

LO VIVO COMO OBJETO DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA:
Una explicación desde referentes históricos, disciplinares y pedagógicos

ANA YURI IDÁRRAGA LOAIZA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ D.C
2024

**LO VIVO COMO OBJETO DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA:
Una explicación desde referentes históricos, disciplinares y pedagógicos**

ANA YURI IDÁRRAGA LOAIZA

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

ASESORAS

INGRID VERA OSPINA

ANDREA TOLEDO ARANDA

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

2024

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría: en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”.

Tabla de contenido

1	CONTEXTO PROBLEMÁTICO	7
1.1	CONTEXTO DE ORIGEN.....	7
1.1.1	Reflexiones derivadas de la experiencia propia	7
1.1.2	<i>Lo vivo como objeto de estudio en la política educativa</i>	13
1.1.3	<i>Tensiones de orden teórico disciplinar</i>	17
1.2	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3	OBJETIVOS	22
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	22
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	22
1.4	JUSTIFICACIÓN.....	22
1.4.1	<i>Pertinencia con el Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales</i> 22	
1.4.2	<i>Antecedentes</i>	25
2	PROCEDER METODOLÓGICO	30
2.1	PRIMERA ETAPA: EJERCICIO DE DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	30
2.2	SEGUNDA ETAPA: EJERCICIO DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA	32
2.3	TERCERA ETAPA: EJERCICIO PROPOSITIVO Y DISCURSIVO	33
3	PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA	35
3.1	PROFUNDIZACIÓN TEÓRICO DISCIPLINAR.....	35
3.1.1	Aspectos generales de la Historia Natural.....	36
3.2	PROFUNDIZACIÓN TEÓRICO - PEDAGÓGICA	58
3.2.1	Problemas de conocimiento	58
3.2.2	El papel de la observación.....	63
3.2.3	El papel de la representación.....	67
4	DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA ENSEÑANZA DE LO VIVO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA.....	71
4.1	CRITERIOS DE ORDEN DISCIPLINAR.....	72
4.1.1	La Clasificación.....	72
4.1.2	La Reproducción	74
4.1.3	La Organización	75

4.2	CRITERIOS DE ORDEN PEDAGÓGICO	76
4.2.1	La Observación	76
4.2.2	La Descripción	78
4.3	ACCIONES SUGERIDAS Y CRITERIOS DE ACTUACIÓN	80
5	PRODUCCIÓN DISCURSIVA.....	82
5.1	EL PAPEL DE LA PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE DISCURSOS PEDAGÓGICOS DEL DOCENTE DE CIENCIAS.....	82
5.2	ENSEÑAR LO VIVO EN EL CONTEXTO PARTICULAR COLOMBIANO	85
5.3	LA INNOVACIÓN Y LA REFLEXIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS	86
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

Índice de figuras

Figura 1	<i>Lámina de Punica, Grenadier, dibujada por Joseph Pitton de Tournefort</i>	41
Figura 2	<i>Imagen de los pétalos, corola y cáliz de las flores</i>	44
Figura 3	<i>Características de la estructura</i>	44
Figura 4	<i>Método y Sistema</i>	46
Figura 5	<i>Representación de un Homúnculo</i>	51
Figura 6	<i>Anatomía comparada</i>	57

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Fases y propósitos fundamentales de la Propuesta de aula “Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos</i>	10
Tabla 2	<i>Aspectos generales y categorías de análisis abordados en la Sistematización de aula</i>	11
Tabla 3	<i>Elementos para la construcción de conocimiento</i>	60
Tabla 4	<i>Criterios de actuación y formas de trabajo en los referentes didácticos</i>	62
Tabla 5	<i>Acciones sugeridas en el aula de clase para la enseñanza de lo vivo</i>	81

1 CONTEXTO PROBLEMÁTICO

1.1 CONTEXTO DE ORIGEN

1.1.1 *Reflexiones derivadas de la experiencia propia*

Como maestra de ciencias naturales, y egresada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la Licenciatura en Biología; tuve la intención de buscar una alternativa de dar continuidad a mis estudios; encontrando la Especialización en Docencia de las Ciencias para el nivel básico, de la Universidad Pedagógica Nacional; como una oportunidad para profundizar en aspectos relativos con la enseñanza de las ciencias, y cualificar las prácticas pedagógicas. La especialización se configuró en un escenario que permitió cuestionar, en primer lugar, las formas de enseñar la biología y/o las ciencias naturales en la educación básica, y, en segundo lugar, la capacidad que se puede tener como maestro de ciencias, de problematizar las maneras de entender el mundo.

Como producto de esta etapa se desarrolló un trabajo de grado con la propuesta de una Experiencia de aula, para estudiantes de grado séptimo, sobre “La reproducción de aves¹“, como problema de conocimiento, que tenía el objetivo principal de abordar la reproducción como un fenómeno cognoscible, analizando las condiciones que la hacen posible, a través de una metodología que incentiva en los estudiantes el trabajo colaborativo, la construcción de preguntas, la observación cuidadosa y la construcción de explicaciones; claro está, bajo el acompañamiento y guía de la

¹ Idárraga Loaiza, A.Y. (2015) *La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo*. [Trabajo de grado de Especialización, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9194>. Este trabajo pone en juego estrategias que fortalecen las relaciones colectivas para propiciar la construcción de conocimientos de las Ciencias Naturales que den sentido al aprendizaje, y posibiliten el establecimiento de la reproducción como problema de estudio para comprender la existencia de los seres vivos.

maestra que organizaba de forma intencionada las experiencias de la clase de ciencias, con material didáctico, laboratorios, lecturas, entre otros.

Las reflexiones más destacadas de este trabajo de grado de la especialización, se concretan en los siguientes aspectos:

- Se aborda la “reproducción en aves”, como problema de conocimiento², a partir de referentes epistemológicos, disciplinares, pedagógicos y didácticos que orientan unas formas de actuar, de proceder, y, de trabajar, cuando se realiza una propuesta de aula que posibilite la comprensión de la complejidad de lo vivo desde la reproducción.
- La comprensión de la *ciencia* como una “Actividad colectiva”, en la que los actores presentes en el aula de clase –maestra y estudiantes- construyen conocimiento. Por lo tanto, la propuesta de aula, incluye actividades de orden práctico y experimental, privilegiando el trabajo en equipo, la lectura, la escucha del otro, el debate, negociación de ideas, y la construcción de explicaciones a nivel individual y colectivo.
- La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva integral e interdisciplinar, contraria a la visión fragmentada del currículo.
- El papel del maestro de ciencias, comprometido con posibilitar escenarios pedagógicos para sus estudiantes de construcción de conocimiento y actitudes científicas, y con capacidad de autoevaluarse y constituirse como profesional investigador en el campo educativo.
- Una aproximación histórica a la reproducción “como concepto importante en la biología, que se configura en el siglo XIX como respuesta a inquietudes relacionadas con el origen de los seres, la esencia de la materia generativa y el parecido de los hijos a los padres”

² Los *Problemas de conocimiento*, es una categoría alternativa para la enseñanza de las ciencias, del Grupo Eco-Perspectivas (Depto. Física, UPN).

(Idárraga, 2015, p.40). Además, presenta una descripción de los órganos, células, mecanismos, comportamientos y procesos fisiológicos que intervienen para posibilitar la producción de un nuevo ser dotado de vida: “... convertirse a la vez en la unidad de lo viviente, es decir, la individualidad que mantiene todas las propiedades, y es el punto de partida de todo organismo” (Idárraga, 2015, p.42).

- Se presenta también la revisión de la evolución del término: “Reproducción”, desde autores como Charles Bonnet, Buffon, Jacob, Maturana y Varela; en donde se concluye que la *Reproducción* es un fenómeno propio de los seres vivos, y en una visión más compleja, de los seres *organizados* (Jacob, 1999), que permite su parentesco e historicidad.

El trabajo se desarrolla dentro de un tipo de investigación cualitativa, que aplica la sistematización de la propuesta de aula: “*Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos*”, para estudiantes de grado séptimo, de un colegio privado de Bogotá, centrada en el campo específico de la biología, más específicamente, en los procesos, estructuras, mecanismos y comportamientos que comprenden la reproducción en las aves, que emerge y se configura en una situación de estudio., y que permiten la apreciación de lo vivo como entidad dinámica y compleja.

La propuesta consta de 5 fases, con unas actividades, propósitos y productos particulares. En términos prácticos, para visualizar la organización de la propuesta, se muestra a continuación una tabla sencilla (Tabla 1) que ilustra las fases y los propósitos principales de cada una:

Tabla 1 *Fases y propósitos fundamentales de la Propuesta de aula “Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos”*³

Fases de la propuesta de aula			Propósitos / Objetivos fundamentales
1	Descubriendo o cómo viven las aves	Qué hacen las aves	Reconocer las características morfológicas y los comportamientos distintivos de las aves en su entorno natural.
2	¿Cómo son las aves y por qué actúan extraño?	Gallina y Gallo, Codornices: es un placer conocerlos!	Establecer relaciones entre las características físicas del dimorfismo sexual y el comportamiento reproductivo en las aves.
		Más allá del romanticismo de las aves	Reconocer cómo los rituales de cortejo y la selección del macho influyen en el comportamiento reproductivo y en la sostenibilidad de la especie.
3	Viaje al interior de un ave	“Me pregunto por qué soy así y de dónde salí... ¿cuál será mi origen?” Atte. El huevo.	Analizar las características de los huevos de las aves y comprender los procesos de formación, fecundación y las estructuras reproductivas involucradas.
		¿Cómo son las aves por dentro?	- Observar estructuras reproductivas - Establecer diferencias entre las estructuras reproductivas de machos y hembras en aves y comprender sus funciones en el proceso de fecundación y formación del huevo.
4	Atravesando la barrera visible	Observando a través del microscopio	- Comprender la función de las células sexuales en el proceso de reproducción - Observar células sexuales en el microscopio
5	Una mirada retrospectiva	Anidando ando.	- Analizar las diferentes técnicas que utilizan las aves para construir sus nidos, así como las transformaciones embrionarias hasta el nacimiento del polluelo. - Crear un nido artificial y un bebedero para aves con materiales accesibles.
		Cómo comienza y termina la historia de una pareja de avecillas	Construir explicaciones sobre la reproducción de las aves y reflexionar sobre las experiencias de aprendizaje derivadas de las actividades en el aula.

Como resultado del ejercicio de sistematización, se abordaron 3 aspectos principales (Tabla 2): a. las formas de comprensión de la reproducción, b. los recursos utilizados para su explicación y c. aprendizajes y compromisos.

³ Tabla construcción propia sobre el Diseño metodológico, tomado de: Idárraga Loaiza, A.Y. (2015) *La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo*. [Trabajo de grado de Especialización, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9194>, páginas 57 a 65.

Tabla 2 Aspectos generales y categorías de análisis abordados en la Sistematización de aula⁴

Aspectos generales	Categorías de análisis	
Formas de comprender los seres vivos a través de la reproducción	Comportamiento	• Elección de pareja, cortejo • Cuidados parentales
	Estructuras y funciones	• Diferencias sexuales (Macho y hembra) • Órganos y sus funciones
	Organización	• El macho • La hembra
	Clasificación	• Particularidades de las aves
	Condiciones	• Para la cópula • Para la incubación • Alimentación
	Mecanismos	• La copulación • La fecundación
Otras formas de comprender los seres vivos	Dimensión temporal	• Ciclo de vida • Crecimiento • Duración de procesos • Historicidad (Perpetuación de la especie y Herencia)
	Relaciones	• Interspecíficas (Depredación) • Con los seres humanos
Algunos recursos utilizados en las formas de explicar	Comparación	• Parecidos y diferencias con el comportamiento humano • Comparación con el embarazo en los humanos • En el ejercicio de descripción del huevo
	Descripción	• Producción de tablas para relacionar las características de los huevos • Elaboración de relato sobre las características de los huevos • Descripción de procesos y secuencias
	Proposición de hipótesis	• Sobre las funciones de las partes del huevo • Sobre cómo se da la fecundación • Sobre cómo es y qué realiza el espermatozoide • Sobre el cómo se desarrollan los polluelos
	Nuevos aprendizajes y compromisos	• Satisfacción por aprender cosas nuevas • Desarrollo de capacidades para: predecir, observar con detalle, imaginar, explorar, hacer preguntas por situaciones aparentemente evidentes • Aprovechamiento de nuevos recursos, espacios y oportunidades de aprendizaje diferentes a las convencionales que generan asombro y curiosidad • Posibilidades de participar, opinar, presentar entre compañeros de clase nuevas ideas y aportes, construcción de explicaciones individuales y colectivas, trabajo colaborativo. • Sentimientos de responsabilidad que tenemos como seres humanos, frente a la protección de los recursos, flora y fauna.

⁴ Tabla construcción propia teniendo en cuenta las Consideraciones finales, tomado de: Idárraga Loaiza, A.Y. (2015) *La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo*. [Trabajo de grado de Especialización, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9194>, páginas 66 a 86.

El ejercicio realizado durante la especialización, y el desarrollo de la propuesta de aula, permitió la resolución de preguntas relevantes relacionadas con las apuestas que se realizan como docente de ciencias naturales:

- ✓ Tomar riesgos en la planificación de clases, implementando propuestas innovadoras y atractivas, con una planificación intencionada, basada en el propio interés y en las necesidades y características específicas de los grupos de estudiantes.
- ✓ Reconocer las ventajas de establecer rutas de trabajo que favorezcan el aprendizaje de las ciencias, partiendo de una situación problema, de preguntas básicas, o de la configuración de situaciones de estudio; a partir de las cuales se comprenden las características de los seres vivos, estableciendo múltiples relaciones, e integración de saberes, que rompe con la idea fraccionada de currículo, o memorización de contenidos.
- ✓ Encontrar en la Sistematización de experiencias una herramienta poderosa para interpretar críticamente los impactos negativos y positivos del proceder en el aula, las potencialidades de los actores inmersos, la reestructuración continua de la planificación de actividades teniendo como presupuesto las necesidades y contexto propio de los estudiantes. Al realizar una revisión continua de los progresos y retrocesos en los procesos de aprendizaje, se pueden ajustar las actividades de manera que estén alineadas con los objetivos establecidos. En otras palabras, este análisis constante sirve como una herramienta para evaluar el impacto de las actividades diseñadas y la consecución de los objetivos propuestos.
- ✓ Por otra parte, desde el ámbito personal, fue un proceso revelador, descubrir en diferentes fuentes, cómo han evolucionado a través de la historia las concepciones y explicaciones que posibilitaron la diferenciación entre lo vivo y las cosas. En la medida en que consultaba diferentes autores y rastreaba a nivel histórico desde qué momento se comienza a hablar de

reproducción, encontré preguntas fundamentales en el periodo de la Historia Natural, con respuestas contradictorias, fantasiosas e interesantes; que curiosamente se asemejan en ocasiones a las respuestas que ofrecen los estudiantes, o que se dan en espacios informales de la vida cotidiana. Lo valioso de estas preguntas, es que fueron determinantes para entender que hay diferencias substanciales entre lo vivo y las cosas.

Con este ejercicio desarrollado en la Especialización, quedan preguntas por resolver, y que se retoman en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales⁵, para ser desarrolladas. Preguntas relacionadas con el origen de los seres vivientes, y el posible parentesco que se dan entre ellos (diferencias y similitudes), la complejidad de la organización y las relaciones que se tejen entre estructuras y funciones. Las anteriores preguntas se pueden trasladar a escenarios educativos, en diferentes niveles escolares, incluso universitarios, favoreciendo una riqueza discursiva que permita la comprensión de los seres vivientes, de forma amplia y profunda.

Las reflexiones recogidas en las secciones anteriores aportaron de forma definitiva en la configuración y delimitación del objeto de estudio, el cual es: **“Lo vivo y su configuración como objeto de estudio para la biología”**. Estas reflexiones ponen de manifiesto la importancia de involucrar elementos de orden teórico – disciplinar, teórico – pedagógico, y, sobre todo, de orden epistemológico, que configuran esta proposición.

1.1.2 Lo vivo como objeto de estudio en la política educativa

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, como autoridad gubernamental en materia educativa, ha realizado –en trabajo colaborativo con otras entidades- varias publicaciones con orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas en diseño y desarrollo curricular desde el

⁵ Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (UPN) <https://cienciaytecnologia.upn.edu.co/maestria-en-docencia-de-las-ciencias-naturales-2/>

nivel preescolar hasta la educación media, la investigación revela tres documentos clave en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales, enfocándose en el estudio de "lo vivo" en la escuela:

El primer documento consultado se publicó en el año 1998, se titula “**Serie de Lineamientos curriculares**”, y delimita qué enseñar y qué aprender en la escuela. Para el caso de las Ciencias Naturales, estos lineamientos se organizan en 3 apartados:

En la primera parte se destacan los siguientes aspectos: Los *referentes filosóficos y epistemológicos* destacan la importancia del mundo cotidiano en la construcción del conocimiento científico. Además, analizan el conocimiento común, científico y tecnológico, así como la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sus repercusiones en la sociedad, y su impacto en el entorno y la calidad de vida. (Ministerio de Educación Nacional MEN, 1998). Los *referentes sociológicos* ofrecen un análisis de la escuela y su entorno, considerando a la escuela como una institución cultural y democrática donde se generan significados mediante el trabajo colectivo, mediado por las relaciones entre estudiantes, docentes y la comunidad educativa en su conjunto. (Ministerio de Educación Nacional MEN, 1998). Y, los *referentes psico-cognitivos* abordan el proceso de desarrollo del pensamiento científico, los mecanismos de pensamiento y acción, y examinan cómo la creatividad influye en la formación del pensamiento científico y en la resolución de problemas. (Ministerio de Educación Nacional MEN, 1998).

La segunda parte menciona las implicaciones de los referentes teóricos en la pedagogía y la didáctica, y la tercera muestra ejemplos de aplicación de los lineamientos en propuestas

curriculares.⁶ Es importante destacar que se parte de la reflexión sobre el "mundo de la vida" de Husserl, comprendido como un conjunto de perspectivas subjetivas que cada individuo posee y que se negocian y consensúan con otros (intersubjetivo). Además, se reconoce que el estudiante lleva consigo un conocimiento valioso que se enriquece y amplía en la escuela. En esta publicación, la enseñanza de las ciencias naturales tiene como objetivo brindar a los estudiantes la oportunidad de entender los procesos físicos, químicos y biológicos, y su conexión con los procesos culturales, especialmente aquellos que impactan el equilibrio del ambiente.

Dando continuidad a los esfuerzos por dar elementos coherentes para la organización del currículo escolar, en el año 2004, se publicó la cartilla de ***Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales***, que se sumó a otras similares en áreas fundamentales. Estas orientaciones pedagógicas se entienden como “criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles” (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2004, p.5). Los estándares están organizados en una secuencia de complejidad creciente y se agrupan por niveles de grado, determinando lo que los estudiantes deben conocer y ser capaces de hacer al finalizar cada nivel.⁷

Los estándares proponen una “aproximación a la ciencia para comprender el pasado, vivir y dar significado al presente y ayudar a construir el futuro” (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2004, p.6), reproduciendo el modo de actuar científico; es decir, el objetivo de las ciencias

⁶ Tomado de: Ministerio de Educación Nacional MEN. (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental* [Archivo PDF]. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

⁷ Tomado de: Ministerio de Educación Nacional MEN. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales* [Archivo PDF]. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf

naturales es fomentar la formación científica. Adicional a las competencias, los estándares sugieren los contenidos mínimos que deben ser abordados, los niveles de complejidad y los compromisos sociales y/o valores que se desarrollan. Los contenidos o conocimientos relativos al “Entorno vivo”, Se refieren a la habilidad de comprender la vida, los seres vivos, sus interacciones y transformaciones. En los grados primero a tercero, el enfoque está en distinguir entre seres vivos y objetos inanimados, reconocer la identidad como un ser vivo que interactúa con su entorno, y entender la diversidad biológica en términos de cambios ambientales, genéticos y relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas. Y al final, en los grados décimos y undécimo, se profundiza en estas explicaciones. (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2004).

Por último, para el año 2016, se publicaron los ***Derechos básicos de aprendizaje – Ciencias naturales***, que guardan coherencia y continuidad con los *Estándares básicos de aprendizaje y los Lineamientos curriculares*.

Los DBA, en su conjunto, explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular. Se entienden los aprendizajes como la conjunción de unos conocimientos, habilidades y actitudes que otorgan un contexto cultural e histórico a quien aprende. Son estructurantes en tanto expresan las unidades básicas y fundamentales sobre las cuales se puede edificar el desarrollo futuro del individuo. (Ministerio de educación Nacional MEN, 2016, p. 6)

Los DBA (MEN, 2016) sugieren que en grado primero los estudiantes deben comprender que los seres vivos poseen características comunes (alimentación, respiración, ciclo de vida, respuesta al entorno) y se diferencian de lo inerte. Para el grado undécimo, el conocimiento se desarrolla a un nivel más avanzado, abordando temas ambientales de interés actual desde una perspectiva sistémica que incluye aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales.⁸ En otras palabras, se espera que al culminar la formación académica los estudiantes hayan desarrollado un

⁸ Tomado de: Ministerio de Educación Nacional MEN. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales* [Archivo PDF]. file:///C:/Users/Ana/Downloads/DBA_C.Naturales-min_compressed.pdf

conocimiento sobre lo vivo más allá de los procesos biológicos y planteen una comprensión sistémica.

Estos documentos son cruciales, ya que proporcionan orientaciones esenciales que los docentes deben considerar para la enseñanza de las ciencias naturales en Colombia. Incluyen temas y habilidades organizados de manera lógica, de acuerdo con la complejidad de los contenidos y las etapas de desarrollo de los estudiantes, y a partir de allí formular una ruta pedagógica para comprender y enseñar lo relativo a “lo vivo”, entendido como *entidades organizadas con la capacidad de reproducirse que se componen de moléculas complejas* (Ministerio de Educación Nacional MEN, 1998). Prevalece en los tres documentos, que se asume que el estudiante aprende o adquiere conocimientos, de la misma manera en que lo hacen los científicos, desarrollando habilidades científicas a lo largo de su vida escolar. Sin embargo, en la organización de estos documentos se privilegian los *contenidos*, y pasa a un segundo plano otras maneras de organizar el currículo que privilegien la curiosidad, la pregunta, la construcción de explicaciones compartidas y consensuadas, el reconocimiento de la historia de las ciencias como instrumento para formular actividades pedagógicas didácticas y de referencia que enriquecen la manera cómo se ha consolidado la biología, y la enseñanza de la misma. En cuanto a esto, es el maestro, quién puede proponer otras alternativas que se desliguen de esta visión lineal de repetición de la información, para propiciar otras formas de enseñar y aprender, poniendo en juego propuestas de aula que favorezcan el diálogo, la discusión, el cuestionamiento y la producción.

1.1.3 Tensiones de orden teórico disciplinar

Explorar preguntas que contextualicen la explicación de los seres vivos como objeto de conocimiento en el aula, en estudios específicos o en la historia de las ciencias, también invita a reconocer cómo se ha distinguido la vida de lo vivo a lo largo de la historia de la ciencia y en el

ámbito epistemológico. Si bien, se considera que la “Historia Natural”, fue una etapa de riqueza en la exploración de la naturaleza, y fue allí en donde se consolidaron preguntas importantes en este tema, hay que reconocer cómo se ha construido la biología... como ¿Ciencia de la vida? O ¿Ciencia de lo vivo?

Vargas (1989) en su tesis de pregrado, alude a estas preguntas, y profundiza cómo en varios contextos de la historia de las ciencias, particularmente la historia de la biología, y, en lo cotidiano, se hace referencia a la vida y lo vivo como sinónimos, pero enfatiza en que el objeto de estudio de la biología no es la vida, sino lo vivo, o “*los determinantes del fenómeno vivo*”.

El hecho trascendental que sugiere este autor, que conllevó a la contemplación de la vida misma, fue el cambio en el lenguaje, la necesidad de inventar nuevas palabras para definir las relaciones que comenzaron a emerger a comienzos del siglo XIX, por ejemplo “Organización”, que obtiene una significación diferente propia de los seres dotados de vida, y la división entre lo orgánico e inorgánico.

Vargas (1989) no sólo menciona el ejemplo de “Organización”, también retoma otros conceptos clave, -citando a Jacob-, como lo son: “La célula”, “El cambio” y la “Herencia”, que luego configurarían la teoría celular, la evolución y la genética (p. 23). Estos conceptos, determinantes de un objeto, son inherentes a lo vivo, que es en realidad lo que constituye el objeto de estudio de la Biología, y no la “Vida”, que es una noción: “Preguntar por los determinantes de este fenómeno, es decir, por las propiedades que lo especifican y a las cuales responden sin excepción todos los objetos que se manifiestan como tal, será el problema de la biología” (Vargas, 1989, p. 24).

Otro aspecto importante que se resalta en este trabajo es el hecho de que “el conocimiento científico es el resultado de un proceso discontinuo, de rectificación y transformación en el pensar, que deja

sin voz a ciertas concepciones tenidas por verdaderas” (Vargas, 1989, p.7). Y, en ese mismo devenir se dan la aparición, reconstrucción y reformulación de las preguntas que buscan una aproximación al fenómeno vivo. Desde este punto de vista, los interrogantes que se enuncian en este escrito, y que son fruto de las reflexiones e interpretación de los fenómenos que acapararon el interés de diferentes naturalistas en la Historia Natural, y desde las cuales se pueden definir criterios para establecer lo vivo como objeto de estudio.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La práctica docente y el aula de clases son los lugares desde donde surgen situaciones y preguntas sobre cómo se enseña y qué se enseña; preguntas que posibilitan la reflexión cotidiana del maestro en torno a su quehacer y conocimiento. Hoy en día, los avances tecnológicos, los medios de difusión de la información y la globalización están transformando la sociedad y, por ende, también están influyendo en nuevas formas de abordar la educación en nuestro país. Esto afecta la relevancia del currículo, la comprensión de los diversos contextos en los que opera la escuela, e incluso las expectativas de los proyectos de vida de las familias, sin embargo; prácticas como la repetición de los programas académicos basados en el cumplimiento de los estándares, cúmulos de contenidos, y la fragmentación del conocimiento, alejada de las problemáticas y situaciones reales del diario vivir, llevan a preguntarse... ¿Cómo no va a ser necesario también replantear las dinámicas de la escuela, acorde a los nuevos retos que se imponen?

Frente a esta realidad ineludible, una primera posibilidad de cambio, es que el maestro a partir de su capacidad crítica e investigativa, pueda poner en práctica planes alternos en sus estrategias de aula, que vayan más allá de cumplir con un listado de contenidos, de un currículo poco flexible,

desactualizado y distanciado de su contexto, y es desde allí que el docente adquiere la enorme responsabilidad de enseñar con una dirección y metas claras, garantizando el dominio apropiado de saberes escolares, tarea que no es sencilla, porque es necesario revisar a profundidad las fuentes desde las cuales se apoya; con el fin de no seguir reproduciendo los mismos patrones de una educación tradicional repetitiva.

Este trabajo emerge precisamente, de las constantes preguntas que surgen en el ejercicio de ser maestra de ciencias naturales, que enfrenta la necesidad de dar sentido a sus conocimientos de base sobre la biología, y sus saberes disciplinares –en términos generales- en un ejercicio de autorreflexión sobre la formación escolar, profesional y posgradual. Considero este ejercicio como un punto de partida ideal, que inevitablemente impacta las prácticas pedagógicas.

Como una manera de abordar estas preocupaciones, y teniendo como precedente la profundización teórica realizada para el trabajo de grado de la especialización, se continúa la exploración de preguntas que preceden en gran medida la consolidación de criterios de estudio de lo vivo, y que enriquecen el conocimiento y la experiencia personal como docente. Se propone a lo largo del documento abordar los aportes de los autores: Foucault y Jacob; que trabajan aspectos históricos, conceptuales y epistemológicos de la biología y la historia natural; aportes que, se consideran fundamentales para responder las preguntas planteadas.

Estos autores presentan reflexiones muy pertinentes sobre cómo se han construido, deconstruido, mutado y replanteado las preguntas en diferentes momentos de la historia, cómo se han validado e invalidado teorías a lo largo del tiempo, cómo la existencia de lo vivo fue el resultado de un proceso no lineal, con connotaciones y complejidades que también se han transformado.

Bajo estas premisas, se considera relevante revisar qué tipo de interrogantes se dieron en el siglo XVIII que permitieron plantear unos primeros criterios de estudio de los seres vivos, interrogantes

que abrieron la ventana para abordar la historicidad de los seres, sus relaciones, semejanzas, la posibilidad de transformarse en el tiempo, su origen, estructura y parentescos, en otras palabras, se abre la ventana a un mundo nuevo del que no se tenía conciencia como tal hasta el siglo XIX.

Es interesante observar cómo estas preguntas pueden seguir siendo relevantes y surgir en la rutina del aula, manifestándose en las inquietudes espontáneas de los estudiantes. Estas preguntas, derivadas de su curiosidad, cultura, conocimientos previos o esfuerzos por entender los fenómenos biológicos que observan, reflejan su proceso de construcción de explicaciones. Esto, desde el ámbito personal, como maestra, se convierte en un recurso riquísimo e invaluable, para diseñar apuestas pedagógicas en las que se aprovecha este discurso inicial, para ser transformados en otros más elaborados y enriquecidos para los estudiantes. Y como maestra en formación continua, estos interrogantes evolucionan en una propuesta discursiva inmersa en las acciones académicas, investigativas y prácticas, que promueve el re-pensar el aula como un espacio para entender el mundo de lo vivo, muy en consonancia con Buitrago y Gómez (2013): “Su ejercicio de pensar se sitúa a otro nivel, más activo y reflexivo, y esto sin duda transforma su autopercepción e impacta en sus prácticas de enseñanza” (p.7).

Teniendo esto como presupuesto, la pregunta problémica que se aborda es:

¿Cuáles son los criterios de orden histórico, disciplinar y pedagógico que permiten configurar a lo vivo como objeto de estudio para la biología y su enseñanza?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo General*

Determinar aspectos históricos y epistemológicos que aportan en la configuración de lo vivo como un objeto de estudio y de enseñanza

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Profundizar en las condiciones técnicas y teóricas que permiten hacer de lo vivo un objeto de estudio.
- Definir criterios que permitan configurar a lo vivo como un objeto de enseñanza en la Educación Básica.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 *Pertinencia con el Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales*

La formación posgradual de los maestros surge de la decisión personal de mejorar su cualificación profesional. Esta decisión se impulsa por la necesidad de enriquecer integralmente las prácticas pedagógicas, profundizar en los conocimientos específicos y crear una red de saberes que amplíe la perspectiva de la docencia más allá del contexto particular en el que se desempeñan.

Desde esta perspectiva, como docente de ciencias naturales en la educación básica, se considera importante desempeñar un papel activo en la comunidad educativa. Esto implica la oportunidad de influir positivamente en la vida de los estudiantes y contribuir a la formación de una sociedad crítica y constructiva.; muy acorde a lo que propone Giroux (2001):

Un rol docente asumido como un profesional reflexivo, un intelectual capaz de hacerse cargo de una pedagogía contextualizada social y políticamente que se plantea como un objetivo explícito de su práctica la transformación social... el docente no es neutral frente a la realidad, está llamado a reflexionar y a dar sentido a la reflexión que se realiza en escuelas y liceos, en una perspectiva de cambio educativo y social. (p.60)

Frente a esto, se proponen diferentes formas de ver la tarea del educador, más acordes con las características propias de los contextos educativos en donde se sitúan, las realidades regionales y/o locales, incluso las circunstancias propias de una institución; en donde el quehacer del maestro cobra sentido enfocándose en problemáticas particulares que deben llevarse a la reflexión de los actores educativos.

En otras palabras, el maestro debe integrar una serie de saberes que proceden de diferentes campos del saber junto con las vivencias propias de la escuela. Estas comprensiones se ponen en marcha de una manera compleja cuando actúa, habla, se expresa, y se desenvuelve en esa variopinta realidad en la que está sumergido, así como lo menciona Arcá; “Está claro que para el enseñante ésta es una posición crítica, porque se trata de lograr utilizar las diversas competencias, todas muy específicas, y de algún modo transformarlas profundamente, en una especie de *digestión*, de *metabolismo*” (Arcá et al., 1990, p. 22). Entonces, tenemos que los diferentes saberes del maestro definen sus formas de conocer, ser y hacer en una correspondencia mutua y en una construcción de sentido de dichos saberes, de reflexiones y de sus proyecciones en esos planos.

Teniendo en cuenta lo anterior, en ese preciso ejercicio de reflexión, se consideran los escenarios de estudio, diálogo e investigación de la Maestría, que ofrece espacios de discusión sobre el papel del maestro colombiano en los entornos educativos, y se han convertido en oportunidades para explorar y reflexionar sobre el propósito de esta labor, motivando la búsqueda de diferentes enfoques para desarrollar y renovar la práctica docente. Además, este programa es relevante porque abarca áreas de reflexión epistemológica, disciplinaria, pedagógica y ético-política, que enriquecen

los debates actuales y permiten una actualización constante, así como la formulación de proyectos con impacto social, ambiental, cultural y económico.⁹.

En este trabajo, es importante examinar cómo se enriquece el conocimiento disciplinario del maestro de ciencias, especialmente del maestro de biología, mediante una profundización teórica, histórica y epistemológica sobre la construcción de lo vivo como objeto de estudio en Biología. Este enfoque permitirá desarrollar criterios para integrar este objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias y la biología en la educación básica, que es el objetivo principal que ha guiado a la docente en su estudio de posgrado y en la elaboración de este escrito.

Inquietudes como: ¿Cómo enseñar la ciencia? ¿Qué contenidos de la ciencia debemos enseñar? ¿Cuál es la imagen de ciencia que llevamos al aula? ¿Transmitimos los productos de la ciencia, la reproducimos, la cuestionamos o la construimos? ¿Cómo dar sentido al saber disciplinar que tenemos? ¿Cuáles son los ejercicios de análisis y reflexión que hace el maestro sobre la enseñanza de las ciencias? Son las inquietudes preliminares que ofrecen luces para reconsiderar lo que enseñamos y cómo lo enseñamos, integrando eficientemente los saberes pedagógicos y didácticos.

Al respecto, la experiencia y el saber del maestro dependen no sólo de la formación escolar y profesional a la que accede, sino de las abstracciones que se dan en la misma práctica, la relación que como sujeto crea con su conocimiento y las discusiones que establece con los otros. En este punto se considera como valor agregado la capacidad de ser crítico ante los conocimientos que tiene, aprende y enseña; implica además conocer, explorar, documentarse, compartir y contrastar experiencias, dudas e ideas con colegas y estudiantes en miras a “fortalecer y dinamizar” sus propios saberes. Estas ideas llevan a resaltar en el trabajo de grado, el siguiente supuesto: los

⁹ Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Universidad Pedagógica Nacional) <https://cienciaytecnologia.upn.edu.co/maestria-en-docencia-de-las-ciencias-naturales-2/>

saberes del maestro de ciencias, adquieren un nivel de importancia tal, que guían en gran medida su manera de enseñar y de actuar en el aula, su relación con el conocimiento, con la ciencia, y por lo tanto en forma recíproca: “su manera de ver el mundo” y “su manera de ver la disciplina”.

En este camino de comprensión de las relaciones que establece el maestro con su conocimiento sobre la biología, también coexisten las que se dan en el aula con las maneras de ver el mundo de lo vivo en los estudiantes, cómo se entiende lo vivo como entidad y organización compleja, resultado de su estudio intencionado.

Acceder al estudio de la vida en el aula compromete métodos y formas de pensar que retornan –a veces sin ser conscientes de ello- a la naturaleza misma de la Biología, su historia, sus ideas centrales, como la de “ser vivo”. Si el maestro se abre paso a través de su curiosidad al respecto, puede generar nuevos aprendizajes, redireccionar sus consideraciones en el estudio de lo vivo, del organismo, proporcionando un renovado sentido a su saber. Como resultado puede reformular sus estrategias de enseñanza, enfocar sus intereses pedagógicos y favorecer espacios de construcción de conocimiento en torno a cuestiones estructurantes de la biología.

1.4.2 Antecedentes

Dentro del ejercicio de consulta de otras investigaciones, se citan los siguientes, que abordan aspectos en común con este trabajo, y que aportan en la problematización del objeto de estudio:

Jiménez y Rodríguez (2019), Tesis de Maestría “*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*”, Universidad Pedagógica Nacional. Este trabajo ofrece una profundización en aspectos disciplinares y pedagógicos, integrando elementos históricos y epistemológicos sobre la teoría celular, con el objetivo de desarrollar explicaciones acerca de la

célula como unidad fundamental de los seres vivos en la enseñanza de la educación básica. Una de las principales conclusiones es que investigar las condiciones técnicas y teóricas que han convertido a la célula en un objeto de conocimiento, así como las concepciones históricas de "lo vivo" y su unidad constitutiva, es crucial en las prácticas de enseñanza de las ciencias. Esto se debe a que la forma en que se presentan los hallazgos científicos puede hacer que parezcan objetivos precisos, sólidos, seguros y neutrales, desvinculados de los sujetos y las condiciones sociales. Esta perspectiva puede crear un imaginario de verdades absolutas que no contribuye a la verdadera apropiación del conocimiento científico por parte de los estudiantes.

Guacaneme (2018), Tesis de Maestría *“La Historia Natural en la enseñanza de las ciencias biológicas: una actualización desde el estudio de los insectos”*, Universidad Pedagógica Nacional. Esta tesis ofrece una reflexión sobre los aspectos prácticos, epistemológicos e históricos de la Historia Natural que apoyan la construcción del conocimiento científico en la clase de biología de la escuela actual. Para ello, se realiza una profundización teórica, histórica y epistemológica que enriquece el conocimiento disciplinar, epistemológico y pedagógico del docente, aplicable en el aula a través del estudio de los insectos. Se enfatiza la discusión sobre los factores clave que influyen en las dinámicas educativas relacionadas con el estudio de lo vivo, considerando tres perspectivas: las contribuciones al conocimiento del docente; la actualización de la Historia Natural como una ciencia relevante para la comprensión y construcción de saberes biológicos; y la reconceptualización de los insectos basada en la profundización de experiencias, narrativas, cuestionamientos y enfoques.

Bocanegra (2018), Tesis de Maestría *“Concepciones de lo vivo en estudiantes en formación inicial de licenciatura en biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas”*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Esta investigación se enfoca en explorar y caracterizar las

concepciones sobre lo vivo en estudiantes de licenciatura en biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Se comprende que estas concepciones forman parte de un proceso de construcción personal y social. El interés del estudio radica en indagar cómo se desarrollan las ideas sobre lo vivo y la vida durante la formación de los futuros maestros, las fuentes de información a las que recurren y su relación con la Biología. Se ha encontrado que los estudiantes están en un proceso de enculturación, en el que sus ideas previas, derivadas de experiencias escolares anteriores, se encuentran con las ideas que circulan en la universidad a través del discurso de los docentes, la lectura de textos científicos y las experiencias académicas tanto dentro como fuera del campus universitario. Este proceso está influenciado por las culturas académicas holística, tradicionalista y disciplinar. Esta última retoma la importancia de abordar los aspectos históricos de los contenidos abordados en la carrera. Se destaca en este trabajo la diferenciación conceptual entre la vida y lo vivo, haciendo énfasis en que se abordarán las concepciones sobre lo vivo, dado que éste tiene una connotación tangible. Además, dentro de los referentes bibliográficos se citan a Jacob, y Valencia, que también son autores relevantes en esta investigación.

Pineda, Ayala y García (2022), Artículo “*Uso de hechos y controversias desde la historia de la biología para la comprensión de la naturaleza de la ciencia en docentes de ciencias naturales*”, Revista Bio-grafía. Este artículo explora cómo la inclusión de la historia de las ciencias contribuye al cambio en las percepciones de los docentes de ciencias sobre la naturaleza de la ciencia, utilizando narrativas históricas de biología. Se concluye que estas narrativas proporcionan un entorno educativo motivador para reflexionar sobre el origen del conocimiento científico, ayudando a los docentes a entender mejor los conceptos y procedimientos relacionados con la ciencia.

Castro y Valbuena (2018), Artículo “*Algunas relaciones entre la autonomía de la Biología y la emergencia de su Didáctica: consideraciones sobre la complejidad de enseñar una ciencia compleja*”, Revista Ciência & Educação. El artículo explora las relaciones entre el surgimiento de la Biología como ciencia independiente y las propuestas para considerar la Didáctica de la Biología como un campo especializado, señalando que, aunque comparte aspectos con la didáctica de otras ciencias naturales, también presenta diferencias significativas debido a las características particulares del estatus epistemológico de la ciencia de los seres vivos. Se enfatiza que el enfoque en "qué y cómo enseñar" debería estar influenciado en gran medida por los discursos históricos y epistemológicos de la Biología, que pueden guiar la fundamentación de la didáctica de esta ciencia. No obstante, el artículo se centra principalmente en examinar las características que le otorgan un estatus epistemológico distintivo a la Biología, en lugar de en la fundamentación de la didáctica de la ciencia de los seres vivos.

Núñez, Pavez, Santibáñez, Becerra y Cofré (2017) Artículo “*La Historia de la Ciencia como elemento catalizador de la enseñanza de la Biología y la Naturaleza de la Ciencia*”, Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias. Este artículo examina la relevancia de la historia de la ciencia como un componente esencial para la enseñanza de la ciencia y la comprensión de su naturaleza. Aunque los docentes parecen no reconocer el valor de la historia de las ciencias ni contar con recursos para integrarla en sus clases, el artículo subraya su importancia como herramienta motivadora para la enseñanza de conceptos, el fomento del pensamiento crítico, y la estimulación de preguntas que ayuden a identificar y superar obstáculos conceptuales. Se revisan diversos elementos históricos que podrían incorporarse en las estrategias didácticas, como errores científicos, experimentos clásicos, disputas y el desarrollo de teorías. Además, se discuten las

implicaciones y desafíos de utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza y en la formación tanto inicial como continua.

Idárraga (2015) Trabajo de grado de Especialización “*La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo*”, Universidad Pedagógica Nacional. Este trabajo, ya comentado anteriormente, revela las preocupaciones del maestro sobre su rol en la escuela, el significado de la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica y las posibles formas de replantearla. La reproducción, considerada como un problema de estudio en el aula, se presenta como una pregunta de investigación: ¿Qué reflexiones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en educación secundaria se derivan de abordar la reproducción en aves como un problema de estudio en el aula? Con base en esta pregunta, se diseña una propuesta de aula para estudiantes de séptimo grado. Este trabajo deja abiertas interrogantes sobre la importancia de la Historia Natural y su papel en la consolidación de lo vivo como objeto de estudio en biología.

2 PROCEDER METODOLÓGICO

El proceder metodológico de este trabajo se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros que dispone el Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Universidad Pedagógica Nacional), y se divide en 4 etapas, que son las siguientes:

2.1 PRIMERA ETAPA: EJERCICIO DE DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Primer momento. En primera instancia, se tuvieron en cuenta las reflexiones derivadas de la experiencia propia como docente de Ciencias Naturales en la Educación Básica, como egresada del programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el nivel básico (Universidad Pedagógica Nacional), y como estudiante del Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Universidad Pedagógica Nacional).

Segundo momento. Se realizó una revisión documental sobre “Lo vivo” como objeto de estudio en la política educativa colombiana, con el objetivo de rastrear qué aspectos se privilegian en las situaciones propias de enseñanza – aprendizaje en la escuela, y sus principales aportes. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes documentos:

- ✓ Serie de Lineamientos curriculares (Ministerio de Educación Nacional MEN, 1998)
- ✓ Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2004)
- ✓ Derechos básicos de aprendizaje – Ciencias naturales (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2016)

Tercer momento. Se realizaron las respectivas profundizaciones y aclaraciones frente las tensiones de orden teórico disciplinar, para la diferenciación de los términos Vida / Lo vivo. Se tuvo como

referente el documento “La Biología Ciencia de la Vida o Ciencia de lo Vivo?: Análisis de condiciones epistemológicas que hicieron pensar las determinantes del fenómeno vivo como el objeto de la Biología” (Valencia Vargas, 1989).

Cuarto momento. Definición del problema, formulación de la pregunta central de la investigación y establecimiento de los objetivos generales y específicos.

Quinto momento. Construcción de la justificación del trabajo de investigación, teniendo como referentes en primer lugar su pertinencia con los lineamientos y ámbitos de reflexión del Programa de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Epistemológico, Disciplinar, Pedagógico y Ético-político), y, en segundo lugar, los antecedentes. Para los antecedentes se consultaron 7 trabajos de investigación, considerados importantes porque abordan elementos disciplinares, históricos, epistemológicos, pedagógicos, en la construcción de explicaciones y conceptos biológicos, y/o de las ciencias naturales en contextos educativos:

- ✓ Tesis de Maestría “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” (Jiménez y Rodríguez, 2019, p. 1).
- ✓ Tesis de Maestría “La Historia Natural en la enseñanza de las ciencias biológicas: una actualización desde el estudio de los insectos” (Guacaneme, 2018, p. 1).
- ✓ Tesis de Maestría “Concepciones de lo vivo en estudiantes en formación inicial de licenciatura en biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas” (Bocanegra, 2018, p. 1).
- ✓ Artículo “Uso de hechos y controversias desde la historia de la biología para la comprensión de la naturaleza de la ciencia en docentes de ciencias naturales” (Pineda, Ayala y García, 2022, p. 1).

- ✓ Artículo “Algunas relaciones entre la autonomía de la Biología y la emergencia de su Didáctica: consideraciones sobre la complejidad de enseñar una ciencia compleja”, (Castro y Valbuena, 2018, p. 1).
- ✓ Artículo “La Historia de la Ciencia como elemento catalizador de la enseñanza de la Biología y la Naturaleza de la Ciencia”, (Núñez, Pavez, Santibáñez, Becerra y Cofré, 2017, p. 1).
- ✓ Trabajo de grado de Especialización “La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo” (Idárraga, 2015, p. 1).

2.2 SEGUNDA ETAPA: EJERCICIO DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

Primer momento. Construcción de la profundización teórico – disciplinar, que se ubica en el Periodo de la Historia Natural, en enfocándose en las preguntas y explicaciones más representativas de la época, por sus aportes a la delimitación de *Lo vivo* como objeto de estudio de la Biología:

- Sobre el interés por conocer ordenar la naturaleza
- Sobre la generación y formación de los seres
- Sobre la composición y organización de los seres

Para este primer momento, se tuvieron como referentes dos autores principales, por sus aportes al campo de la biología, en términos históricos, epistemológicos, conceptuales y explicativos:

- ✓ Michel Foucault (Las palabras y las cosas, 1968).
- ✓ François Jacob (La lógica de lo viviente, 1999).

Segundo momento. Desarrollo de la profundización teórica y pedagógica, que aborda aspectos fundamentales del enfoque pedagógico para las experiencias de enseñanza-aprendizaje sobre lo vivo en la educación básica. Este apartado se enfoca en entender los problemas de conocimiento

relacionados con la comprensión de lo vivo, el rol de la observación y la función de la representación, tomando como referencia a los siguientes autores principales:

- ✓ Valencia Vargas, S., Méndez, O., Orozco, J.C., Jiménez, G. & Garzón, P. (Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias, 2003, p. 1).
- ✓ Hernández, G. & Rodríguez, L. M. (Filosofía de la experiencia y ciencia experimental, 2003, p. 1).
- ✓ Hacking, I. (Representar e intervenir, 1996, p. 1).

2.3 TERCERA ETAPA: EJERCICIO PROPOSITIVO Y DISCURSIVO

Aclaración. Aunque no se llevó a cabo una intervención directa en el aula, se establecieron criterios para incluir lo vivo como objeto de estudio en la educación básica. Estos criterios se basan en la profundización en aspectos disciplinares y pedagógicos, que se obtuvieron de los autores seleccionados, así como de los análisis reflexivos y discursivos realizados por la autora.

Primer momento. Establecimiento de los criterios para la enseñanza de lo vivo en la educación básica, basado en una profundización teórica que abarca aspectos históricos, epistemológicos, disciplinares y pedagógicos:

- La Clasificación, La Reproducción, La Organización (Criterios Disciplinares)
- La Observación, La Descripción (Criterios Pedagógicos)

Además de la construcción de una matriz que contempla las acciones sugeridas y los modos de actuación, se establecen algunas relaciones entre los criterios disciplinares y pedagógicos, como sugerencias para intervenciones en el aula.

Segundo momento. Análisis discursivo derivado de las reflexiones generadas en diversos espacios académicos del Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, así como de los objetivos de este trabajo de grado, que incluyen: el papel de la profundización teórica en la formación de discursos pedagógicos para el docente de ciencias, la enseñanza de lo vivo en el contexto colombiano específico, y la innovación y reflexión en las prácticas pedagógicas.

Tercer momento. Elaboración de las conclusiones del presente trabajo, que consolida los principales aportes logrados en cada uno de los capítulos del documento.

3 PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

Este capítulo se divide en dos partes: la primera “La profundización teórico – disciplinar”, y la segunda “La profundización teórico – pedagógica”.

La **profundización teórico - disciplinar** aborda las características generales de la Historia Natural a modo de contexto, y presenta las preguntas relevantes que se sitúan en este periodo, sobre la diferenciación entre lo vivo y las cosas.

Por otra parte, la **profundización teórico – pedagógica** examina los procedimientos clave para distinguir entre lo vivo y los objetos inanimados, tal como se detalla en la profundización teórica y disciplinaria. Estos procedimientos son fundamentales tanto para la construcción del conocimiento en las ciencias como para los contextos de enseñanza y aprendizaje en la educación básica.

3.1 PROFUNDIZACIÓN TEÓRICO DISCIPLINAR

La profundización teórico – disciplinar se focalizará en los acontecimientos relevantes de la Historia natural, en los cuales pueden rastrearse preguntas de base que conllevan a la identificación de características de *lo vivo*, y establecen oportunidades para consolidar a la Biología como ciencia en el siglo posterior (XIX).

Las preguntas a desarrollar, son -en términos generales- las siguientes:

¿Qué cualidades diferencian a los seres vivos de la naturaleza?, la cual se relaciona con los procesos de clasificación, ¿Cómo se originan los seres vivos?, relacionada con la generación y la reproducción, ¿Por qué se parecen los hijos a los padres?, relacionada con la herencia, y ¿Cuál es la composición de los seres vivientes?, relacionada con el concepto de Organización.

Estas preguntas se plantearon en diferentes contextos de los siglos XVII, XVIII y XIX, y se robustece con los diferentes recursos explicativos de la época, que, curiosamente, algunos persisten en la actualidad, y no escapan tampoco del aula de clase.

Así pues, este apartado se divide en cuatro secciones:

a. Contexto general y particular sobre la Historia Natural, b. El interés por conocer y ordenar la naturaleza, c. La pregunta por la generación y la formación de los seres, y, d. Cómo se componen y organizan los seres.

3.1.1 Aspectos generales de la Historia Natural

En los siglos XVII y XVIII, se generó gran interés por contemplar y estudiar la naturaleza. Dicho periodo se caracterizó por la necesidad de conocer, abarcar, inventariar y nombrar cada espécimen, generando cambios importantes en el lenguaje, en los criterios de estudio y en los métodos a través de los cuales se coleccionaron los animales, los vegetales, los minerales, entre otros; además de su ordenamiento. Debido a esto, se considera que la Historia Natural, fue fundamental, ya que las preguntas por la posibilidad de ordenar la naturaleza, por la generación de los seres, y por la composición u organización de los mismos; permitieron vislumbrar una interesante diferenciación entre lo vivo y las cosas.

Este movimiento científico estuvo atravesado de manera fundamental por la relación estrecha con los procesos de conquista y expansión imperial que motivaron la exploración en los viajes a territorios desconocidos, desarrollando mecanismos de apropiación y estrategias que incorporaran lo extraño dentro de los marcos de referencia familiares, es decir, occidente (Nieto, Rodríguez & Roca, 2008).

Este periodo es considerado como fundamental en la constitución del objeto de estudio de la biología; como lo dice en *Las palabras y las cosas* Foucault (1968):

Las historias de las ideas o de las ciencias –que sólo se designan aquí en su perfil medio– dan crédito al siglo XVII y sobre todo al XVIII de una nueva curiosidad: la que les hizo, sino descubrir, cuando menos ampliar y precisar hasta un grado inconcebible antes las ciencias de la vida. (p.126)

La *nueva curiosidad* que menciona Foucault se refiere al tipo de preguntas, explicaciones, discusiones, métodos y lenguaje, alrededor de eso que se llamó “lo vivo”. Según Foucault, para que esto se diera fue necesario que confluyeran diferentes condiciones que afectaron estos siglos, y que juntas provocaron un avance significativo de las *ciencias de la vida*. Para él, estas condiciones incluyen: los nuevos beneficios de la observación, el reciente prestigio de las ciencias físicas (como modelo de racionalidad), el interés económico en la agricultura, la fascinación por las plantas y animales exóticos, y la apreciación ética de la naturaleza. (Foucault, 1968).

Se muestra una apreciación similar al respecto en *La lógica de lo viviente*, donde manifiesta lo siguiente Jacob (1999):

La transición del siglo XVII al XIX verá así surgir una ciencia nueva que no tiene ya como meta la clasificación de los seres, sino el conocimiento de lo vivo, y cuyo objeto ya no es el análisis de la estructura visible, sino de la organización. (p.79)

En este caso, Jacob coincide con Foucault, en que en este periodo la Historia Natural despliega una serie de eventos tales, que permite el surgimiento de una *ciencia nueva* en el siglo XIX, con un objeto propio, con métodos y criterios de estudio particulares. Interesan en este punto otras formas de explicar más acordes a las necesidades teóricas y procedimentales de la época.

Aspectos fundamentales de la Historia Natural (Siglos XVII y XVIII) en la diferenciación de lo vivo

Teniendo como referentes primarios a François Jacob y Michel Foucault, se pretende rastrear algunas preguntas y modos de explicar, desde los cuales se podrá afirmar que suscitaron la diferenciación entre las cosas y lo vivo, a partir de algunos criterios especiales.

Se pretende pues, en este apartado abordar los aspectos relevantes –o condiciones especiales- en los siglos XVII y XVIII a partir de los cuales es posible describir cómo se llegó al reconocimiento de los seres vivientes como entidades diferenciadas de la naturaleza:

- El interés por conocer y ordenar la naturaleza.
- La pregunta por la generación y la formación de los seres.
- Cómo se componen y organizan los seres.

Y un último apartado:

- Del naturalismo a los albores de la biología

A modo de cierre, para resaltar el inicio de la Biología como posible ciencia autónoma.

Se escogen estos aspectos, porque fueron preponderantes en la estructuración de la Historia Natural, seleccionando algunos autores, y ejemplos que soportan y enriquecen esta propuesta.

Sobre el interés por conocer y ordenar la naturaleza... Del Relato y el jardín a la Clasificación

Los viajes de los europeos realizados a nuevas tierras iniciaron en el siglo XVII, pero tuvieron su apogeo en el XVIII, financiados en su mayoría por el poder real español con el fin de explorar los recursos naturales propiedad del reino, y acrecentar el poder político y de autoridad en el desarrollo de las ciencias. Muchas de éstas expediciones se planearon con detalle, llevando dentro de su

tripulación: académicos “naturalistas”, dibujantes, principalmente, así como el equipo y material necesarios para la recolección de especímenes:

No todos los viajeros eran naturalistas ni todos los naturalistas eran viajeros, ni siquiera en el sentido más amplio de estos dos términos: siempre han existido viajeros indiferentes a la fauna y a la flora, y naturalistas de salón o de jardín que sólo viajaban con el pensamiento. (Serres, 1989, p. 365)

En otras palabras, se suscitó el interés en diferentes escenarios y personas, dentro de las ciudades, en lo rural y en las expediciones, de estudiar los seres a los que se tenía acceso. Los primeros escritos sobre historia natural se caracterizaban por ser relatos extensos, detallados, algunos incluso poéticos, que recogían todas las características desde las cuales se podía hablar de una planta o un animal, anécdotas, uso, formas de capturarse u obtenerse, crianza o cultivo, hábitat, alimentación, etc. De forma general estos escritos no contaban con criterios de organización o agrupación en categorías, y si las había, eran muy sencillas como tamaño, tipo de uso, u organización en orden alfabético según su nombre común.

La historia de un ser vivo era este mismo ser, en el interior de toda ésta red semántica que lo enlaza con el mundo. La partición, para nosotros evidente, entre lo que nosotros vemos, y lo que otros han observado o transmitido, y lo que otros por último han imaginado o creído ingenuamente, esta gran tripartición, tan sencilla en apariencia y tan inmediata, entre la *observación*, el *documento*, y la *fábula* no existía aún. (Foucault, 1968, pp.129-130)

La necesidad de dar cuenta de todo ser o cosa que hace parte de esa naturaleza extensa y misteriosa, conlleva a un proceso complejo de *inventariado*, que contemplaba la extracción de su medio natural, recolección, preparación, realización de dibujos, descripciones, y almacenamiento en museos, jardines, herbolarios o gabinetes, para etiquetarlos, exhibirlos, observarlos, compararlos... (Serres, 1989, p.370); estas variadas labores y nuevos espacios desde los cuales se puede hablar de las plantas y las bestias exóticas, generaron un cambio substancial entre las historias narrativas de los bestiarios con seres raros y fantásticos, a descripciones y nominaciones más precisas, dentro de

un esquema de ordenamiento concreto, ligado a la idea de *mathesis* universal / orden universal de la naturaleza; en palabras de Foucault (1968): “La época clásica da a la historia un sentido completamente distinto: el de poner por primera vez, una mirada minuciosa sobre las cosas mismas y transcribir, en seguida, lo que recoge por medio de palabras lisas, neutras y fieles” (p. 131).

Entre el siglo XVI y XVII se llegaron a describir más de 18000 plantas, y este número se volvía con el tiempo cada vez mayor; sin embargo, su organización, nominación y colección acarrea de forma proporcional un gran esfuerzo; podría decirse que ésta fue la principal razón por la cual se hacía necesario acudir a una manera práctica y eficiente de ordenarlas, dando inicio a múltiples posibilidades de clasificación,

Se hizo imposible describir ese enorme material sin un hilo conductor que permitiera una clasificación y una identificación rápidas. De esta necesidad nacieron los *Métodos* o *Sistemas* que jalonan el esfuerzo de los botánicos durante el siglo XVII y la primera mitad del XVIII. (Guyénot, 1956, p.16-17)

Conviene mencionar algunos ejemplos en este proceso; –en una inspiración aristotélica- de Andrea Cesalpini, un primer intento de clasificación metódica por jerarquía de caracteres:

El carácter más elevado del hombre, dice, es su inteligencia; el de los animales, su facultad de sentir y moverse; el de las plantas, su capacidad de reproducción. Ahora bien, la reproducción, que es el objeto de la planta, no es más que la consecuencia de la facultad primordial de nutrirse. A esas dos funciones esenciales corresponden dos partes diferentes. El órgano de la nutrición es la raíz (...). Por otra parte, el tallo es la sede de la reproducción, pues él es quien engendra directamente los órganos de la fructificación. (Guyénot, 1956, p.17-18)

Según el método de Cesalpini se destaca una estratificación de los seres según sus facultades, poniendo en primer lugar de la escala al hombre, en segundo a los animales y por último a las plantas. La facultad del hombre del pensar lo lleva a la cima, y las demás facultades de animales y

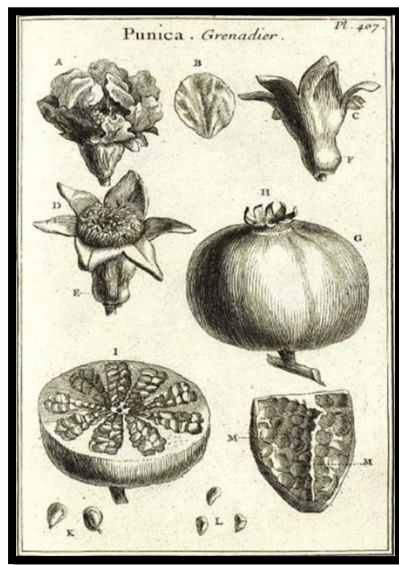
plantas pueden incluso localizarse en una “parte” especial de su organismo...puede reconocerse desde este punto de vista la asociación entre parte y función fundamental: ejemplo nutrición-raíz.

Otro ejemplo es la incorporación de un método de clasificación dicotómico, como el utilizado por A. Q. Bachmann, en el que según el tipo de flor *perfecta* / *imperfecta*, se puede avanzar según cada opción en otras dos opciones más específicas; siguiendo con el tipo de flor *perfecta* están *flores simples* / *flores compuestas*, y así para cada alternativa otras dos (Guyénot, 1956).

En el caso de Joseph Pitton de Tournefort, éste estableció géneros y definiciones precisas de ellos, además de seleccionar la corola (conjunto de pétalos de la flor) como carácter principal para subdividir grupos (Figura 1). Este sistema fue fácil de comprender y practicar; ya que se basaba en caracteres constantes, generales y cómodos de estudiar (Guyénot, 1956).

Figura 1.

Lámina de Punica, Grenadier, dibujada por Joseph Pitton de Tournefort¹⁰.



¹⁰ Dibujo que muestra las partes más importantes de las plantas establecidos como caracteres. Tomado de *Gabinete del grabado* (<https://www.gabinetedelgrabado.com/galer%C3%ADa/ciencias-naturales-ilustradas-s-xviii/tournefort-1656-1708/>).

Y uno de los métodos más importantes lo estableció Carlos Linneo, quien fue considerado el gran reformador de las ciencias descriptivas, comparándosele con Copérnico, e incluso Galileo por sus papeles fundamentales en la Astronomía y Física respectivamente. La importancia que tiene Linneo radica en la habilidad con la que pudo reunir y combinar en un todo homogéneo, las obras botánicas anteriores (Guyénot, 1956):

Linneo creía, por fundar la característica de los géneros en los órganos florales, que introducía un sistema basado en caracteres naturales. Lo proclamó él mismo con esa falta de modestia que constituye uno de los rasgos menos simpáticos de su carácter. Soy el primero –dijo– que ha ideado utilizar para los géneros los caracteres naturales... Nadie antes que yo, hasta donde sé, ha señalado jamás caracteres semejantes... soy el primero que ha comenzado a dar nombres específicos esenciales; antes de mí, no se había señalado ninguna distinción digna de ese nombre. (pp. 24-25)

En efecto con dichas premisas, Linneo escogió como carácter principal los estambres, y a partir de ellos: su número, disposición, dimensiones, y reunión o situación; sin embargo, no fue él quien incluyó como nueva esta manera de clasificar... más bien fue inspirado en ideas anteriores e hizo una recopilación que dio paso a esta manera de abordar los seres vivos (Guyénot, 1956).

Se destaca un gran aporte al papel descriptivo y ordenado en el abordaje de los seres, más fieles a sus características reales. Foucault (1968):

Según él, todo capítulo concerniente a un animal cualquiera debe seguir el curso siguiente: nombre, teoría, género, especie, atributos, uso y, para terminar, literaria. Antes de este lenguaje del lenguaje lo que aparece es la cosa misma, con sus características propias, pero en el interior de esta realidad que, desde el principio, ha quedado recortada por el nombre. (p. 131)

Es decir, la misma denominación del animal, la especie, familia, etc... ya llevaba consigo una descripción incorporada que dejaba claras las características fundamentales de la planta o el animal. El nombre era la definición implícita del ser.

Para Serres (1989), El aporte de Linneo se puede dividir en dos fases: en la primera, establece reglas para determinar los géneros y las especies. El género se define como un nombre común que, junto con una descripción específica, lo distingue de otros. En la segunda fase, Linneo separa el nombre de la descripción (diagnosis) e introduce la nomenclatura binomial (nombre genérico y epíteto específico). Aunque esta metodología no resuelve completamente problemas de sinonimia o la introducción de subgéneros, ayuda a reducir el riesgo de redescubrir o registrar repetidamente el mismo espécimen.

La Estructura y el carácter.

En palabras de Foucault, el método que surge como novedoso e interesante en todos los empeños de “ordenar” el material recolectado para dar cuenta de él, toma forma en la medida que da privilegio a una nueva forma de *observar*, porque deja de servir la *narración* como recurso para reconocer los ejemplares, para dar paso a las *descripciones* basadas en un lenguaje particularizado y universal, un lenguaje que no da cabida a las interpretaciones, incertidumbres o variabilidades, en caso contrario, lo que brinda son certezas frente a la identidad de lo observado.

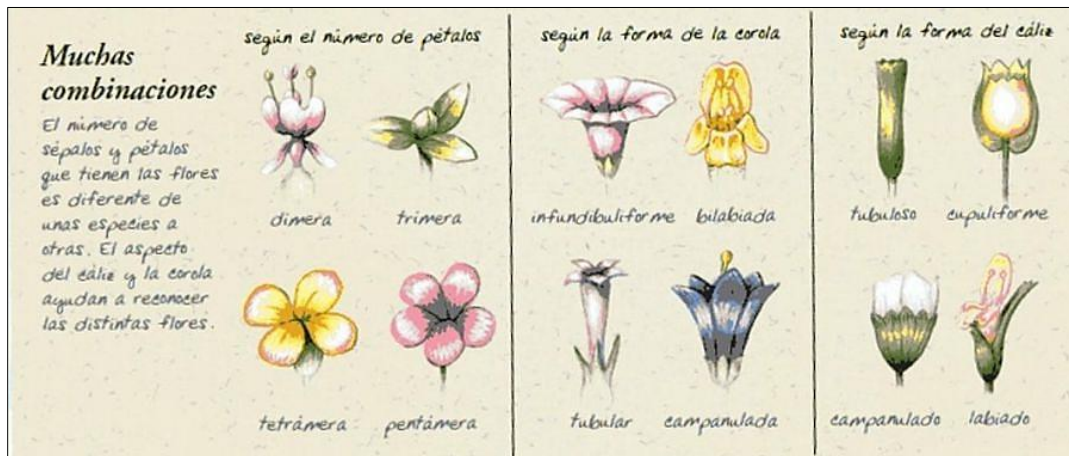
Aquello pues, que constituye lo observable, lo analizable en el ser que se estudia, constituye la *extensión*, y por tanto, define la *estructura*, Foucault (1968):

Ese objeto es la extensión de la que están constituidos los seres de la naturaleza –extensión que puede ser afectada por cuatro variables. Y sólo por cuatro: forma de los elementos, cantidad de esos elementos, manera en que se distribuyen en el espacio los unos con relación a los otros, magnitud relativa de cada uno. Estas cuatro variables se pueden aplicar de la misma manera a las cinco partes de la planta –raíces, tallos, hojas, flores, frutos- especifican lo bastante la extensión que se ofrece a la representación como para poder articularla en una descripción que sea aceptable para todos: ante el mismo individuo, cada quien podrá hacer la misma descripción; y, a la inversa, a partir de tal descripción cada quien podrá reconocer los individuos que pertenecen a ella. (pp. 134-135)

Esta manera de analizar un elemento u órgano, por ejemplo de una planta, puede aplicarse como se muestra en la Figura 2:

Figura 2.

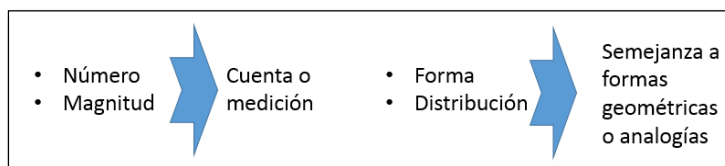
Imagen de los pétalos, corola y cáliz de las flores¹¹.



La flor puede ser clasificada teniendo en cuenta algunas características que dependen de la estructura (Figura 3), por ejemplo, el número de sus pétalos, tenencia o carencia de pétalos, la forma que describe la corola o el cáliz, muchas veces asociadas a una forma geométrica. Lo mismo puede hacerse con los pistilos y los estambres, las partes sexuales de la planta.

Figura 3.

Características de la estructura¹².



¹¹ Dibujo que muestra algunos elementos para considerar una estructura, como número de pétalos, forma de la corola, forma del cáliz, de las flores. Tomado de *Facilísimo* (https://plantas.facilísimo.com/d/tipos-de-flores-segun-sus-petalos_934906.html).

¹² Diagrama que muestra las características que se tienen en cuenta para determinar una estructura. Diagrama de elaboración propia.

Hilando un poco más profundo en el proceso del ordenamiento de las cosas, y en el uso del lenguaje como alternativa de descripción y designación de los seres tal como son, a través de la *estructura*; también es necesario esclarecer las diferencias y semejanzas entre ellos para no dar lugar a la confusión entre dos seres naturales distintos. Una designación por medio de un nombre que le diera una identidad propia, Foucault (1968):

Era necesario que reuniera en una sola y única operación lo que el lenguaje cotidiano mantiene separado: debe designar a la vez muy precisamente todos los seres naturales y situarlos al mismo tiempo en el sistema de identidades y de diferencias que los relaciona y os distingue unos de otros. (p. 139)

Así, Foucault revela los métodos para identificar las diferencias y similitudes entre los seres y establece cómo hacerlo de manera precisa, evitando errores. El carácter surge en este proceso, como el elemento que permite, definir las semejanzas y distinciones. Sin embargo; ¿cómo precisar un procedimiento confiable, para elegir apropiadamente un carácter y hacer las comparaciones de forma eficiente?

Los procedimientos sugeridos son: *El Sistema* y *El Método*; y ambos suponen una manera de abordar los seres, con el fin de seleccionar los *caracteres* más determinantes en la diferenciación, y, ambos a su vez, se oponen. Para el Método se propone, Foucault (1968):

Hacer comparaciones totales, aunque en el interior de grupos empíricamente constituidos en los que el número de las semejanzas es evidentemente tan elevado que la enumeración de las diferencias no tardará en terminarse; y así podrá asegurarse, cada vez más de cerca, el establecimiento de las identidades y de las distinciones. (p. 140)

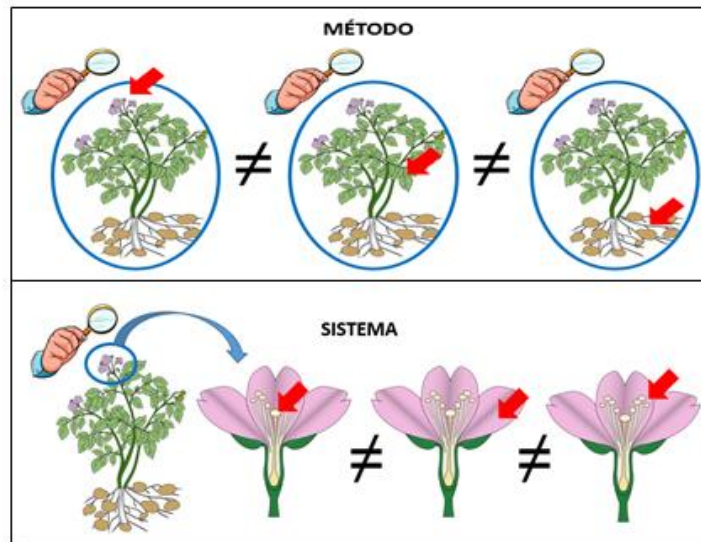
Y para el Sistema se establece, Foucault (1968):

Elegir un conjunto acabado y relativamente limitado de rasgos, en los que se estudiará, en todos los individuos que se presenten, las constantes y las variaciones. (p. 140)

Por lo tanto, el *carácter* depende del tipo de procedimiento que se utilice para hacer las comparaciones, y que resulte más pertinente en la búsqueda de diferencias (Figura 4):

Figura 4.

*Método y Sistema*¹³.



La comparación por medio de estos procedimientos favoreció la agrupación de los seres en categorías, que más allá de establecer denominaciones / o nombres, en un afán por conocer e inventariar la naturaleza, dio paso al establecimiento de identidades y de semejanzas; de posibles relaciones de parentesco, incluso entre especímenes geográficamente separadas.

Así pues el interés por ordenar la naturaleza en la Historia Natural conlleva un paso importante entre la narración a la descripción, y de la inmovilidad de la naturaleza a la riqueza de la misma, en palabras de Foucault (1968):

Los historiadores ven dibujarse, como si fuera ante sus ojos la oposición entre los que creen en la inmovilidad de la naturaleza —a la manera de Tournefort y de Linneo sobre todo— y los que con Bonnet, Benoit de Maillet y Diderot, presienten ya la gran potencia creadora de la vida, su inagotable poder de transformación, su plasticidad. (p. 127)

¹³ Figura que ilustra el procedimiento de comparación de especímenes a través del Método y a través del Sistema. Figura de elaboración propia.

Se resaltan entonces tres aspectos importantes en la Historia Natural, que aportan a la diferenciación de lo vivo, en este primer apartado:

En primer lugar, una evolución en la observación, desde la admiración y colección de una naturaleza exótica y fantástica, hasta métodos de comparación exhaustivos que facilitan la diferenciación e identificación de especímenes. Unido a esto, se derivan los procedimientos de extracción, colección, preservación y organización del material colectado; así como el uso de instrumentos más sofisticados que privilegian esta observación exhaustiva, más afinada que abría “un nuevo campo de visibilidad”.

En segundo lugar los cambios en el lenguaje, desde la narración a modo de relatos, hasta la nominación de especímenes, en donde esa nominación debía ser la precisa descripción de su identidad, de la apreciación de su estructura externa y más tarde anatómica, que comenzaba a develar una manera de organización de estos seres que eran diferentes de las cosas, es decir; el lenguaje alrededor de estos seres vivientes se transformaba y enriquecía mostrando un mundo oculto de nuevas posibilidades de agrupación basados en similitudes y diferencias.

Y, en tercer lugar, el descubrimiento de las posibles relaciones de parentesco entre especímenes que denotaban rasgos de familiaridad en menor, o mayor grado. Esta asociación de características similares permitió la organización de estos seres vivientes en grupos jerárquicos y generales, hasta grupos más subordinados y particulares. Estas múltiples relaciones conllevan a vislumbrar la enorme diversidad de los seres, de una naturaleza continua, diversa y cambiante. “La historia natural habrá cumplido con su tarea fundamental, que es la disposición y la denominación” (Foucault, 1968, p. 142).

La pregunta por la generación y la formación de los seres

La explicación del origen de los seres en principio y hasta el siglo XVII se atribuyó a las fuerzas divinas. Lo interesante de estas explicaciones, es que no tenían como base una duda o necesidad de esclarecer la curiosidad por el origen de las cosas, ni mucho menos los mecanismos. Simplemente por analogías y semejanzas, los individuos se formaban sobre un mismo modelo de génesis o de creación, así como un artista diseña o crea sus obras. De hecho, el concepto de “Reproducción”, se comenzará a establecer a finales del siglo XVIII. “Anteriormente los seres no se reproducían: eran engendrados. La Generación es siempre el resultado de una creación que, en una etapa o en otra, exige la intervención de las fuerzas divinas” (Jacob, 1999, p. 31).

Pero más allá, del proceso de generación, la explicación del parecido de los hijos a sus padres, partían también de los designios y planes de las fuerzas divinas, aludido a conexiones mágicas y secretas, como el *alma* y el *calor*, que permitían la unión entre la materia y la forma. Esta era la fórmula para la generación de un ser, extraída de la imagen de la Alquimia y el arte, Jacob (1999):

La implantación del alma en la materia del cuerpo se convierte así en el momento más importante de la generación. Ello constituye el acontecimiento natural, hoy diríamos, biológico por excelencia. En cuanto al calor innato, constituye la marca misma de la vida. Cuando llega la muerte, el calor se apaga y el cuerpo se enfría a pesar de conservar durante algún tiempo su forma. (p. 35)

En el siglo XVII, con el movimiento que se da en la Historia Natural, los seres se convierten en objeto de observación minuciosa y clasificación (tema abordado en el apartado anterior), y se diferencian de las cosas inertes. Este nuevo estatus de los seres vivientes, redirige el concepto de Generación, a uno que en principio encaja con las leyes que rigen la regularidad del universo, y la permanencia de las formas en el tiempo. Con esto, explica Jacob (1999), las explicaciones sobre el

origen de los seres ya no se aluden a las fuerzas supremas de Dios, sino que hacen parte de los fenómenos físicos controlados por leyes, descifradas por los hombres (mecanicismo).

Sin embargo, el mecanicismo se queda corto para explicar las complejidades de los seres vivientes; en su lugar, el *animismo* le confiere las cualidades especiales a la materia viva, que no ocurre con las máquinas: “En lo viviente se resumen todas las fuerzas de la naturaleza. Ahí la materia manifiesta propiedades casi milagrosas. La materia viva es activada, influida, transformada” (Jacob, 1999, p. 46). Estas explicaciones conllevan a tratar de encontrar razones en la naturaleza misma de los seres vivientes, que lo separa de las cosas inertes, de las inanimadas, arguyendo que estos seres animados están dotados de alma e inteligencia, y, finalizando el siglo XVIII, este influjo será entendido como *fuerza vital*, Jacob (1999):

Ya no se trata de un principio central, de un poder que, asentado en el corazón del organismo, rige sus actividades. Es una cualidad particular de la materia constituyente de los seres vivos, un principio que se extiende por todo el cuerpo, se aloja en cada órgano, en cada músculo, en cada nervio, para conferirle sus propiedades. (pp. 48-49)

Con los avances en las técnicas de observación, se sugieren preguntas por el parecido de los hijos a los padres, y la búsqueda de posibles explicaciones. Entre ellas están el *Preformismo*, que supera el animismo, y, brinda aportes a la anatomía de los órganos sexuales, células sexuales, y primeras aproximaciones al concepto de fecundación.

Preformismo.

A medida que las explicaciones mecanicistas resultaban insuficientes para explicar el proceso de permanencia de los seres, la generación espontánea comenzó a ser estudiada con mayor detenimiento, por ser una expresión singular en la naturaleza, en especial, de los seres vivientes.

Con las prácticas de experimentación, instrumentos y técnicas de observación, las lupas, lentes y primeros microscopios, pronto la generación espontánea pasó a ser superada, comprendiendo así que hay otras estructuras en una escala de menor tamaño, pequeño o microscópico que intervienen en el origen de los seres vivientes. Jacob (1999):

A finales del siglo XVII, los gusanos, las moscas o las anguilas nacen de los gusanos, las moscas o de las anguilas. Allí donde surge un ser vivo, hubo antes uno semejante para engendrarlo. En buena lógica la generación espontánea tenía que desaparecer. Pero se refugia casi inmediatamente en ese mundo invisible y un tanto grotesco de los animálculos. (p. 62)

Como lo menciona Jacob (1999), la Historia Natural sigue entonces mostrando un nuevo espacio visible, que se centra en la estructura de los seres, a partir de allí se realiza la clasificación, y además se comienza a colonizar el mundo microscópico, otro nivel estructural que pertenece a esos seres que se singularizan y se apartan de ese todo uniforme que antes se llamaba *naturaleza*.

La disección de cuerpos de animales, incluso de cadáveres humanos —éstos últimos, realizados de forma clandestina— proporciona el adentramiento a las estructuras internas, y a encontrar correlaciones entre los testículos (ovarios) de las hembras y los testículos de los machos, y la respectiva producción de líquido seminal, todos estos importantes en el proceso de *engendramiento*. La mirada se centrará en encontrar cómo se transmiten las potencialidades de perpetuar las formas vivientes en el tiempo, que le dan sentido al preformismo. Jacob (1999):

El aspecto que hay que explicar de la generación, en una época en la que los seres vivos se determinan por su sola estructura visible, es el mantenimiento a lo largo del tiempo de esta estructura primaria. Esta no puede desaparecer, sino que debe persistir a través de los líquidos seminales, generación tras generación. Para la continuidad de la forma es necesario que el líquido seminal contenga el “germen” del pequeño ser que debe venir, que éste esté “preformado”. El germen representa ya la estructura visible del futuro niño, similar a la de los padres. (p. 64).

Conectada a esta pregunta por la perpetuidad de la forma de los padres a los hijos, está también la pregunta por las potencialidades de los líquidos seminales (huevos de la mujer – animálculos del hombre) y esclarecer qué función cumplen en la fecundidad, frente a esto, las opiniones se dividen, algunos deducen que los huevos llevan el pequeño niño ya preformado en miniatura (germen), y el líquido seminal masculino activa el germen (Figura 5).

Figura 5.

Representación de un Homúnculo¹⁴.



Por otra parte, otros deducen que son los animálculos los que llevan el germen, y el líquido seminal femenino les aporta nido y alimento (Jacob, 1999, p. 65); en ambos casos llama mucho la atención las diferentes puestas en escena que surgen para explicar los mecanismos y estructuras que intervienen en este proceso, desde los comportamientos asociados a “los amores” entre el macho y la hembra, hasta los órganos penetradores, líquidos, condiciones de calor y frío, cualidades de fuerza o debilidad asociada al sexo, puesta o no de los huevos, el crecimiento y desarrollo de las crías, recorridos de los líquidos seminales, formas de los demás órganos – canales – aberturas – vasos, etc. que intervienen en este enigmático proceso de la fecundidad.

¹⁴ La representación de un “Homúnculo”, que lleva la forma diminuta del niño. Tomado de *Wikipedia, la enciclopedia libre* (<https://es.wikipedia.org/wiki/Preformacionismo>).

Retomando entonces la curiosidad creciente sobre los mecanismos de la fecundidad, ahora la pregunta se traslada a los líquidos simientes, y sobre ellos se pone la lupa, o, para ser más exactos, los lentes del microscopio en búsqueda del diminuto animalito o diminuto humano escondido en el huevo femenino o el animálculo masculino, pero, fracasan, en efecto no se logran observar figuras parecidas a las que se habían pensado, Jacob (1999):

Los animálculos se diferencian según el sexo, dice Leeuwenhoek, y se distinguen en Machos y Hembras. Muchos intentan descubrir en su microscopio la forma de cada animal dentro del animálculo correspondiente. Pero todo es en vano; pese a los esfuerzos, no se distingue ninguna forma oculta tras la piel que envuelve el animálculo. Hay que resignarse. El germen se asemeja a un pez o a un gusano, lo que se ajusta a los usos de la naturaleza. (p. 66)

Pese a que la observación a través del microscopio demuestra que no hay seres diminutos preformados idénticos a los padres en las simientes, la idea de preformismo no se superará hasta que la embriología y la evolución de los medios técnicos y de experimentación reconozcan un siglo más tarde (XIX), los procesos de desarrollo de las diferentes estructuras a través del embrión hasta convertirse en feto.

Sin embargo, la idea de preformismo y el estudio de las simientes, comienza a llamar la atención sobre la regularidad de las semejanzas. Ya no se hablan de monstruos, ni bestias, ni uniones entre animales de especímenes diferentes, dando como resultados animales extraños o fantasiosos; porque se establece que hay una filiación entre semejantes, y así producen otros semejantes. La misma observación detallada en los humanos y la recopilación de la información de los rasgos similares transmitidos a través de diferentes generaciones comienza en este punto, encontrando que las características heredadas pueden provenir de la madre o el padre, superando al fin la confrontación del sexo que llevaba consigo el plan del nuevo ser, “el germen” en sus simientes (huevo o animálculo), Jacob (1999):

Con el concepto de generación, ni la formación de un ser vivo ni la persistencia de las especies podían escapar a las causas finales. Aún después del cambio de actitud que traslada la animación del mundo de las fuerzas ocultas a las leyes de la naturaleza, y de que éstas tomaran a su cargo incluso el desarrollo del germen, era necesario recurrir a una creación individual para cada ser vivo del pasado, el presente o el futuro. (p. 76)

En el siglo XVIII se ha interpretado que en efecto, la forma de los padres se reproduce en el hijo, por la mixtura de estas simientes, y que se necesita de *una memoria*, que no es otra cosa que la estructura misma de ese nuevo ser. No obstante, las limitaciones técnicas de la época, aún no logran develar el mecanismo por el cual se transmite esa “memoria”.

Hasta este punto, es necesario evidenciar que la pregunta por ¿Cómo se perpetúan en el tiempo las formas de la naturaleza?, al ser considerada una naturaleza inmóvil; se transforma en la pregunta por el origen de los seres vivientes, descubriendo que los mecanismos para explicar la fecundidad y la transmisión del parecido de los hijos a los padres, no puede ser explicada como si estos seres fueran máquinas, desembocando comprensiones sobre la peculiaridad de los seres vivientes, y las estructuras internas que escapaban a la vista superficial, sobre todo en los animales, que a diferencia de las plantas no tienen sus órganos expuestos, sino ocultos bajo la piel.

Por otra parte, y en simultáneo, con los avances de la clasificación de los seres, se vislumbra que cada espécimen se parece y se diferencia de otros por su estructura interna. Es necesario entonces, reagrupar a los animales en taxones en los que su anatomía les permite ser más semejantes. También se comprende que, sólo los seres vivientes tienen esta facultad de originar a sus semejantes- a diferencia de las otras cosas de la naturaleza-, por lo que la generación espontánea cada vez es menos aplicable a los organismos estudiados. Más adelante, también, con los avances en el estudio de la herencia, (Siglo XIX) se encontrará la capacidad que tienen los seres vivientes de cambiar y adaptarse, derribando la idea de la inmovilidad e inmutabilidad de la naturaleza.

Cierro este apartado, con un comentario muy pertinente sobre la reproducción, Jacob (1999):

Pero la idea de reproducción, la búsqueda de un mecanismo común a todos los seres vivos, la necesidad de ir más allá de la superficie visible, y de recurrir a una organización oculta, todo esto va a contribuir a hacer posible una biología, es decir, una ciencia de lo vivo. (p. 78)

Cómo se componen y organizan los seres

Con la clasificación se constituye un orden de los seres vivientes, basados en la capacidad de la observación minuciosa, en un inicio, en la búsqueda de maneras que faciliten la colección y el conocimiento de ese vasto mundo oculto y misterioso. Fue así como el carácter se convirtió en la pieza fundamental a partir del cual se pudieron establecer métodos de organización, agrupación e identificación de las plantas y los animales, estableciendo los principios generales de la taxonomía, a partir de la comparación de estructuras visibles. Sin embargo, el carácter cambia su relevancia y connotación en la taxonomía, cuando por ejercicio de la comparación de las partes internas de los animales, el campo de visibilidad se transforma en uno más complejo.

Según Foucault (1968) “La transformación de la estructura en carácter, va a fundamentarse en un principio extraño al dominio de lo visible –un principio interno irreductible al juego recíproco de las representaciones. Este principio es la organización” (pp. 222–223). Fundamenta esta afirmación en la jerarquía de caracteres que se basa en la importancia y subordinación de las funciones para el ser vivo, y, la correlación de las partes u órganos, así como la correlación entre la taxonomía y la nomenclatura. De la misma manera Jacob refuerza esta afirmación, al indicar que, Jacob(1999):

Durante todo el siglo XVIII, el carácter no representaba más que un fragmento del organismo, un elemento independiente, elegido por su utilidad para la taxonomía. Con la búsqueda de las semejanzas funcionales, el carácter sale de su aislamiento para convertirse en el elemento de un conjunto. (...) el carácter no debe ser considerado aisladamente, sino en función de las relaciones que lo ligan al conjunto de las estructuras del organismo. (pp. 87-88)

Con los aportes del establecimiento de la Taxonomía y la observación anatómica de los animales y humanos, surge una estructura oculta, que muestra una especie de organización que subyace a estos seres, y converge en la construcción de un nuevo término, que más adelante se convertirá en un concepto absolutamente trascendental en la Biología, que es la *Organización*. En principio la organización se entiende como lo que compone a un ser vivo, sus partes, o elementos, la naturaleza de su material. Pero, poco a poco, el termino muta para describir la *Arquitectura oculta* que evidencia una red de relaciones que subyacen a los seres vivientes, su funcionamiento y coordinación de sus órganos, una cualidad propia y especial, Foucault (1968) “La organización se inserta entre las estructuras que articulan y los caracteres que designan, introduciendo entre ellos un espacio profundo, interior, esencial” (p. 227).

La organización va entonces más allá de la agrupación de partes o combinación de elementos, o su composición. La organización comprenderá pues, la interdependencia de los órganos, su funcionamiento coordinado, una entidad, un todo que funciona y satisface sus necesidades para mantenerse vivo. Jacob (1999) “Lo que importa ahora ya no es la diferencia interna, sino la semejanza profunda (p. 87).

Aunque la organización ya no se entiende como "composición", es importante considerar varios aspectos de la "Composición de los seres vivos", que era uno de los recursos explicativos más destacados de la época. Esta teoría, asociada al mecanicismo, sostiene que la materia está formada por corpúsculos, una idea ampliamente desarrollada en la física y la química, que otorga cualidades a los cuerpos y propiedades a las sustancias. Desde allí, no escapan los seres vivientes de ser escudriñados para encontrar los corpúsculos que los constituyen. Jacob (1999) “La estructura visible de un ser organizado, como la de las cosas, debe basarse en la disposición de las partículas y en su unión bajo el efecto de una fuerza similar a la atracción, que cohesiona el conjunto” (p. 80).

Y la búsqueda de esta unidad elemental en los seres vivos, o los seres organizados, futuramente constituirá la “Teoría celular”.

Jacob (1999) describe muy bien, que haciendo uso de los métodos de experimentación del momento, la disección, el microscopio, y, en el escrutinio de los cuerpos (músculos, diferentes órganos, tendones) se pueden observar láminas o fibrillas, consideradas las *partículas elementales*, estas fibras se entrelazan en todas direcciones, formando redes que conectan las partes del cuerpo. La consistencia y flexibilidad de un órgano se deben al entrecruzamiento de estas fibras.

Estas fibras tienen una estructura compleja y al unirse, otorgan al cuerpo sus características específicas. Desde este punto de vista, la noción de composición elemental enriquece la de “Organización”, Jacob (1999):

Es la interacción de las partes lo que da significación al todo. Los seres vivos se convierten en conjuntos de tres dimensiones en los que las estructuras se superponen en profundidad, según un orden dictado por el funcionamiento del organismo considerado en su totalidad. La superficie de un ser está dominada por la profundidad, y los órganos visibles por funciones invisibles. Lo que rige la forma, las propiedades y el comportamiento de un ser vivo es su organización. (p. 79)

Cuando el concepto de organización se vuelve fundamental para describir la naturaleza, facilitando el paso de la estructura visible a su designación, redefine la taxonomía y la clasificación. Esto lleva a distinguir claramente entre lo orgánico y lo inorgánico, y hace que la antigua división en tres reinos quede obsoleta. Foucault (1968):

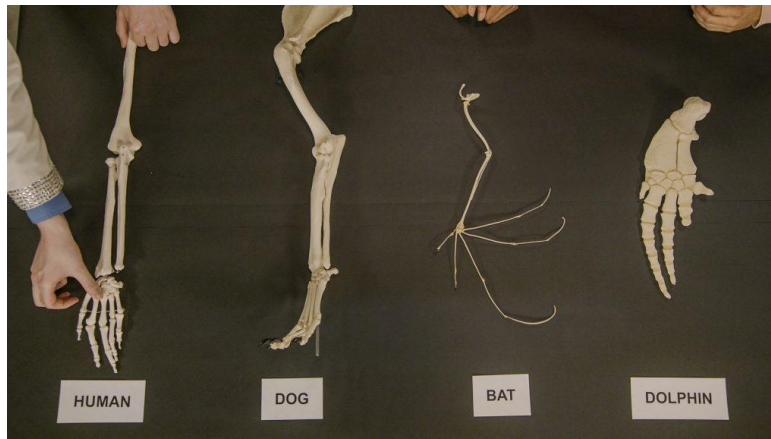
Lo orgánico se convierte en lo vivo y lo vivo es lo que produce, al crecer y reproducirse; lo inorgánico es lo no vivo, lo que ni se desarrolla ni se reproduce; está en los límites de la vida, lo inerte y lo infecundo –la muerte. (p. 228)

Del naturalismo a los albores de la Biología

A lo largo del siglo XVIII la observación y la comparación, modificaron el proceder y el interés del naturalista. Se pasó de la observación minuciosa del individuo, a la comparación anatómica (Figura 6), buscando relaciones entre los órganos de diferentes animales, o entre los órganos de un mismo animal, a los que subyace una organización compleja.

Figura 6.

*Anatomía comparada*¹⁵.



Los seres vivos se distinguen claramente de los objetos inanimados, y poco a poco se configura el campo de una ciencia dedicada al estudio de los organismos vivientes. A finales del siglo XVIII, Lamarck, Treviranus y Oken introducen por primera vez el término "Biología" para referirse a la ciencia que se encargará del estudio de las plantas y los animales, dos tipos de seres vivos. Jacob (1999):

Provista así de un nombre y un objeto de estudio, la nueva ciencia irá perfilando progresivamente sus conceptos y técnicas propias a lo largo del siglo XIX. Más allá de las diferencias de forma, de propiedades y de hábitat, se trata de descubrir los caracteres comunes a los seres vivos y dar contenido a la palabra *vida*. (p. 91)

¹⁵ Ejemplo de la comparación de las extremidades superiores de diferentes animales, para encontrar las semejanzas y diferencias en los huesos que las componen. Tomado de *Generation Genius* (<https://www.generationgenius.com/es/anatomia-comparativa-material-de-lectura-6-a-8-grado/>).

3.2 PROFUNDIZACIÓN TEÓRICO - PEDAGÓGICA

La profundización teórico – pedagógica se divide en tres partes: La primera que trata sobre la categoría de *Problemas de conocimiento*, del grupo Eco-perspectivas UPN, la segunda, sobre *el papel de la Observación*, teniendo como referentes a Hernández, G. & Rodríguez, L. M., y, en tercer lugar, *el papel de la Representación*, teniendo como referente a Hacking, I.

3.2.1 Problemas de conocimiento

Como se comentó en el contexto problemático, “*Los problemas de conocimiento*” son una posibilidad para la enseñanza de las ciencias naturales, propuesta por el Grupo Eco-Perspectivas (UPN). Para ello se parte de que el *conocimiento* debe asumirse como una actividad cultural, y la *ciencia* como una actividad de construcción de explicaciones. Esta alternativa nace de la necesidad de diseñar propuestas innovadoras e investigativas para que los estudiantes tengan nuevas experiencias de aprendizaje, y de la misma manera que los maestros comprendan las diversas condiciones pedagógicas que influyen en este proceso (Valencia et al., 2003).

Por lo tanto, esta propuesta une los intereses de la autora al sugerir nuevas estrategias para las experiencias de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en la educación básica y, al mismo tiempo, convertir estas estrategias en recursos para la investigación y el desarrollo profesional del docente de ciencias naturales. Esta categoría considera criterios epistemológicos, pedagógicos y didácticos, los cuales se describirán a continuación:

Referentes epistemológicos

Los referentes epistemológicos exploran cuestiones sobre la naturaleza del conocimiento, cómo se produce y las estrategias que se utilizan para su legitimación social. Se privilegia en esta parte el papel que tiene la *representación* como un espacio de significación. Así lo expresan Valencia et al.

(2003), “Las representaciones son entendidas como construcciones discursivas con carácter ideológico que expresan relaciones de saber-poder que se dan en los contextos culturales donde circulan (p. 2).

En este sentido, las representaciones no promueven un solo discurso verdadero, sino que promueven las relaciones de los sujetos, en la construcción de varios discursos que coexisten y se enriquecen, en otras palabras; Valencia et al. (2003) “Las representaciones individuales se socializan, se alteran y coexisten con otras; esto es, hacen parte de un juego de explicitación, contrastación, enriquecimiento y transformación colectivo” (p. 3).

Sin embargo, los autores de esta categoría ponen de manifiesto –citando a Morín, 1998- que existen algunas condiciones que intervienen en las relaciones sujeto-saberes y sujeto-objeto. Estas condiciones las designan como *Concesiones epistemológicas*, y se entienden como Valencia et al. (2003): “Una condición de negociación de significados, experiencias y concepciones del mundo que hace posible transformar el pensamiento y darle un carácter gradual y fluido a las rupturas epistemológicas” (p. 3). Los autores mencionan dos concesiones epistemológicas: la primera se refiere a la relación entre sujeto y objeto, donde los fenómenos naturales son considerados cognoscibles; la segunda está relacionada con la capacidad de desafiar las perspectivas inmediatas y las interpretaciones simplistas del fenómeno en cuestión; en consecuencia -Figura 6- Valencia et al. (2003):

En los Problemas de Conocimiento, los sujetos ponen en juego diferentes estrategias para construir explicaciones a situaciones del mundo natural y social que transforman las representaciones desde las cuales se relaciona consigo mismo, con los otros y con su entorno. Esta transformación puede describirse en términos de la tensión permanente que se da entre, el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones. Estos tres elementos son interdependientes y complementarios y caracterizan los procesos de construcción de conocimiento en ciencias. (p. 4)

A continuación, se presenta una tabla (Tabla 3) que resume estas tensiones (artificialización del mundo natural, cuestionamiento de la experiencia básica y complejización de las relaciones), las cuales se complementan y son interdependientes en los procesos de construcción del conocimiento:

Tabla 3

Elementos para la construcción de conocimiento¹⁶

Elementos y tensiones en la construcción de conocimiento en las Ciencias Naturales	
“El cuestionamiento de la experiencia básica” (Valencia et al., 2003, p. 4).	Es el momento que permite al sujeto obtener una nueva comprensión del fenómeno, desafiar las primeras analogías, enriquecer las metáforas, complicar las descripciones y clarificar los significados. De este modo, la búsqueda de principios, la verificación de leyes, la evaluación de teorías, la formulación de preguntas y el desarrollo de supuestos son actividades características de esta fase (Valencia et al., 2003).
“La artificialización del mundo natural” (Valencia et al., 2003, p. 5).	El sujeto obtiene herramientas para desarrollar objetos de conocimiento y establece estrategias para definir variables, construir relaciones y derivar principios en su proceso de comprensión sistemática de los fenómenos. El fenómeno deja de estar en el ámbito de los conocimientos consolidados y comienza a ser visto como un objeto de estudio y un campo de posibilidades para la acción constructiva del pensamiento (Valencia et al., 2003).
“La complejización de las relaciones” (Valencia et al., 2003, p. 5).	En este punto, la construcción del fenómeno debe entenderse en su complejidad, lo que exige un cambio en la forma en que el sujeto observa, piensa y actúa. Es necesario un pensamiento que pueda dialogar y negociar con la realidad (Valencia et al., 2003).

Estos elementos definen las condiciones bajo las cuales se induce de forma organizada a la construcción de explicaciones, desde el momento 1, en el que se aproxima a la primera experiencia, al momento 2, en donde se modela, y por último un momento 3, que posibilita la comprensión de un fenómeno de forma sistémica y compleja. Cada elemento a su vez, involucra unas formas de proceder particulares.

¹⁶ Elementos y tensiones que se dan en el proceso de construcción de conocimiento en las ciencias naturales. Tabla de elaboración propia, tomando como base la información del artículo: Valencia Vargas, S., Méndez, O., Orozco, J.C., Jiménez, G. & Garzón, P. (2003). *Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias*. TEA, 14(5574): 109-120. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/15605>. Pp. 4-5.

Referentes pedagógicos

Los autores sostienen que la escuela se configura como un espacio de transformación cultural, donde las subjetividades de los individuos coexisten y dialogan, dando lugar a nuevos sentidos colectivos y a la creación de nuevos paradigmas educativos (Valencia et al., 2003). Así, el estudiante se considera un sujeto social del conocimiento, es decir, una persona que se desarrolla continuamente a través de las relaciones que establece consigo mismo, con los demás y con su entorno. Por otro lado, el maestro se ve como un intelectual comprometido ideológicamente y facilitador de procesos de transformación cultural (Valencia et al. (2003), que comete riesgos de *propositividad, azar, y, transformación*, en los que renueva la experiencia pedagógica constantemente, Valencia et al. (2003):

Desde este contexto, la enseñanza de las ciencias se piensa como la puesta en acción de estrategias de transformación cultural que generan relaciones alternativas, con la información, con los otros, con la experiencia y con el entorno natural, en las que se actualiza el universo representacional de cada sujeto y es posible construir sentidos colectivos, diferentes formas de ser, hacer y pensar el mundo. (p. 7)

El aula de clases se configura entonces, como un espacio propicio para potenciar aptitudes y valores, que promuevan en el estudiante –como sujeto social- su deseo activo por aprender, por *conocer*. En este contexto, los problemas de conocimiento posicionan la enseñanza de las ciencias como una actividad cultural que crea condiciones comunicativas y experienciales para desarrollar explicaciones, Valencia et al. (2003):

En esta perspectiva, los Problemas de Conocimiento configuran la actividad que vivencia un grupo de sujetos que comparten preguntas alrededor de una situación particular, donde hacen una continua construcción de criterios o elementos que permitan ir validando los desarrollos del grupo y a su vez crean un lenguaje propio que se expresa no sólo en el lenguaje articulado, sino también en el gráfico. (p. 8)

Referentes didácticos

Dado que el aula es un entorno de relaciones complejas, es crucial comprender los intereses, motivaciones y conexiones de los estudiantes con otros elementos relacionados con las dinámicas escolares, tales como los textos, las excursiones pedagógicas, el material audiovisual y los espacios de socialización (Valencia et al., 2003), para esta categoría se proponen unos criterios de actuación y formas de trabajo; que hacen parte de los referentes didácticos, igual de significativo y estrechamente relacionado con los referentes epistemológicos y pedagógicos. A continuación, se muestra una tabla (Tabla 4), que sintetiza estos criterios:

Tabla 4

Criterios de actuación y formas de trabajo en los referentes didácticos¹⁷

Criterios de los Referentes didácticos		
Criterios de actuación	Situaciones desencadenantes	Surgen en la intersección de preguntas, la comparación de hipótesis, la definición conjunta de intereses, y las discusiones espontáneas, entre otros. Estos se convierten en espacios para cuestionar eventos del mundo cotidiano, permitiendo a un grupo de personas dirigir y definir sus intereses con el objetivo de construir conocimiento (Valencia et al., 2003).
	Relaciones alternativas	Estas relaciones se establecen con la información (mediante la revalorización de materiales y documentos), con los demás (quienes juegan un papel crucial en la producción colectiva de conocimiento), con el entorno natural (que se entiende como un sistema de relaciones del cual uno forma parte), y con la experiencia (que abarca las habilidades del sujeto para utilizar y potenciar la experiencia como fuente de aprendizaje y significado) (Valencia et al., 2003).
	Ambientes de comunicación	Entender que el sujeto se forma y se define a través del lenguaje requiere fomentar actividades en el aula que faciliten la conversación, la escritura y la escucha. Por lo tanto, la clase de ciencias debe ser un entorno en el que los estudiantes puedan plantear preguntas, definir problemas, expresar dudas y desarrollar soluciones alternativas (Valencia et al., 2003).
Formas de trabajo	Salidas pedagógicas	Actividades que involucren la exploración del entorno fuera del aula, proporcionando un escenario para observar, cuestionar, explicar y aprender (Valencia et al., 2003).
	Planes de trabajo	Momento de organización, proyección y planeación de lo que se va a hacer, los procedimientos implicados y los recursos. Con esto, se plantean los objetivos, las estrategias metodológicas – experimentales, las fuentes de información, entre otras. (Valencia et al., 2003, pp. 11 - 12).

¹⁷ En los referentes didácticos se proponen unos criterios de actuación y unas formas de trabajo que enriquecen las estrategias didácticas en los espacios de enseñanza aprendizaje. Tabla de elaboración propia, tomando como base la información del artículo: Valencia Vargas, S., Méndez, O., Orozco, J.C., Jiménez, G. & Garzón, P. (2003). *Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias*. TEA, 14(5574): 109-120. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/15605>. Pp. 9 – 13.

	Talleres	Actividades destinadas a definir contenidos, mejorar habilidades metodológicas, integrar descubrimientos y fomentar la discusión en grupo (Valencia et al., 2003).
	Producción de material	Es una actividad escrita que desafía a los estudiantes a desarrollar nuevas maneras de formular explicaciones, estructurar sus ideas y compartir sus experiencias y aprendizajes (Valencia et al., 2003).

3.2.2 *El papel de la observación*

Una de las cosas que se destacan en la Historia Natural, es como las formas de “ver” evolucionaron drásticamente. La ampliación de los espacios de *visibilidad* permitió descubrir y aproximarse como tal a las ciencias de la vida. La observación descrita como un privilegio por Foucault (1968): “Del lado de los orígenes o motivos se colocan los nuevos privilegios de observación: los poderes que se le atribuirán, a partir de Bacon, y los perfeccionamientos técnicos que le otorga la invención del microscopio” (p. 126), constituye sin duda una de las formas de proceder que más impacto tiene en la diferenciación entre lo vivo y las cosas.

Es importante explorar más a fondo el concepto de "observación" y su papel esencial en la construcción del conocimiento científico, así como en los entornos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

Hernández y Rodríguez (2003), consideran que “la observación sistemática y rigurosa, o como quiera adjetivársele, es condición indispensable de científicidad” (p. 83), por lo que no se le puede negar a este proceso su papel elemental en los procesos de investigación, problematización y elaboración de preguntas, en el contexto de las ciencias, más aún en la ciencia experimental.

Estos autores, estiman que aunque la observación es esencial en la relación sujeto – objeto, es necesario comprender cómo ésta, según la postura que se adopte: Observación pura (perspectiva empirista), Observación cargada de teoría (perspectiva racionalista) u Observación por interacción

sujeto – objeto (perspectiva conciliadora - interaccionismo) aporta a las discusiones epistemológicas, Hernández y Rodríguez (2003):

En este plano, la relación (y por lo tanto la conceptualización misma de lo que es el sujeto y el objeto) está dada por las acciones del sujeto sobre el objeto. Si la observación tiene sentido, es cuando esta se aplica a las acciones y al resultado de las acciones, no al objeto “como tal”. (p. 85)

En primer lugar, Hernández y Rodríguez (2003) toman como referente el trabajo de Locke, J. (*Ensayo sobre el entendimiento humano*, 1974), para definir el concepto de *Observación pura*. Esta se efectúa del exterior al interior, y, el objeto es el que desempeña el papel fundamental. Es decir, el primer paso hacia el conocimiento es la percepción directa o *las ideas simples*, proporcionadas por la sensación y por la reflexión. De la percepción se acompañan los procesos mentales de retención, discernimiento e idea de solidez. De estas aproximaciones al trabajo de Locke, los autores destacan dos conclusiones: a. La observación pura sólo se da al inicio del conocimiento, a través de la percepción, es decir, de los sentidos. b. El conocimiento es consecuencia del sujeto sobre sus propias ideas, y no producto de la observación de objetos externos.

En segundo lugar, para definir el concepto de *Observación cargada de teoría*, Hernández y Rodríguez (2003) toman como referente el trabajo de Hanson, R. (*Patterns of discovery*, 1958), en donde la observación “es una acción del sujeto que determina al objeto, en forma unidireccional del interior hacia el exterior” (p. 93), desde este punto de vista, la observación que realizan dos observadores del mismo objeto, no será la misma, porque su organización intelectual es diferente, es decir que *la observación está cargada de teoría*:

En el ejemplo imaginario de Hanson, ninguno de los dos ve los datos sensoriales, es decir, ese disco brillante de color amarillo; ambos observan dos sucesos diferentes de acuerdo con su organización previa respecto del movimiento de los astros. No es un acto de los sentidos, es un proceso en el cual la observación se realiza del sujeto hacia el objeto, determinada por el conocimiento previo del sujeto. La carga teórica de la observación adquiere una

nueva dimensión como en los experimentos practicados para “observar” el núcleo del sol, realizados por los físicos. (Hernández y Rodríguez, 2003, pp. 94 - 95)

En este caso, la teoría, o el conocimiento del sujeto, preceden siempre a la observación. Hernández y Rodríguez (2003) dejan en este apartado, sobre los postulados de Hanson, una pregunta que queda sin resolver, y es: ¿Cuál es el papel que desempeña la observación en la construcción del conocimiento, si es posible observar algo no conocido o no previsto? (p. 96).

La Observación por interacción sujeto – objeto (perspectiva conciliadora - interaccionismo), está en tercer lugar, como otra posibilidad de observación, según Hernández y Rodríguez (2003), en la que hay algunos puntos de encuentro entre el empirismo y el racionalismo. Recordemos que:

Partiendo del esquema general de la relación sujeto – objeto, una versión simplificada del racionalismo señala que la observación es una acción que va del sujeto al objeto, antípoda de la versión igualmente simplificada del empirismo, en donde la observación va del objeto al sujeto. El punto de encuentro de ambas perspectivas, según algunos autores (...), es la filosofía de Kant, que por ubicarse en esa doble corriente, puede denominarse interaccionista. (Hernández y Rodríguez, 2003, p. 96)

Para explicarlo de forma sencilla, citando a Kant (1787), Hernández y Rodríguez (2003): “Todo nuestro conocimiento comienza con la experiencia, reitera Kant, pero no por eso todo el conocimiento se origina en la experiencia” (p. 97), así pues, la experiencia surge de la interacción entre el sujeto y el objeto. Además, también se citan los aportes de Berkeley, G. (*Teoría de la visión y Tratado sobre el conocimiento humano*, 1948); que sugiere que, Hernández y Rodríguez (2003): “La visión es más un juicio basado en la experiencia, que un acto de los sentidos” (p. 99). De cualquier modo los autores manifiestan que en ambas posturas se tiende a ir a uno de los extremos, y no es clara la relevancia de la observación en la producción de conocimiento, Hernández y Rodríguez(2003):

En síntesis, si la observación es pura, con ella no puede construirse el conocimiento; si está cargada de teoría, no puede aportar algo nuevo al conocimiento. Y si todo esto es así, ¿no será posible que la observación no tenga ningún papel en la construcción del conocimiento?

¿Y si no es la observación, entonces cómo y con qué se construye el conocimiento del mundo? (p. 107)

Partiendo de estos cuestionamientos, Hernández y Rodríguez (2003), proponen otra alternativa frente al papel que tiene la observación en la construcción del conocimiento científico, y, para ello plantean dos elementos básicos: “El primero es considerar al ser humano en su dimensión biológica; el segundo es interpretar al conocimiento como un elemento más de relación entre el organismo y su ambiente”; con esta propuesta surge un nuevo plano de la relación sujeto – objeto, y es *la acción del sujeto sobre el objeto* (108).

Para argumentarlo se basan en la investigación de Piaget, J. (*El origen de la inteligencia en el niño*, 1990, y, *La construcción de lo real en el niño*, 1995), sosteniendo que, Hernández y Rodríguez (2003):

Nuestro objetivo es mostrar que en el proceso del conocimiento no hay observación pura, así como tampoco es posible que exista la pura observación: hay acción del sujeto sobre el objeto, y lo que observamos son nuestras acciones. (p. 110)

En este orden de ideas la observación interviene en la manera cómo el sujeto se construye a sí mismo, y al objeto/mundo, -como ser cognoscente- en la medida que se relaciona con él, por medio de sus acciones deliberadas. Más allá del intelecto, y los sentidos que permiten al sujeto *ver* el exterior; la observación se centra en las acciones que realiza y el resultado mismo de estas acciones, así configura su mundo, lo transforma, y lo asimila, Hernández y Rodríguez (2003):

La observación, que desempeña por supuesto un papel fundamental en la construcción del conocimiento, no está relacionada con los sentidos y las sensaciones. Es una observación, como se ha dicho, orientada a los objetos en tanto que han sido objeto de una transformación por parte del sujeto, así como hacia la estructura misma de las acciones que consiguen esas transformaciones. El significado de este tipo de observación para la comprensión de la actividad científica puede conducir a nuevas interpretaciones sobre el significado de la experimentación y el uso de instrumentos en la investigación científica. (p. 121)

La observación pues, se instala en los efectos de las acciones del sujeto (físicas e intelectuales) en los esquemas mentales, “una doble invariante funcional en la que el pensamiento se organiza a sí

mismo, al adaptarse al mundo de los objetos externos, y que, al organizarse a sí mismo, organiza el mundo exterior” (p. 121).

3.2.3 El papel de la representación

Teniendo en cuenta los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento, se entiende que las representaciones son construcciones discursivas con un carácter ideológico, que surgen en contextos de significación y facilitan la interacción con el mundo, la adaptación y la creación de conocimiento (Valencia et al., 2003), lo que quiere decir que el aula, y los ambientes educativos pueden convertirse en escenarios valiosos de enriquecimiento de tales representaciones.

Para entender un poco más, lo que es la *representación* y su importancia en las ciencias, hay que profundizar un poco en sus connotaciones. Según Hacking (1996), “La palabra representación tiene un pasado bastante filosófico. Fue usada para traducir la palabra *Vorstellung* de Kant, algo que se coloca frente a la mente, una palabra que incluye imágenes como otros pensamientos más abstractos” (p. 160). No se puede ignorar la profunda conexión entre el lenguaje y las representaciones, sin embargo, éstas fueron primero –de primer orden-, incluso primero que la realidad, un concepto de segundo orden, por tanto; las representaciones son particularmente *humanas*, no hay otras especies que presenten la facultad de representar.

Una cualidad que le atribuye Hacking (1996) a la representación, son las *similitudes*, sin embargo, no define con certeza qué es una similitud, de hecho, él mismo reconoce que no se sabe qué es, pero que no cabe duda que la representación deberá ser similar a lo que representa. Esto también lo sustenta con el hecho de que las representaciones no son fiel copia de las cosas mismas, ni pretenden decir cómo son las cosas (pp. 165 – 166), de hecho, una cosa es la representación, y otra lo real.

Partiendo de que las representaciones son imágenes de la realidad del sujeto, y en la medida en que se ha complejizado el lenguaje y el entendimiento humano, es posible encontrar sistemas alternativos de representación, por lo que se puede decir que las representaciones que hacen los sujetos no son iguales, y pueden tener un nivel de complejidad distinto (Hacking, 1996, p. 167), son por lo tanto nuevos tipos de realidad. Trasladando este atributo de las *representaciones* al aula de clase, es posible entonces instar a los estudiantes a poner en juego sistemas alternativos de representación, a través de diferentes actividades intencionadas, formas de proceder y actuar variadas que favorezcan la emergencia de representaciones, y con ellas, explicaciones y productos más complejos y estructurados.

Hacking (1996) también pone de manifiesto el concepto de *apariencia*, que es el inverso a *realidad*. Esto pone en discusión la forma en cómo se puede asumir como equívoca o acertada la representación en sí. Para aclarar estas dudas, la Metafísica, que trata los criterios de realidad puede clasificar entre los buenos y los malos sistemas de representación, desechando la idea de falso, o verdadero, que no son cualidades de las representaciones (170).

Para tener una idea, de lo que Hacking (1996) expresa como *sistemas alternativos de representación*, cito este párrafo, Hacking (1996):

Pero Hertz estaba en lo correcto respecto a la representación. En la física y en muchas otras conversaciones interesantes hacemos representaciones -imágenes en palabras, por así decirlo. En la física hacemos esto por medio de elaborados sistemas de modelaje, desarrollo estructuras, teorías, cálculos, aproximaciones. Estas actividades son representaciones reales y articuladas de cómo es el mundo. (p. 172)

La representación entonces, se constituye como la manera en la que los sujetos dan cuenta de su realidad, y dichas representaciones pueden situarse desde lo simple hasta lo complejo. Por esta razón, las representaciones son recursos discursivos valiosos en la clase de ciencias y aportan significativamente a la construcción de explicaciones individuales y colectivas.

Par finalizar este apartado de la profundización teórico – pedagógica, se realiza un ejercicio de recapitulación de algunos aspectos que se destacan:

En primera medida están aquellos referentes epistemológicos vinculados a la parte pedagógica, que definen cómo se aprende o cómo se construye el conocimiento, porque desde allí, se pueden revisar las estrategias de enseñanza - aprendizaje utilizadas en el aula, y las imágenes de conocimiento que el docente privilegia en los espacios escolares. Desde la manera en cómo nos situamos frente al objeto de estudio, en el caso particular de lo vivo, se abordan la *observación* y la *representación*.

A la Observación, se le atribuye la ampliación del *campo de visibilidad* en la Historia Natural, para que la naturaleza cambiara su estatus de un “todo invariante”, al descubrimiento de lo vivo como entidades complejas. Por tanto, el papel que juega en el aprendizaje, y las maneras como nos relacionamos con el objeto de estudio son determinantes. Aquí se explicita que la observación, como experiencia organizada vincula la percepción, el intelecto, y las acciones intencionadas frente a las relaciones que se establecen con el objeto de estudio.

Por otro lado, está la *Representación*, que como imagen de la realidad, tiene las cualidades de ampliarse, transformarse y desplegarse en diferentes sistemas de representación. Las representaciones son subjetivas, y pueden constituirse como producciones discursivas a partir de las cuales los sujetos se relacionan con los otros, con el entorno y consigo mismos en espacios de significación.

En segunda medida, existen otros aspectos pedagógicos significativos en los contextos educativos que se enfocan en "lo que sucede en el aula". En este sentido, la categoría de "Problemas de conocimiento" considera el conocimiento como una actividad cultural y la ciencia como un proceso de elaboración de explicaciones. Desde las perspectivas epistemológica, pedagógica y didáctica,

se delinean las acciones y características necesarias para promover experiencias de aprendizaje innovadoras para los estudiantes.

Así, el cuestionamiento de la experiencia, la artificialización del entorno natural, la complejidad de las relaciones, la producción discursiva, los criterios de actuación y las metodologías de trabajo están alineados con la idea de que los participantes en el aula, tanto estudiantes como maestros, son sujetos sociales del conocimiento que continuamente proponen y transforman la experiencia pedagógica.

4 DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA ENSEÑANZA DE LO VIVO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

En este capítulo se definen los criterios para la enseñanza de “lo vivo”, a partir de la profundización teórica realizada en aspectos históricos, epistemológicos y disciplinares, que pueden dar orientaciones pedagógicas en la educación básica.

Retomando un poco la estructura desarrollada en este trabajo, y para aclarar el contexto en el que este se aborda, es importante recordar que se parte de las preguntas e intereses que quedaron para la autora en el Trabajo de grado de Especialización. En ese trabajo se exploró el concepto de "Reproducción" desde una perspectiva histórico-disciplina, se diseñó, implementó y sistematizó una propuesta para el aula, y, finalmente, se promovió la mejora de explicaciones mediante el análisis de la reproducción en aves como un problema de estudio.

Con los aprendizajes logrados en la investigación y los espacios de reflexión aportados por la Maestría, se encuentra que para el caso de la Biología, el periodo de los siglos XVII y XVIII se constituyen como momentos fundamentales en la formulación de preguntas y construcción de explicaciones alrededor de lo vivo, como entidad que evidentemente se diferencia de las cosas, y de la naturaleza como tal. Por ello, resulta un recurso invaluable que puede aprovecharse en la generación de espacios educativos que integren las experiencias descritas en este periodo, y suscitar aprendizajes alrededor de lo vivo, que favorezcan la construcción de explicaciones a partir de la experiencia básica, las preguntas básicas y la observación, así como ocurrió con la Biología antes de consolidarse como ciencia autónoma. Así pues, este contexto introductorio explica además por qué no se incluye una propuesta pedagógica como tal, y se centra más bien en la profundización teórica.

Una vez realizada la profundización teórica, se proponen en primer lugar los criterios de orden disciplinar, que recogen insumos históricos y epistemológicos sobre la delimitación de “lo vivo”, que se constituye a su vez como objeto de estudio y problema de conocimiento¹⁸. En segundo lugar, los criterios de orden pedagógico que explicitan los procederes más pertinentes para favorecer el aprendizaje y la comprensión de este objeto de estudio en el aula de clase. Estos criterios podrán servir como orientaciones o recomendaciones para maestros de ciencias de la básica, que busquen propiciar espacios de enseñanza – aprendizaje en el aula sobre la biología, y podrán incorporarse a propuestas de intervención en el aula.

Dentro de los ***criterios de orden disciplinar***, se sugieren los que se derivan de las tres preguntas centrales en la profundización teórica: a. La Clasificación, b. La Reproducción, y, c. La Organización.

En cuanto a los ***criterios de orden pedagógico***, se sugieren aquellos procesos como procedimientos o técnicas que fueron claves en la diferenciación entre lo vivo y las cosas, como: a. La Observación, y, b. La Descripción.

4.1 CRITERIOS DE ORDEN DISCIPLINAR

4.1.1 La Clasificación

Comprender los procesos que se llevaron a cabo para “*Clasificar*”, desarrolla finas habilidades alrededor del entendimiento de lo vivo. Básicamente la clasificación se instala en la capacidad de comparar, y buscar aquellas características que hacen diferente a lo vivo de las cosas, encontrando a su vez, en lo vivo sus semejanzas y diferencias, aquellas relaciones evidentes y ocultas. Introducir

¹⁸ Categoría alternativa para la enseñanza de las ciencias, propuesta por el Grupo Eco-Perspectivas del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

ejercicios de comparación y clasificación permitirá descubrir en el aula de clases las pautas y principios de organización de lo vivo, conectando la apariencia, la estructura, y el funcionamiento en niveles más avanzados, a partir de los cuales, se pueden vincular grupos de seres vivos más parecidos o cercanos o emparentados.

Conviene en primer lugar integrar ejercicios generales de comparación acordes a las habilidades de los estudiantes en cada grado escolar, enfrentando objetos inertes con seres vivos, haciendo un paralelo entre ellos y encontrando lo común y no común. Aquí, se puede profundizar en características propias de los seres vivos, que los vinculan con funciones primordiales, como la respiración, la reproducción, la nutrición, la digestión, la circulación entre otras, todas ellas propias de lo vivo. Incluso, en discusiones más detalladas se puede abordar la composición, la naturaleza de la materia que los compone, introduciendo conceptos básicos de química, como los compuestos orgánicos, inorgánicos, o las biomoléculas (aminoácidos, glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas, ácidos nucleicos). Este ejercicio de reconocimiento de los seres vivos deberá adaptarse en complejidad, dependiendo del grado, menos complejo en primaria y más complejo en los grados de bachillerato, entendiendo esta complejidad en términos de nivel de los productos esperados (producción textual, conceptos y términos empleados, tipo de explicaciones empleadas, relaciones establecidas, entre otros).

Para trabajar los conceptos de carácter, estructura, y los procedimientos de *sistema y método*; se recomienda que sean abordados en los grados octavo – noveno – décimo – once; debido a la complejidad que éstos implican, se requiere que los estudiantes ya tengan un vocabulario y aproximación a la biología más estructurado. Será más enriquecedor partir de un recorrido histórico que muestre los inicios de los procesos de clasificación para comprender los sistemas de clasificación actual de los seres vivos.

Una buena estrategia puede ser la simulación de clasificación de seres hipotéticos y fantasiosos, y sugerir a un grupo la aplicación del *Método*, y al otro la aplicación del *Sistema*, con el fin de que a partir de los ejercicios de comparación puedan establecerse las distinciones, semejanzas y rasgos principales o más repetitivos, y, en un segundo momento, incorporar ejercicios de clasificación de algunas plantas con flor, y/o de animales. Superada esta etapa, es más sencillo comprender los taxones como una forma de clasificación jerárquica y agrupación según los rasgos o características comunes.

4.1.2 La Reproducción

En cuanto a la “Reproducción” se sugiere iniciar con preguntas detonantes sobre cómo se originan los organismos, de dónde vienen, cómo se reproducen, incitando a los estudiantes a construir explicaciones que contengan una amplia descripción. De igual manera, para favorecer el reconocimiento de estructuras internas y su relación con el proceso de reproducción, se deben introducir preguntas sobre cómo somos por dentro, invitar a realizar dibujos y diagramas. A partir de este trabajo se podrán descubrir explicaciones creacionistas (relacionadas con un ser supremo creador o una fuerza divina), mecanicistas (Regularidad, perfección del universo, o similares al funcionamiento de una máquina o artefacto), animistas (relacionando el calor, el frío, la fuerza la debilidad, etc) y vitalistas (dotados de alma e inteligencia), en las cuales hay que hacer las respectivas diferenciaciones y aclaraciones recurriendo a lecturas cortas o fragmentos cortos sobre la Historia Natural, y el paso de la noción de generación a la de reproducción, en el que se comprende que un ser vivo puede originar otro ser vivo, a través de mecanismos y estructuras especiales que intervienen en la reproducción, el dimorfismo sexual, las condiciones necesarias para reproducirse como el comportamiento, la alimentación, la madurez sexual, el ciclo de vida entre otros. El acercamiento a las células sexuales y la fecundación.

En este punto, las preguntas enriquecen las explicaciones sobre las estructuras, mecanismos, y funciones. Este análisis se puede convertir en una oportunidad invaluable para explorar explicaciones que subyacen a nivel cultural, que son aún vigentes, y, además son popularmente aceptadas.

Unido al concepto de reproducción, viene el concepto de “Herencia” o el de “Genética”, para explicar el parecido de los hijos a los padres, que dará la posibilidad de ahondar en las percepciones de la inmutabilidad de la naturaleza, o su diversidad, y asociar los mecanismos que intervienen en las estructuras reproductivas, la función que desempeñan las células sexuales, los procesos de división celular, organelos celulares, sustancias o macromoléculas, y sus recorridos. Se deben rastrear ideas de preformismo o recursos explicativos a los que se acude para dar cuenta del paso de la información de generación a generación desde la genética (meiosis, cromosomas, ADN). Se sugiere recurrir constantemente a los recursos visuales como los dibujos, videos, diagramas, láminas entre otros, que ilustren con detalle las estructuras trabajadas.

4.1.3 La Organización

La organización puede abordarse desde dos puntos de vista: el primero que se relaciona con la *composición*. En cuanto a la composición, es importante entender la importancia de comprender que la naturaleza de la materia que constituye a los seres vivos, es diferente de la naturaleza de la materia en los objetos inertes. Se toman en cuenta entonces las sustancias, las biomoléculas y los elementos que constituyen los seres, por ejemplo el Carbono. Este primer escenario permite la relación con la química, y la bioquímica, y entender una de las particularidades que diferencia lo vivo de lo no vivo como la composición química.

El segundo marco de referencia, tiene que ver con el concepto de *Organización*. Se pueden trabajar los niveles de organización de los seres vivos, que corresponden a una relación jerárquica de estructuras o *niveles*, que desempeñan relaciones y funciones complejas, interdependientes, y siempre en pro de mantener la vida del organismo.

Se puede recurrir a la anatomía comparada y sus conceptos clave como la *Analogía* y la *Homología* para entender la importancia de los ejercicios de comparación entre las partes de los organismos dentro de ellos mismos, o la comparación de las partes con respecto a otros organismos, profundizando en aspectos como las funciones y su jerarquía en el mantenimiento de la vida, las correlaciones entre las funciones, las formas de relación entre las partes / órganos, los sistemas, las relaciones intraespecíficas, Interestecíficas, las relaciones de parentesco, y los criterios por los cuales está organizada la clasificación de los seres vivos.

4.2 CRITERIOS DE ORDEN PEDAGÓGICO

4.2.1 La Observación

Entendiendo que la Observación “sistemática y rigurosa” es condición esencial de la actividad científica (Hernández y Rodríguez, 2003, p. 83), debe estar inevitablemente presente en las estrategias y dinámicas del aula de clase. Es clave tener claro que la observación juega un papel importante en la relación que se da entre el sujeto y el objeto, y las acciones deliberadas sobre esta relación.

Por lo tanto la clase de ciencias debe promover el enriquecimiento de las experiencias de aprendizaje que involucre estas maneras de proceder:

- Ejercicios de cuestionamiento e indagación constante de los fenómenos a estudiar: formulación y reformulación de preguntas, formulación de hipótesis, contrastación de ideas y supuestos.
- La comparación, para establecer semejanzas, diferencias, relaciones de dependencia, enriquecimiento de metáforas iniciales, contrastación de hipótesis.
- Ejercicios de documentación y profundización teórica: precisión de contenidos, clases magistrales, explicativas y participativas, búsqueda de fuentes de información, ejercicios de consulta previa, uso de recursos audiovisuales que enriquezcan la experiencia básica (videos, lecturas, artículos, cuentos, figuras, láminas, libros de texto, atlas), elaboración de conclusiones.
- Planes de trabajo: definición de objetivos, metas de aprendizaje, consecución y preparación de materiales y recursos necesarios, proyección de las actividades a realizar, organización metodológica y procedimental.
- Actividades experimentales: diseño experimental, organización de la experiencia, simulación de eventos, identificación de condiciones, establecimiento de variables, búsqueda de principios, verificación de leyes, contrastación de teorías, explicitación de los sentidos, anticipación de eventos.
- Uso de materiales y equipos: Por ejemplo, el microscopio, estereoscopio, telescopio, instrumentos de medición, equipos de disección, lupas, materiales del laboratorio de ciencias (biologías, química, física). Claro está, deben contemplarse guías de trabajo para aprender el uso y el manejo seguro de dichos elementos.
- Salidas de campo: son válidas las salidas exploratorias en diferentes lugares, por ejemplo: el mismo salón de clase, el jardín de la casa, el parque del barrio, el patio del colegio, la

huerta, el río – lago - laguna de la localidad, escenarios locales, o nacionales de tipo cultural, científico, deportivo, ecológico o de esparcimiento; pueden convertirse en ambientes ricos de experiencias significativas de aprendizaje. Siempre la salida debe tener un sentido pedagógico, un plan de trabajo y objetivos específicos, que fomenten el espíritu creativo, la curiosidad y el aprendizaje, en condiciones seguras.

Todas estas actividades sugeridas involucran la *Observación*, como experiencia organizada, que potencia la construcción de conocimiento.

4.2.2 La Descripción

La Descripción como capacidad discursiva de la comprensión del mundo, está presente en diferentes tipos de comunicación. A través de ella, se explican las características de los acontecimientos, lugares, de la relación entre los otros, de vivencias, rutinas. Es poner en palabras lo que se percibe y se piensa, la experiencia vivida a través del lenguaje. Desde este punto de vista, se considera entonces a la descripción como una forma de *Representar*, presente en las dinámicas escolares, para dar cuenta de la configuración del mundo del sujeto.

Las descripciones entonces, como *Representaciones*, son construcciones discursivas de carácter ideológico, que emergen en espacios de significación, y permiten relacionarse con el mundo, adaptarse y construir conocimiento (Valencia et al., 2003, p. 3). Se pretende entonces sugerir acciones y actividades en el aula de clase, que tome las descripciones como presupuesto, para complejizarlas y estén presentes en distintos recursos discursivos.

Como se mencionó en la profundización teórica, es posible entonces instar a los estudiantes a poner en juego sistemas alternativos de representación. Para lograrlo, es importante que las actividades del aula estén mediadas por las Formas de trabajar y relacionarse, y, los productos esperados.

Las formas de trabajar y relacionarse, tienen que ver con las relaciones que establece el sujeto con los otros, con el conocimiento y con el reconocimiento y valoración del entorno; ya que, son en estas relaciones que el sujeto contrasta ideas, escucha y aporta opiniones, reformula preguntas, reconociendo a los otros como fuente de conocimiento, en un ejercicio constante de configuración de mundo.

Por otra parte, los productos esperados se consideran como elaboraciones intelectuales individuales o colectivas, en las que incorpora diversos elementos del lenguaje, que dan cuenta de la estructuración de ideas y de la experiencia de aprendizaje.

Para las formas de trabajar y relacionarse, se propone:

- Trabajos de tipo individual, que deben ser expuestos en espacios de socialización con el grupo.
- Trabajo en equipo que fomente el liderazgo, la división de roles y responsabilidades.
- Fomentar el trabajo grupal a través de diferentes técnicas como: mesa redonda, debate, discusiones, reuniones de planeación, juegos, actividades rompehielos, lluvia de ideas, estudios de caso.
- Tener en cuenta los intereses, motivaciones, afinidades, fortalezas y debilidades de los integrantes del grupo.

En estas formas de trabajo y relación, se debe generar una atmósfera que incentive la comunicación, participación, la escucha respetuosa y comprensiva, integración de estudiantes aislados, la cooperación, la responsabilidad, el diálogo, la autonomía y la creatividad.

En cuanto a la elaboración de productos –recursos explicativos utilizados en la enseñanza de las ciencias o en los procesos de producción científica- se propone:

- Elaboración de Bitácoras de campo, escritura de cuentos, diseño de historietas, identificación de ideas clave dentro de lecturas o materiales audiovisuales en general, elaboración de revistas.
- Realización de dibujos, uso de organizadores gráficos como: mapas conceptuales, cuadros sinópticos, cuadros comparativos, mapas mentales, línea de tiempo, cadena de secuencia, diagramas, gráficas, matrices, infografías.
- Salidas de campo y exploración, ejercicios de modelización, exposición, realización de encuestas, realización de carteleras, afiches, diapositivas.
- Resolución de problemas, desarrollo de cálculos, aproximaciones, predicciones de hechos, desarrollo de talleres y guías de trabajo, diseño de proyectos.
- Elaboración de informes de laboratorio, resúmenes, reseñas, ensayos, artículos científicos, diarios de campo.

4.3 ACCIONES SUGERIDAS Y CRITERIOS DE ACTUACIÓN

Para finalizar este capítulo se presenta a continuación una matriz que cruza los criterios disciplinares y pedagógicos, con varios ejemplos de actividades que se pueden desarrollar en el aula. Estos aportes pueden ser tenidos en cuenta a modo de sugerencias en propuestas de aula, diseño de unidades didácticas o planeación de las clases en general:

Tabla 5 Acciones sugeridas en el aula de clase para la enseñanza de lo vivo¹⁹

		Criterios pedagógicos	
		Observación	Descripción
Criterios disciplinares	Clasificación	Objetivo: Establecer diferencias entre seres vivos y cosas inertes. Ejercicio de documentación previa a través de video explicativo. Planeación de la Salida de campo para exploración del medio (en la huerta, colegio o parque), valorar el papel de los sentidos (observación de tamaños, formas, colores, estructuras, reacción a la estimulación, movimiento, olores, texturas, sonidos, entre otros). Usar bata de laboratorio, guantes, lupa, cámara.	Realizar previo a la salida una lluvia de ideas sobre las diferencias que existen entre los seres vivos y las cosas inertes. División del grupo en equipos de trabajo de 3 o 4 estudiantes. Elaboración de bitácora de campo que incluya lo que se realizó en la salida, la descripción de las características de lo encontrado en la salida, organizado en una tabla de datos. Elaboración de dibujos.
		Objetivo: Comprender los criterios de clasificación de los seres vivos. Lectura inicial sobre la Historia Natural, y los inicios de la clasificación. Ejercicios de comparación y organización de grupos comunes y jerárquicos con seres ficticios o fantasiosos.	Identificación de ideas clave de la lectura sugerida y espacio de discusión. Elaboración y socialización de mapas mentales, teniendo en cuenta las lecturas previas y clases explicativas. A partir de la actividad con animales ficticios, elaboración de diagramas que ilustren las posibles organizaciones, éstas realizadas en equipos de trabajo.
	Reproducción	Objetivo: Reconocer tipos de reproducción celular. Ejercicios de consulta previa sobre el tema. Planeación de laboratorio de observación celular (definir objetivos, ruta metodológica, recursos, formulación de hipótesis). Uso del microscopio para observar procesos de división celular de las células de la raíz de la cebolla.	Modelación del proceso de división celular, en materiales de fácil consecución y manejo, por ejemplo la plastilina. Elaboración de informes de laboratorio, con la contrastación de hipótesis, cumplimiento de objetivos, diagramas de las etapas de división celular observadas, ubicando partes. Posterior a la práctica de laboratorio, realizar mesa redonda para socializar los aprendizajes adquiridos.
		Objetivo: Describir ciclos de vida de algunos seres vivos. De forma individual y a partir de preguntas detonantes sobre cómo nacen, se reproducen, y crecen los seres vivos, cada estudiante escoge un ser vivo que le llame la atención, y elabora un diagrama de flujo sobre su ciclo de vida. Realización de clase magistral explicativa sobre los ciclos de vida, usando recursos audiovisuales. Posterior dividir el grupo en equipos de trabajo y a cada uno debe escoger un ser vivo (planta, mamífero, ave, insecto, anfibio, etc –sugeridos por el maestro). Realizar ejercicio de consulta sobre el ser vivo asignado.	A partir del trabajo individual, realizar una historieta sobre el ciclo de vida del ser vivo escogido y socializar a los compañeros lo más llamativo del proceso del Diálogo sobre las semejanzas y diferencias entre los ciclos de vida abordados. Para el trabajo por equipos, y a partir de la consulta previa, se elaboran carteleros con diagramas de flujo, sobre el ciclo de vida del ser vivo asignado, y realizar exposiciones. Como ejercicio final cada grupo puede diseñar una infografía que reúna ideas centrales y conclusiones.
	Organización	Objetivos: Reconocer los órganos, sistemas, y las semejanzas o parentescos entre diferentes grupos taxonómicos. Visita al Museo de historia natural, para observar seres de diferentes tipos taxonómicos, destacando características, similitudes y parentescos. Clase magistral explicativa sobre la anatomía comparada y lectura sobre los órganos homólogos y análogos. Observación de imágenes y láminas que ilustren ejemplos.	A partir de las clases, la salida al Museo, y la documentación realizada, se propone el desarrollo de talleres o guías de trabajo que promueva la contrastación de ideas, establecimiento de relaciones de la anatomía comparada con los criterios actuales de clasificación de los seres vivos, reconocimiento de sistemas, órganos y funciones, y las relaciones de interdependencia que hay entre ellos.
		Objetivo: Identificar los Niveles de organización de los seres vivos. Ejercicio de consulta previa sobre cómo se organizan los seres vivos, socialización, instando a los estudiantes a elaborar preguntas sobre cómo se componen y relacionan los seres vivos. Uso de recursos audiovisuales, para reforzar las ideas sobre organización de los seres vivos. Construir un glosario de palabras clave sobre el tema.	Elaboración de mapas conceptuales para recoger la información sobre la organización de los seres vivos en los ejercicios de documentación previa. Práctica de laboratorio por equipos de trabajo en donde se realice disección de algunas partes de órganos para observar y describir su estructura, uso del estereoscopio y microscopio. Elaboración de informe de laboratorio. Desarrollo de talleres en grupo.

¹⁹ En la tabla se muestran diferentes ejemplos de actividades para la enseñanza de lo vivo en la clase de ciencias, que involucra los referentes disciplinares y pedagógicos formulados en este trabajo de investigación. Tabla de elaboración propia.

5 PRODUCCIÓN DISCURSIVA

Como parte complementaria del ejercicio escritural del presente trabajo, y luego de realizar la profundización teórica, y definición de criterios, quedan otros espacios de reflexión, desde donde podemos situarnos como docentes en un contexto de significación, como la escuela y la responsabilidad que tenemos como agentes de cambio. En consonancia se presentan aquí algunas reflexiones que se derivan de esta tarea, como el *papel de la profundización teórica en la construcción de discursos pedagógicos del docente de ciencias, la enseñanza de lo vivo en el contexto colombiano, y, la innovación y reflexión sobre las prácticas.*

5.1 EL PAPEL DE LA PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE DISCURSOS PEDAGÓGICOS DEL DOCENTE DE CIENCIAS

La labor del maestro es una carrera que no termina, porque cada día presenta retos que son necesarios analizar con determinación y compromiso, para hacer de ellos oportunidades de aprendizaje y mejoramiento. Uno de esos retos se relaciona con las sensaciones de insatisfacción frente a los contenidos que se enseñan, las dificultades que enfrentamos en el aula para hacerlos comprensibles e interesantes para nuestros estudiantes, y, el sentido que hacen esos contenidos en nosotros como docentes de ciencias naturales. Cuando como docentes nos sentimos inseguros o insatisfechos, es un llamado a reevaluar lo que se enseña y cómo se enseña.

Una de las razones de estas sensaciones de insatisfacción tienen raíz en la manera en que hemos sido formados, desde la etapa escolar, y el pregrado; maneras que inconscientemente reproducimos nuevamente. Reflexionar sobre nuestra formación y práctica conlleva a problematizar el ejercicio docente en sí mismo, para buscar alternativas de renovación pedagógica. Desde allí, los espacios de formación y actualización ofrecidos por el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias

Naturales²⁰, permitieron abordar los ámbitos de reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico y la pertinencia de las disciplinas escolares, para el caso particular, de las ciencias naturales.

Como producto de la profundización teórica, el discurso docente se enriquece a partir de los siguientes elementos a destacar:

Los elementos históricos y epistemológicos, que aportan a las concepciones que se tienen sobre la imagen de ciencia, conocimiento y realidad. Los elementos disciplinares, que aportan en el examen crítico de los fundamentos, concepciones y teorías de las ciencias, y, por último, los elementos pedagógicos que aportan en el entendimiento de las relaciones que se establecen en los escenarios educativos y las prácticas de enseñanza – aprendizaje.

Con estos elementos, es apropiado señalar que aproximarse a la historia de las ciencias, y más específicamente, a la historia de la Biología, permitió comprender en primer lugar, que la noción de Vida, no se constituye como el objeto de estudio de la Biología, sino *los determinantes del fenómeno vivo* (Vargas, 1989, p. 24), o en otras palabras: “Lo vivo”.

Llegar a esta conclusión, tomó siglos y representó la utilización de diferentes recursos explicativos que mutaron, cambiaron, y se reformularon continuamente durante los siglos XVII al XIX. Teorías como el creacionismo, animismo, vitalismo, y mecanicismo, estuvieron marcadas en la Historia Natural, pero fueron el camino para estructurar preguntas sobre el origen de los seres, el parecido de los padres a los hijos, la composición de los seres, y la manera de organizarlos. Estas preguntas son relevantes para entender cómo se ha construido el conocimiento científico, y el impacto del cambio del lenguaje, los procedimientos, y técnicas en la clasificación de los seres vivos, y en el

²⁰ Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Universidad Pedagógica Nacional) <https://cienciaytecnologia.upn.edu.co/maestria-en-docencia-de-las-ciencias-naturales-2/>

establecimiento de conceptos como *Reproducción, Organización y Genética*. El comienzo de una ciencia nueva con conceptos, técnicas y un objeto propio de estudio (Jacob, 1999, p. 91).

Las técnicas y los procedimientos, han madurado y se han perfeccionado a la par de la construcción de preguntas, explicaciones y formulación de conceptos. Se valora en primera instancia el papel de la observación, desde la cual es necesario presentar una postura frente a cómo se concibe la observación, sus aportes en la Historia Natural, y su privilegio en las prácticas de enseñanza de las ciencias como recurso pedagógico imprescindible. La postura se refiere a la concepción que se asume del sujeto – objeto, y la relación determinante que la observación desempeña entre ellos. Sin duda, se concibe la *observación* como proceso mental generador de conocimiento, que vincula la percepción (la explicitación de los sentidos), y el intelecto. Quiere decir que aunque podamos ver lo mismo, observamos distinto, ya que la observación va más allá de la mera percepción, al considerarse como una experiencia organizada, cargada de teoría, y las acciones deliberadas que se realicen respecto a lo observado (Hernández y Rodríguez, 2003, p. 85).

Con estos aportes, el discurso obligatoriamente se nutre de posturas, conceptos, lenguajes y una apreciación renovada de las fuentes de información, para ya no tener la sensación de insatisfacción e inseguridad sobre los propios saberes; sino que trasciende a la resignificación de los saberes propios (saberes disciplinares – saberes pedagógicos). Los interrogantes trasmutados en nuevas propuestas discursivas impactan las acciones académicas, investigativas y de enseñanza, en un nivel más activo y reflexivo. La contemplación de la clase de ciencias como escenario de investigación y aprendizaje constantes, la lectura intencionada y profunda, el ejercicio escritural y la participación en comunidades de saber estimulan el enriquecimiento continuo y de sentido del discurso para el maestro como docente, como profesional investigador y como sujeto político.

5.2 ENSEÑAR LO VIVO EN EL CONTEXTO PARTICULAR COLOMBIANO

El docente de ciencias debe esforzarse por conocer el contexto en el cual se desempeña, ya que como sujeto ético-político, no puede desligarse de las realidades, problemáticas y dinámicas sociales que afectan la escuela. Desde este punto de vista, el docente que se auto-reconoce como parte de la comunidad, es un eslabón que le aporta a través de sus prácticas a la construcción de “sociedad”.

Para ello, es preciso identificar las problemáticas particulares del contexto en el que se desenvuelve, problemáticas que se pueden estar desarrollando en diferentes niveles, desde el institucional, comunitario, local, regional. Identificar la tipología de la problemática es también fundamental, para encontrar puntos en común con el área de las ciencias naturales y sus campos de acción, por ejemplo, problemáticas relacionadas con el ámbito social, político, ético o ambiental. Este ejercicio posibilitará formular a través de las estrategias de enseñanza, alternativas de solución que ayuden a resolver estas problemáticas del entorno y de la comunidad.

Para el caso particular de las Ciencias Naturales, se puede contribuir a formar en los estudiantes competencias que los ayude a reconocer el contexto de forma crítica, a cuestionar los sucesos que ocurren en su comunidad, a reconocer el entorno que los rodea como propio y formular acciones para mejorarlo. Por otra parte, y en relación directa con la enseñanza de “lo vivo”, reconocer el entorno implica el desarrollo de la sensibilidad, el cuidado y respeto por los recursos naturales, el ambiente y la bio-diversidad, el auto-cuidado y el cuidado del otro.

Este trabajo puede ser más productivo cuando los maestros establecen equipos de trabajo interdisciplinar (-que vinculen otras áreas escolares del conocimiento), y acciones coordinadas con los diferentes entes institucionales, los padres de familia y la comunidad del sector, para formular

proyectos pertinentes en los que participe toda la comunidad educativa, siendo conscientes de la realidad local que dialoga, discute y resuelve, para ser partícipes y agentes de cambio.

5.3 LA INNOVACIÓN Y LA REFLEXIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS

La innovación como parte del rigor pedagógico, no se puede confundir con la mera introducción de nuevas estrategias, tecnologías o temas diferentes al aula. El exceso de cambios sin sentido, dirección o planeación no representan una innovación de la acción del maestro. La posibilidad de innovar debe partir de un ejercicio consciente de la labor del maestro, de las insatisfacciones con su discurso –como se mencionó anteriormente- o de cualquier tipo de limitación o dificultad que entorpezca la tarea de enseñar, la falta de motivación en los estudiantes, o la descontextualización del currículo frente a las dinámicas actuales de la escuela y la sociedad, entre otros.

Un docente que es consciente de estas dificultades, debe poner en marcha su capacidad de indagación e investigación, desde la cual hace una lectura crítica de la situación, y sobre ella elabora un plan de trabajo, que evalúa constantemente. Innovar pues, le exige al docente ser crítico frente al contexto actual, las necesidades y motivaciones de sus estudiantes, lo que espera la sociedad hoy día de los egresados de las instituciones educativas, los proyectos de vida de las familias, las nuevas formas de aprender y trabajar, y, la disponibilidad de los recursos digitales y tecnológicos al que nos vemos expuestos en el presente.

También es momento oportuno de aceptar que la pandemia y pos pandemia cambió significativamente las maneras de relacionarnos con el mundo, y con ellas, las maneras de comunicarnos, y de *vivir* como tal. En consecuencia, innovar, debe contemplar todos estos supuestos, y exigencias del siglo XXI, un desafío que reta el papel de la educación.

Se sugieren entonces tres aspectos desde los cuales, se puede innovar, sin apartar el ejercicio reflexivo constante:

En primer lugar, tomando en cuenta los referentes didácticos de "Los problemas de conocimiento", se deben priorizar los criterios de actuación y las metodologías de trabajo, que abarcan: las situaciones desencadenantes como oportunidades para abordar problemas del mundo cotidiano, las relaciones alternativas (con la información, los demás, el entorno y la experiencia) para enriquecer las experiencias de aprendizaje, y los ambientes comunicativos que fomentan el desarrollo del lenguaje. En cuanto a las metodologías de trabajo, se deben valorar las salidas pedagógicas, la organización de los planes de trabajo, el diseño y ejecución de talleres, y la creación de material divulgativo (Valencia et al. 2003).

Estos criterios de actuación y métodos de trabajo potencian el espíritu investigativo y creativo de los estudiantes, mejoran la colaboración en equipo y desarrollan habilidades demandadas en las profesiones actuales. Estas habilidades están alineadas con las “habilidades del siglo XXI”, que comprenden un conjunto de competencias, aptitudes y actitudes esenciales para el éxito en el entorno laboral y social contemporáneo. Así, los estudiantes deberán fortalecer sus capacidades analíticas y comunicativas, su habilidad para resolver problemas, su creatividad e iniciativa, y su capacidad para colaborar de manera efectiva y constructiva con los demás (Bujanda et al. 2024).

En segundo lugar, vincular diferentes herramientas digitales y tecnológicas, que puedan proporcionar variedad y novedad a las clases de ciencias. Dentro de estas posibilidades está el uso, creación y consultas de blogs, juegos interactivos, ambientes virtuales, chats, teleconferencias, uso y creación de videos, uso de aplicaciones relacionadas con los contenidos trabajados, y dentro del alcance de la realidad institucional el uso de los computadores, tabletas, cámaras y demás

dispositivos tecnológicos. Afortunadamente, las alternativas son numerosas, y cada vez más populares.

Y, en tercer lugar, el docente debe hacer parte de comunidades de saberes o comunidades académicas en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales, en las que pueda encontrar espacios de discusión y debate vigentes, en los cuales pueda aportar desde su experiencia investigativa y al mismo tiempo encontrar redes de apoyo en problemáticas comunes y afines a los propios.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como contexto de origen para este trabajo, se destacan los aprendizajes clave obtenidos en la Especialización en Docencia de las Ciencias para el nivel básico. Este enfoque subraya la relevancia de estudiar la reproducción de aves como un fenómeno que puede ser comprendido a través de una propuesta de aula centrada en dicho tema. Esta propuesta resalta la ciencia como una actividad colectiva y la importancia de la interdisciplinariedad en la enseñanza de las ciencias, fomentando el trabajo colaborativo, la formulación de preguntas y explicaciones, y el rol del maestro como facilitador del aprendizaje y profesional investigador en educación. Además, se examina la reproducción desde una perspectiva histórica, revisando su evolución como concepto y concluyendo que es un fenómeno inherente a los seres vivos y organizados.

En cuanto a *lo vivo* como objeto de estudio en la política educativa, se tuvieron como referentes tres documentos sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales, publicados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, que explicitan qué se debe enseñar y aprender en esta área. Sin embargo, no profundizan en otros factores relevantes como son las realidades y dinámicas de los contextos escolares, los intereses y problemáticas de los estudiantes, las expectativas de las comunidades educativas, y las preguntas y situaciones que se suscitan en el aula.

Sobre las tensiones de orden teórico – disciplinar, es importante acercarse a la identificación de preguntas que den contexto a la explicación de lo vivo como objeto de estudio en el aula, en estudios particulares de la biología o en la historia de las ciencias, y su diferenciación desde el ámbito epistemológico. Valencia (1989) aborda esta cuestión, destacando que, si bien se suele referir a la vida y lo vivo como sinónimos, el objeto de estudio de la biología no es la vida en sí, sino lo vivo o *los determinantes del fenómeno vivo*. Destaca también que el conocimiento científico es un proceso discontinuo de rectificación y transformación. En este contexto, las preguntas

formuladas a partir de la interpretación de fenómenos históricos ofrecen criterios sólidos para comprender lo vivo como objeto de estudio en biología.

Con los presupuestos mencionados, se formuló la pregunta problema ***¿Cuáles son los criterios de orden histórico, disciplinar y pedagógico que permiten configurar a lo vivo como objeto de estudio para la biología y su enseñanza?***, que se justifica desde la pertinencia con el Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales en la medida en que esta proporciona espacios de reflexión que enriquecen el conocimiento del maestro y promueven la renovación de la acción docente, y , desde los antecedentes, para los que se citan 7 trabajos de investigación (3 artículos, 3 Tesis de Maestría y 1 Trabajo de grado de Especialización), que aportan a la discusión y construcción del objeto de estudio.

Desde la profundización teórica – disciplinar, se pone en contexto la relevancia de la Historia Natural (siglos XVII y XVIII), por ser un período de gran interés por comprender y organizar la naturaleza, lo que llevó a cambios significativos en el lenguaje, los métodos de estudio y la colección de especímenes. Para Foucault (1968), este período fue crucial en la consolidación del objeto de estudio de la biología, mientras que Jacob (1999) resalta el surgimiento de una nueva ciencia centrada en el conocimiento de lo vivo y su organización.

Sobre la ordenación de la naturaleza y la clasificación, tres aspectos fundamentales contribuyen a la diferenciación de lo vivo. En primer lugar, se destaca la evolución en la observación, desde la admiración de una naturaleza exótica hasta métodos de comparación exhaustivos. En segundo lugar, se resaltan los cambios en el lenguaje, pasando de narraciones a la nominación precisa de especímenes, revelando su estructura y organización. Y por último, el descubrimiento de relaciones de parentesco entre especímenes, lo que permite su agrupación jerárquica y revela la diversidad de la naturaleza.

Sobre la generación de los seres, los recursos explicativos se basaron en el creacionismo, animismo, mecanicismo y vitalismo. El estudio de las simientes masculinas y femeninas, encuentra en el *Preformismo* una manera de explicar el parecido de los hijos a los padres, con limitantes técnicos para descubrir los mecanismos inmersos en ello. También se comprende que, sólo los seres vivientes tienen esta facultad de originar a sus semejantes- a diferencia de las otras cosas de la naturaleza-, dejando a la generación espontánea cada vez es menos validez.

En cuanto a la pregunta por la composición de los seres, se considera fundamental los avances en la clasificación de los seres vivos, ya que al pasar de la comparación de las estructuras visibles, a los procesos de observación y comparación de partes internas (en especial en los animales), lleva a la comprensión de una organización más compleja que trasciende lo visible. Foucault y Jacob destacan cómo la *Organización* emerge como un principio interno e irreductible, redefiniendo la taxonomía y la clasificación al centrarse en la interdependencia de los órganos y su funcionamiento coordinado. Este concepto transforma la concepción de composición elemental y lleva a la redefinición de lo orgánico y lo inorgánico, marcando así el camino hacia una biología que busca entender los mecanismos ocultos que subyacen a la vida.

Por otra parte, desde la profundización teórica – pedagógica, en primer lugar se hace mención a *Los problemas de conocimiento*, una categoría alternativa para la enseñanza de las ciencias, que define tres tipos de referentes: los referentes epistemológicos en donde se explicitan unos elementos y tensiones en la construcción de conocimiento en las Ciencias Naturales (El cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones), los referentes pedagógicos, en donde se asume al estudiante como sujeto social de conocimiento, que a partir de condiciones comunicativas y experienciales, puede construir explicaciones. Y los referentes didácticos, que proponen unos criterios de actuación y formas de

trabajo relacionado con las actividades y recursos que se proponen para potenciar las experiencias de aprendizaje.

En segundo lugar, se aborda la observación, como una forma de proceder crucial en la distinción entre lo vivo y las cosas. Se discuten tres posturas sobre la observación: la observación pura, la observación cargada de teoría y la observación por interacción sujeto-objeto; pero ninguna de estas posturas ofrece una explicación completa del papel de la observación en la construcción del conocimiento científico. Hernández y Rodríguez (2003) proponen una perspectiva renovada que considera al ser humano en su dimensión biológica y ve el conocimiento como una interacción entre el organismo y su entorno. Argumentan que la observación debe entenderse como una acción del sujeto sobre el objeto, donde lo observado refleja tanto las acciones del sujeto como los resultados de estas acciones. Esta interpretación puede proporcionar nuevas comprensiones sobre la actividad científica, particularmente en lo que respecta a la experimentación y el uso de instrumentos en la investigación científica.

Y, en tercer lugar, está la *Representación*, que como imagen de la realidad, tiene las cualidades de ampliarse, transformarse y desplegarse en diferentes sistemas de representación. Las representaciones son subjetivas, y pueden constituirse como producciones discursivas a partir de las cuales los sujetos se relacionan con los otros, con el entorno y consigo mismos en espacios de significación. La representación entonces, se constituye como la manera en la que los sujetos dan cuenta de su realidad, y por consiguiente, son recursos discursivos valiosos en la clase de ciencias y aportan a la construcción de explicaciones individuales y colectivas.

Teniendo como base la profundización teórica, se definen los criterios para la enseñanza de los conceptos relacionados con "lo vivo" en la educación básica, basándose en un análisis histórico, epistemológico y disciplinar. Los criterios son de dos tipos: los primeros de tipo disciplinar, que

recogen insumos históricos y epistemológicos sobre la delimitación de “lo vivo”, que se constituye a su vez como objeto de estudio y problema de conocimiento. Se sugieren los que se derivan de las tres preguntas centrales en la profundización teórica: La Clasificación, La Reproducción, y, La Organización.

Los segundos, de tipo pedagógico, que explicitan los procederes más pertinentes para favorecer el aprendizaje y la comprensión de este objeto de estudio en el aula de clase. Se sugieren aquellos procesos como procedimientos, técnicas o procesos que fueron claves en la diferenciación entre lo vivo y las cosas, como: La Observación, y, la Descripción. Estos criterios podrán servir como orientaciones o recomendaciones para maestros de ciencias de la básica, que busquen enseñar de forma diferente algunos temas o conceptos relativos a la biología, y podrán incorporarse a propuestas de intervención en el aula.

Para concluir el apartado sobre Criterios para la enseñanza de lo vivo en la educación básica, se presenta una matriz que integra criterios disciplinares y pedagógicos con ejemplos de actividades aplicables en el aula. Esta matriz actúa como un resumen de la profundización teórica y ofrece una base práctica para la planificación de clases, el diseño de propuestas de aula y la definición de unidades didácticas.

Finalmente, en el capítulo de producción discursiva, se abordan tres aspectos principales. En primer lugar, se examina cómo la profundización teórica contribuye a la construcción de discursos pedagógicos en la docencia de ciencias. Esta profundización enriquece el discurso docente al integrar elementos históricos, epistemológicos y disciplinares, facilitando la comprensión del objeto de estudio de la Biología, que es "Lo vivo", y cómo las teorías han influido en la comprensión de la vida a lo largo del tiempo. Además, se destaca la importancia de la observación

en la construcción del conocimiento, subrayando su carácter como un proceso mental que implica teoría y acciones deliberadas. Estos aportes enriquecen el discurso docente y fomentan una práctica más reflexiva y comprometida en la enseñanza.

En segundo lugar, se examina la enseñanza de "lo vivo" en el contexto específico colombiano. Se concluye que el docente de ciencias debe entender el entorno en el que trabaja, reconociéndose como un miembro activo de la comunidad. Para ello, es fundamental identificar los problemas específicos del entorno y abordarlos a través de la enseñanza de las ciencias naturales. Este enfoque debe fomentar habilidades críticas en los estudiantes, promover la protección del medio ambiente y preservar la biodiversidad. El enfoque se refuerza mediante el trabajo interdisciplinario y la colaboración con otros miembros de la comunidad educativa, facilitando así la creación de proyectos que ayuden a resolver los problemas locales.

Finalmente, se aborda la innovación y reflexión en las prácticas educativas, enfocándose en la importancia de que el maestro ejerza una práctica consciente y reflexiva. Esto implica enfrentar las dificultades y limitaciones presentes en el entorno educativo mediante una evaluación crítica de la situación, teniendo en cuenta las necesidades y motivaciones de los estudiantes, las exigencias de la sociedad actual y el impacto de los recursos tecnológicos. Se sugieren tres áreas principales para innovar: primero, priorizar criterios de actuación y métodos de trabajo que fomenten la creatividad y la colaboración en equipo; segundo, aprovechar herramientas digitales y tecnológicas para diversificar las clases; y tercero, involucrarse en comunidades de conocimiento para intercambiar experiencias e ideas con otros profesionales del ámbito educativo.

Recomendaciones

Quedan abiertas las posibilidades para que pueda desarrollarse a partir de la profundización teórica realizada en este trabajo, y la definición de los criterios disciplinares y pedagógicos; la construcción de un material educativo, a modo de cartilla o en un ambiente virtual, que involucre los aspectos históricos y epistemológicos sobre la consideración de lo vivo como objeto de estudio en la educación básica.

Por otra parte, dentro de los procedimientos, procederes y técnicas abordados en la profundización teórica – disciplinar, queda un poco superficial el papel de la experimentación, en la Historia Natural. Por ello, se sugiere que puede ser otro ámbito de profundización teórica y de investigación que complementaría los aportes del presente trabajo, en otras investigaciones relacionadas.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcá, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Buitrago, A. & Gómez, A. (2013). *Dimensiones de la actividad de los maestros de ciencias naturales a partir de su práctica pedagógica* [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional].
- Bujanda, M. E., Ruíz, V., Molina, A. & Quesada, S. (2014). *Competencias del siglo XXI. Guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación*. Fundación Omar Dengo.
- Bocanegra Robles, S. (2018). *Concepciones de lo vivo en estudiantes en formación inicial de licenciatura en biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas* [Tesis de Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/8904>
- Castro, J. A., & Valbuena, O. (2018). *Algunas relaciones entre la autonomía de la Biología y la emergencia de su Didáctica: consideraciones sobre la complejidad de enseñar una ciencia compleja*. *Ciência & Educação* (Bauru), 24(2), 267-282. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180020002>
- Foucault, M. (1968). *Las palabras y las cosas*. Siglo veintiuno editores, S.A.
- Giroux, H. (2001) *Los profesores como intelectuales transformativos*. *Docencia*. 15: 60 – 66.
- Guacaneme Vásquez, C. E. (2018). *La historia natural en la enseñanza de las ciencias biológicas: una actualización desde el estudio de los insectos*. [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11062>
- Guyénot, E. (1956). *Las ciencias de la vida en los siglos XVII y XVIII, el concepto de la evolución*. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.

Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir – Parte A Representar*. Paidós.

Hernández, G. & Rodríguez, L. M. (2003). *Filosofía de la experiencia y ciencia experimental*. Fondo de cultura económica.

Idárraga Loaiza, A.Y. (2015) *La reproducción en aves: una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo*. [Trabajo de grado de Especialización, Universidad Pedagógica Nacional].

<http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9194>

Jacob, F. (1999). *La lógica de lo viviente (capítulos: 1 La Estructura de lo visible y 2 La Organización)*. Tusquets Editores.

Jiménez, S. P. & Rodríguez, M. A. (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*. [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10882>

Ministerio de Educación Nacional MEN. (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental* [Archivo PDF]. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Ministerio de Educación Nacional MEN. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales* [Archivo PDF]. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional MEN. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales* [Archivo PDF]. file:///C:/Users/Ana/Downloads/DBA_C.Naturales-min_compressed.pdf

Nieto, M., Rodríguez, C. & Roca, J. (2008). *Historia Natural y Política, conocimientos y representaciones de la naturaleza americana*. Editorial Banco de la República.

- Núñez, P., Pavez, J.M., Santibáñez, D., Becerra, B. & Cofré, H. (2017). *La Historia de la Ciencia como elemento catalizador de la enseñanza de la Biología y la Naturaleza de la Ciencia*. Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias, 1(1):64-78. https://www.researchgate.net/publication/320508239_La_Historia_de_la_Ciencia_como_elemento_catalizador_de_la_ensenanza_de_la_Biologia_y_la_Naturaleza_de_la_Ciencia
- Pineda, P.N., Ayala, L.A. & García, A. (2023). *Uso de hechos y controversias desde la historia de la biología para la comprensión de naturaleza de la ciencia en docentes de ciencias naturales*. Bio-grafía. Número extraordinario: 1119-1128. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18159>
- Serres, M. (1989). *Historia de las Ciencias*. Ediciones Cátedra SA. Capítulo revisado: De Linneo a Darwin: los viajeros naturalistas - Jean-Marc Drouin.
- Valencia Vargas, S.E. (1989) *La Biología Ciencia de la Vida o Ciencia de lo Vivo?: Análisis de condiciones epistemológicas que hicieron pensar las determinantes del fenómeno vivo como el objeto de la Biología*. [Tesis de Pregrado, Universidad Pedagógica Nacional].
- Valencia Vargas, S., Méndez, O., Orozco, J.C., Jiménez, G. & Garzón, P. (2003). *Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias*. TEA, 14(5574): 109-120. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/15605>