FUNDAMENTAL DE EL.
COLEGIO AVE MARIA		ASIGNATURA: Biología		
GRADO: Sexto		ÁREA: Ciencias Naturales y educación ambiental		
PERIODO: II		INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 4 H		
ESTÁNDARES -Diseño y realizo experimentos y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas.		EJES CURRICULARES -Clasificación de los seres vivos -Nutrición y respiración en seres vivos		
PROBLEMAS	TEMÁTICAS	COMPETENCIA Clasificar y comparar organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células, su funciones como respiración y nutrición para comprender las relaciones de dichos organismos		
¿De qué forma pueden obtener los nutrientes los seres vivos de mi entorno?	-Nutrición y nutrientes: Micronutrientes Macronutrientes -Nutrición autótrofa y heterotrofa -Nutrición en organismos unicelulares. (Transporte pasivo, activo) -Nutrición en organismos pluricelulares. -Nutrición autótrofa en: Hongos – plantas. Nutrición en heterotrofos: animales – seres humanos. -Enfermedades del sistema digestivo. - El cuidado de la salud: alimentación, recreación, hábitos de higiene. -Clasificación taxonómica: Dominios y reinos	DESARROLLO COGNITIVO	PRÁXICA (HACER)	ACTITUDINAL (SER)
		-Comparar alimentos según los que contengan. -Argumentar procesos de nutrición en organismos unicelulares y pluricelulares: heterótrofos y autótrofos. -Clasificar órganos, funciones y procesos digestivos. -Exponer enfermedades del sistema digestivo y plantear hábitos de higiene y actividad física influyentes en el buen funcionamiento del cuerpo humano. -Clasificar características de dominios y reinos	-Desarrollar de guía sobre clases de nutrientes en alimentos diarios. -Realiza una infografía con las enfermedades y los hábitos que mejoran su estado físico. -Graficar órganos y ubicar glándulas del sistema digestivo. -Graficar y explicar proceso de nutrición en organismos unicelulares y pluricelulares: autótrofos y heterótrofos -Desarrollar guía sobre clasificación de seres en dominios y reinos.	-Toma decisiones sobre su alimentación y práctica de ejercicio que favorecen la salud. -Comprende la adaptación de los seres vivos respecto a su conformación celular y argumenta el por qué de la importancia en su cuidado y respeto como templo sagrado de Dios.
ESTRATEGIAS TIC'S		DESEMPEÑO		
Se observaran videos con pausas reflexivas y guiadas por preguntas orientadoras a cerca del tema correspondiente. -Paginas interactivas relacionadas con los temas. -Presentación de dispositivas con respecto al tema correspondiente.		-EXPLICA LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN EN DIFERENTES ORGANISMOS A PARTIR DE LAS RELACIONES ENTRE DIFERENTES SISTEMAS DE ORGANOS.	-EJEMPLIFICA LOS PROCESOS DE NUTRICIÓN SEGUN LAS ESTRUCTURAS EN ORGANISMOS UNICELULARES Y PLURICELULARES.	- COMPRENDE LA ADAPTACIÓN DE LOS SERES VIVOS RESPECTO A LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN Y LA RELACIÓN CON BUENOS HABITOS ALIMENTICIOS EN SU DESARROLLO.

## Anexo 10.

### La célula (anatomía y fisiología) y Teoría Celular

Para abordar este tema se observa el video de la célula, el cual empieza a hacer la explicación comenzando por los elementos constituyentes de la materia, hasta el descubrimiento del término célula y su proceso de constitución, las herramientas y técnicas, que permitieron llegar a los postulados de la teoría celular.

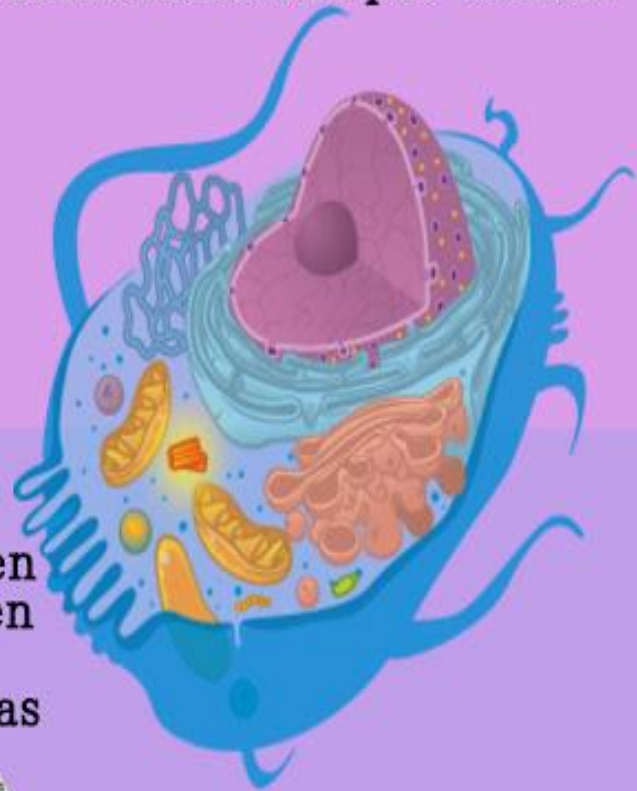


# Principios de la teoría celular

1.- Todos los seres vivos están formados por células (unidad estructural).

2.-Todas las células proceden de células preexistentes, por división de éstas (unidad de origen)

3.-Las funciones vitales de los organismos ocurren dentro de las células, o en su entorno inmediato, controladas por sustancias que ellas secretan (unidad funcional)



*Célula animal*

4.-Cada célula contiene toda la información hereditaria necesaria para el control de su propio ciclo y desarrollo, así también el funcionamiento de un organismo de su especie (unidad genética).

## Anexo 11.



COLEGIO AVE MARÍA

Amor, Ciencia y Convivencia.

# SIGNIFICADOS DE LO VISIBLE A LO NO VISIBLE

**Objetivo:** Reconocer a la célula como fenómeno de lo vivo.

### Estrategia de clase:

1. Observa el video sobre célula y sus relaciones dinámicas. (LA CÉLULA)
2. Luego realiza una discusión al respecto de las ideas que se surgen frente aquello que no es visible teniendo en cuenta lo observado en el video. (Preguntas orientadoras de la discusión por parte de los estudiantes)
3. A partir de las reflexiones y discusiones dadas en clase como de lo aprendido en cada sesión, elabora un mapa mental donde expliques ¿por qué es posibles pensar la célula como la unidad constitutiva de todo ser vivo?
4. Por último construye un relato a modo de crónica, empleando gráficos, imágenes y tus fichas bibliográficas, sobre tu comprensión de la célula como fenómeno de lo vivo, ten en cuenta la siguiente nube de palabras.



Anexo 12.

	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> Resolución 767 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Lucibely González <sup>11-09-2019</sup> Envigado Bta. Ciudad y fecha  
51907610 expedida en Bta. D.E. identificado con C.C.  C.E.  No.  
Maria Paola Ramirez Gonzalez identificado con T.I.  NUIP  No.  
1011093561 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

Lucibely González  
**FIRMA**

**Nombre:** Lucibely González

**Identificación:** 51907610 Bta

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelan el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> Resolución 767 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

### AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

María Paula Amezcuita Alba Bogotá, 10-9-1990 Ciudad y fecha  
 expedida en Bogotá, representate legal del menor  
 identificad con C.C.  C.E.  No.  
 621382049  
 identificad con T.I.  NUIP  No.  
 1039289966

declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

ROSA ALBA ESTEVEZ

**FIRMA**

Nombre: Rosa Delia Alba Estevez

Identificación: 521382049 Bto

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

 <b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</b> <small>ESTABLECIMIENTO DE ALTA EDUCACIÓN</small>	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> <small>Resolución 767 de 18 de junio 2018</small>		
<b>FOR009GSI</b>	<b>Fecha de Aprobación: 18-06-2018</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Página 2 de 2</b>

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Jully Viviana Samper Fúquene Bogotá 10-09-19 Ciudad y fecha  
 expedida en Bogotá representante legal del menor  
Joslin Steven López Samper identificado con C.C.  C.E.  No.  
1034289200 con T.I.  NUIP  No.  
 declaro que he sido informado por LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

Viviana Samper  
 FIRMA

Nombre: Jully Viviana Samper Fúquene

Identificación: 33012226

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013)

	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> Resolución 767 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Yo, María Elsa Suarez Rojas Bogotá sept/2019 Ciudad y fecha  
 identificada con C.C.  C.E.  No.  
52112219 expedida en Bogotá, representante legal del menor  
Laura Sofía Botero Suarez, identificada con T.I.  NUIP  No.  
1019605382 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

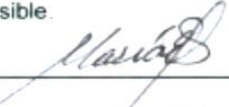
Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

  
**FIRMA**  
**Nombre:** María Elsa Suarez Rojas  
**Identificación:** CC 52112219

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5º Ley 1581 de 2012, art. 3º Decreto 1377 de 2013)

	<b>FOMATO</b>	
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> <small>Resolución 757 de 18 de junio 2018</small>	
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01 <span style="float: right;">Página 2 de 2</span>

### AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

Diana Alexandra Vargas Cordero Ciudad y fecha  
 52457694 expedida en Bogotá, identificado con C.C.  C.E.  No.  
Juan Felipe Barbosa Vargas representante legal del menor  
 1034265928 identificado con T.I.  NUIP  No.

declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

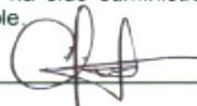
Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

  
**FIRMA**  
**Nombre:** Diana Alexandra Vargas  
**Identificación:** 52457694

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5º Ley 1581 de 2012, art. 3º Decreto 1377 de 2013).



FOMATO

AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD

Resolución 767 de 18 de junio 2018

FOR009GSI

Fecha de Aprobación: 18-06-2018

Versión: 01

Página 2 de 2

AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

Anonimio Serrano Pinzón, sep 10 / 2018 Ciudad y fecha  
51903839 expedida en Bogotá, identificado con C.C.  C.E.  No.  
Sophie Lucie Rodriguez S. representante legal del menor  
7021390876 identificado con T.I.  NUIP  No.  
 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

Anonimio S P  
**FIRMA**  
**Nombre:** Anonimio Serrano P.  
**Identificación:** 51903839  
Bogotá

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013)

	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> Resolución 767 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Angela Patricia Rivera Bogotá 11/09/2019 Ciudad y fecha  
52539.951 expedida en Bogotá, identificado con C.C.  C.E.  No.  
Martha Patricia Estevez, identificado con T.I.  NUIP  No.  
7021672790 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

Angela Patricia Rivera  
**FIRMA**  
**Nombre:** Angela P. Rivera Chaparro  
**Identificación:** 52539.951 Bta

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013)

 <b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</b> <small>Ministerio de Educación Nacional</small>	<b>FOMATO</b>	
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> <small>Resolución 767 de 18 de junio 2018</small>	
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01 <span style="float: right;">Página 2 de 2</span>

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Yo Bamiro Muñoz Tinjaca Bogotá DC Sep. 11/19 Ciudad y fecha  
80055102 mta identificado con C.C.  C.E.  No.  
expedida en Bogotá representante legal del menor  
Luis Felipe Muñoz Muñoz identificado con T.I.  NUIP  No.  
1010569384 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

**FIRMA**

**Nombre:** Bamiro Muñoz Tinjaca

**Identificación:** 80055102 mta

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

 <b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</b> <small>Ministerio de Educación Nacional</small>	<b>FOMATO</b>	
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> <small>Resolución 767 de 18 de junio 2018</small>	
<b>FOR009GSI</b>	<b>Fecha de Aprobación: 18-06-2018</b>	<b>Versión: 01</b> <span style="float: right;"><b>Página 2 de 2</b></span>

### AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

Maria Victoria Machuca Moreno, Bogotá 12-9-19 Ciudad y fecha  
52 361 995 expedida en Bogotá representante legal del menor  
Leida Daniela Ramirez Machuca identificado con C.C.  C.E.  No.  
10-10 963 430 identificado con T.I.  NUIP  No.  
 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899 999 124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

  
**FIRMA**

**Nombre:** Maria Victoria Machuca

**Identificación:** 52-361 995 B/d.

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013)

	<b>FOMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b>		
	Resolución 757 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

**AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD**

Karol Tatiana Velasco Chinchilla <sup>1023</sup> Ciudad y fecha  
1023576635 expedida en Bogotá D.C. representante legal del menor  
Carolina Velasco Chinchilla identificado con C.C.  C.E.  No.  
53047228 identificado con T.I.  NUIP  No.  
 declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

  
**FIRMA**

**Nombre:** Carolina Velasco Chinchilla

**Identificación:** C.C. 53047228

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico; la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

