

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Diseño de un material de enseñanza con coherencia intracurricular sobre el proceso de la nutrición humana**

**Tachi Magda Yulieth Sánchez Jimenez**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Posgrados de Ingeniería y Administración  
Maestría En Enseñanza De Las Ciencias Exactas Y Naturales  
Palmira, Colombia

2020



# **Diseño de un material de enseñanza con coherencia intracurricular sobre el proceso de la nutrición humana**

**Tachi Magda Yulieth Sánchez Jimenez**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Directores:

Mg. Boris Fernando Candela Rodríguez.  
Ph. D. Teresa Pontón Ladino.

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Posgrados de Ingeniería y Administración  
Maestría En Enseñanza De Las Ciencias Exactas Y Naturales  
Palmira, Colombia

2020



*(Dedicatoria o lema)*

*Dedico este trabajo a mi madre, Stella Sánchez Jimenez, una mujer que fue luchadora perseverante para verme cumplir mis metas académicas y personales. Una gran mujer quién siempre ha sido inspiración para recorrer este camino.*



## **Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Tachi Magda Yulieth Sánchez Jimenez

Nombre

Fecha 27/07/2020



## **Agradecimientos**

Primero me gustaría mostrar mi gratitud hacia Dios, por ser mi Creador y fiel compañía y fortaleza en este proceso. Igualmente, agradezco a mis directores, el profesor Boris Fernando Candela Rodríguez y la profesora Teresa Pontón Ladino, por toda su invaluable y paciente orientación y supervisión, amabilidad natural y estímulo continuo. Esta tesis no hubiera sido posible sin su apoyo.

También me gustaría agradecer a los profesores y compañeros de la maestría que me apoyaron en esta meta, por sus enseñanzas, su valioso tiempo y entusiasmo.

Finalmente, deseo expresar agradecimiento a mi familia, especialmente a mi hermano Jorge Luis Cárdenas, a mi tía Amelia Sánchez, a mi esposo y a mi hija, por su amor, motivación y comprensión durante los períodos ocupados en el desarrollo de este estudio.



## Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un material de enseñanza con coherencia intracurricular a partir de la formulación de teorías de dominio específico sobre el proceso de nutrición humana, para el último nivel de la básica primaria. De esta manera, se pretende superar algunas dificultades de enseñanza y aprendizaje relacionadas con la fragmentación de saberes y la falta de coherencia curricular. Para lograr tal objetivo se desarrolló un marco teórico que orientó la alineación de los elementos de diseño y permitió guiar la construcción y el diseño de ambientes de aprendizaje innovadores con coherencia curricular hacia la comprensión integral y articulada del proceso de la nutrición humana. A partir de estos referentes teóricos, se tuvo en cuenta una metodología cualitativa informada por el análisis de contenido de diferentes referentes documentales a través del instrumento metodológico Representación del Contenido (CoRe). Finalmente, a través de este instrumento se tomaron las decisiones curriculares y metodológicas para obtener como resultado la formulación de un conjunto de teorías de dominio específico y, a partir de estas teorías construir un material de enseñanza con coherencia curricular sobre el proceso de la nutrición humana para el grado quinto de primaria. Este material de enseñanza potenciado por las TIC, se encuentra en un formato digital que contiene una interfaz o plataforma, la cartilla del estudiante, el material de apoyo y la CoRe. Las conclusiones de esta investigación permiten reconocer la importancia de superar la falta de coherencia y la fragmentación de saberes en el diseño de ambientes de aprendizaje.

**Palabras claves:** Estudios de diseño, coherencia curricular, teorías de dominio específico de la enseñanza y aprendizaje del proceso de la nutrición humana.

## Abstract

This research work aims to design a teaching material with intracurricular coherence from the formulation of specific domain theories on the process of human nutrition, for the last level of elementary school. In this way, it is intended to overcome some teaching and learning difficulties related to the fragmentation of knowledge and the lack of curricular coherence. To achieve this objective, a theoretical framework was developed that guided the alignment of design elements and allowed guiding the construction and design of innovative learning environments with curricular coherence towards a comprehensive and articulated understanding of the process of human nutrition. From these theoretical references, a qualitative methodology informed by the content analysis of different documentary references was taken into account through the Content Representation (CoRe) methodological instrument. Finally, through this instrument, the curricular and methodological decisions were made to obtain as a result the formulation of a set of specific domain theories and, based on these theories, build a teaching material with curricular coherence on the process of human nutrition. for the fifth grade of primary. This TIC-powered teaching material is in a digital format that contains an interface or platform, the student's booklet, the support material and the CoRe. The conclusions of this research allow us to recognize the importance of overcoming the lack of coherence and the fragmentation of knowledge in the design of learning environments.

**Keywords:** Design studies, curricular coherence, specific domain theories of teaching and learning of the human nutrition process.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>XI</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XV</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
2.1    Las implicaciones de una enseñanza fragmentada .....	10
2.2    Importancia de integrar los sistemas corporales para comprender el proceso de la nutrición humana .....	12
2.3    Los materiales de enseñanza con coherencia curricular fundamentados en el diseño educativo.....	13
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
4.1    Estudios de diseño educativo .....	21
4.1.1    Características de los diseños de uso educativo.....	23
4.1.2    Teorías de dominio específico. ....	23
4.1.3    Teorías de aprendizaje. ....	27
4.1.4    Pedagogía general.....	27
4.1.4.1    Rutinas.....	28
4.1.4.2    Técnicas.....	29
4.1.4.3    Estrategias de enseñanza: Estrategia Predecir, observar y explicar (POE) .....	30
4.1.4.4    Modelos de enseñanza.....	31
4.2    Principios de diseño .....	33
4.2.1    Coherencia curricular.....	33
4.2.2    Referentes curriculares formulados por el estado. ....	34
4.2.3    Metas de aprendizaje. ....	37
4.2.4    Selección de la gran idea.....	37
4.2.5    Evaluación continua y formativa.....	38
4.3    Análisis conceptual del proceso de la nutrición humana.....	39

4.3.1	La enseñanza del proceso de la nutrición humana en primaria.....	39
4.3.2	El proceso de la nutrición humana. ....	42
4.3.2.1	La incorporación de sustancias: nutrientes y oxígeno a través de los procesos de digestión y respiración. ....	43
4.3.2.2	La distribución de nutrientes y oxígeno a través del proceso de la circulación. .	45
4.3.2.3	Eliminación de sustancias de desecho.....	47
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>49</b>
5.1	Objetivo general .....	49
5.2	Objetivos específicos .....	49
<b>6.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO DE INDAGACIÓN .....</b>	<b>51</b>
6.1	Método de investigación.....	53
6.1.1	Técnica del análisis del contenido.....	55
6.1.2	Instrumento metodológico de aprendizaje (CoRe).....	58
6.1.3	Análisis documental. Formulación de las teorías de dominio específico acerca del aprendizaje de la nutrición humana.....	60
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
7.1	Teoría de dominio específico sobre la enseñanza de la nutrición humana.....	67
7.2	Materialización de la teoría de dominio específico .....	87
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Estándares Básicos de Competencias de los grados 4° a 5° reconociendo su estructura. Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, 2004).</i> .....	35
<b>Figura 2.</b> <i>Estructura lógica del instrumento metodológico CoRe. Tomado de Candela, (2006).</i> ..	59
Figura 3. Interfaz del material de enseñanza en formato digital. Fuente: Elaboración propia. ....	89
Figura 4. Materiales descargables: Cartilla del estudiante, Material de apoyo del maestro y la Representación del Contenido (CoRe). Fuente:Elaboración propia. ....	89
Figura 5. Actividades que desarrollan las sub-ideas. Fuente: Elaboración propia. ....	90
Figura 6. Cartilla del estudiante. Fuente:Elaboración propia. ....	91
Figura 7. Material de apoyo para el profesor. Referentes curriculares, conocimientos previos y posteriores. Fuente: Elaboración propia. ....	91
Figura 8. Material de apoyo para el profesor. Orientaciones generales y desarrollo de actividades para los ciclos de aprendizaje. Fuente: Elaboración propia. ....	92

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<i>Tabla 1.</i> Contenido de la unidad de muestreo. ....	55
<i>Tabla 2.</i> Contenido de la unidad de contexto. ....	56
<i>Tabla 3.</i> Representación del contenido sobre el proceso de la nutrición humana. ....	68

## Introducción

Actualmente, en el área de la enseñanza de las ciencias se puede evidenciar que existen diferentes propuestas o materiales de enseñanza que no han logrado una comprensión integral de saberes debido a la falta de coherencia curricular, es decir, que no poseen una fundamentación pedagógica articulada con los elementos de las teorías de diseño educativo. Aquellas propuestas o materiales de educativos caracterizados por una falta de coherencia curricular generan una enseñanza fragmentada y desarticulada en las estructuras conceptuales de la naturaleza de un contenido específico (Candela, 2016).

El diseño curricular es un proceso que debe ser ilustrado por las teorías de naturaleza general y específica en torno a la enseñanza de las ciencias y además reflejar la articulación de los conocimientos resultantes de los estudios en el campo de la educación (Shwartz et al., 2008). Esta articulación de diferentes cuerpos de conocimiento, permite el desarrollo de una teoría de dominio específico demostrando el resultado del análisis, las decisiones y las reflexiones tomadas por el profesor sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de un contenido específico.

Al respecto, esta propuesta de investigación surge de la necesidad de superar tales dificultades que son evidenciadas al diseñar de materiales de enseñanza de un contenido específico en el área de las ciencias: el proceso de la nutrición humana. Para tal necesidad, es necesario tener en cuenta las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional que permitan una reflexión pedagógica y curricular para formular teorías de dominio específico que permitan el diseño un material de enseñanza con coherencia curricular sobre el proceso de la nutrición humana en el quinto grado de la básica primaria.

De acuerdo con lo anterior, este trabajo de investigación presenta la siguiente estructura: La primera parte de esta propuesta desarrolla los elementos de estudio que corresponden a la presentación del problema de investigación (justificación, antecedentes y problema de investigación). Estos apartados inicialmente sustentan la necesidad y las dificultades de enseñanza y aprendizaje relacionadas con la fragmentación de saberes y la falta de coherencia curricular en materiales de enseñanza que se han propuesto para el aprendizaje del proceso de la nutrición humana; y posteriormente establecen una reflexión del potencial de investigaciones derivadas de Estudios de Diseño con coherencia curricular. De esta manera, se identifica y genera un campo problemático hacia el planteamiento de una pregunta de investigación.

Cabe resaltar que, en los antecedentes se realiza un análisis sobre las investigaciones que abordan las dificultades de la enseñanza y aprendizaje del proceso de la nutrición humana. Además, incluye una reflexión sobre la importancia de generar materiales o propuestas de enseñanza con coherencia curricular sobre la línea de investigación del Diseño Educativo. Por tanto, para describir los antecedentes estudiados hacia el desarrollo de este trabajo de investigación, se crean tres categorías: las implicaciones de una enseñanza fragmentada, la importancia de integrar los sistemas corporales para comprender la función de nutrición. y los materiales de enseñanza con coherencia curricular fundamentados en el diseño educativo. Lo anterior se realiza con el fin de generar un análisis reflexivo que permita encontrar un punto de partida para soportar o argumentar la necesidad de generar una propuesta de investigación.

A continuación, se presenta el marco teórico, constituido por tres apartados principales: el análisis del objeto disciplinar, es decir del proceso de la nutrición humana, los estudios de diseño y los principios de diseño (teorías de aprendizaje, elementos de la pedagogía general, metas de aprendizaje, referentes curriculares, teorías de dominio específico, coherencia curricular y evaluación formativa). Estos referentes teóricos muestran un panorama del campo problemático y temático que permite la alineación del desarrollo de los objetivos propuestos.

Finalmente, se plantea una metodología que intenta responder al cómo se van a lograr tales objetivos y por ende cómo se dará respuesta a la pregunta de investigación. En este apartado, se propone de forma coherente y articulada con los demás elementos de la propuesta, una metodología de tipo cualitativa apoyada en el uso del instrumento metodológico CoRe y en la formulación de teorías de dominio específico para el diseño de un material de enseñanza con coherencia curricular del proceso de la nutrición humana.



# 1. Justificación

En el área de las ciencias naturales, específicamente en la biología, existe una fuerte preocupación sobre el no comprender la dinámica de la vida como un conjunto de contenido articulados que dan explicación a diversos fenómenos biológicos. De ahí el reconocer que no solo en la biología sino en otras ciencias, se debe entender que los conceptos científicos se han construido como resultado de unas interacciones mutuas entre los diferentes elementos que los configuran (Gagliardi, 1986).

Desde aquí se puede esclarecer, que al comprender la articulación de un contenido específico se puede observar una cohesión entre sus estructuras conceptuales, ya que estas no están aisladas de los conceptos, sino que al contrario lo constituyen (Candela, 2016). Este contenido específico está en permanente construcción en el aula por medio de una serie de procesos, hasta lograrse entender la naturaleza del concepto, y esta se alcanza a partir de una coherencia curricular que vea como prioridad la necesidad de una comprensión integrada en la enseñanza de los contenidos en ciencias.

Existen varias investigaciones en el campo educativo y propiamente en el área de las ciencias aplicado al nivel de la primaria, que justifican no solo la ausencia de la articulación de un contenido específico, sino además la falta de coherencia curricular que promueve la desfragmentación del saber desde los primeros niveles cognitivos (Mayoral, Gonzalez y Naranjo, 2016). Lo anterior genera no solo la construcción de un contenido específico desarticulado desde la naturaleza del concepto, sino además un aprendizaje memorístico de contenidos en ciencias sin una cohesión ni una comprensión integral y progresiva en los diferentes niveles de complejidad a lo largo de la etapa escolar del estudiante.

Desde nuestro contexto educativo, en la enseñanza de las ciencias naturales en las aulas de primaria, se puede reconocer la fragmentación de los sistemas corporales como dificultad en el aprendizaje del proceso de la nutrición humana. De acuerdo a lo anterior, Piñero (2016) rescata que este tipo de deficiencias cognitivas limitan al estudiante en el momento de establecer relaciones necesarias entre contenidos para comprender la complejidad del proceso de la nutrición humana. Siendo así, es necesario prestar atención de forma reflexiva y analítica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los primeros niveles escolares donde se refleja con mayor frecuencia el aprendizaje memorístico.

De manera reflexiva, la educación en la básica primaria es donde debe potencializarse en los estudiantes la capacidad de construir un conocimiento que evidencie la cohesión entre las estructuras conceptuales de tal manera que en niveles superiores le sea más fácil acercarse a la comprensión integral de la naturaleza del concepto (Rey y Candela, 2013). Además, las investigaciones, derivadas de los Estudios de Diseño, remarcan la necesidad de articular los diferentes elementos de la enseñanza para que el diseño de actividades desde grados iniciales que proporcione la oportunidad al estudiante de superar formas de pensamiento simple a otras más sofisticadas.

Esta dificultad se evidencia a partir del análisis de algunos materiales diseñados para la enseñanza de contenidos específicos, como el proceso de la nutrición humana. Bajo este análisis, se revela que en el diseño educativo no se tiene en cuenta una coherencia curricular a lo largo de los diferentes niveles cognitivos en primaria y secundaria (Mayoral et al., 2016). Los materiales de enseñanza fundamentados pedagógicamente surgen desde la necesidad de establecer una guía de aprendizaje en los diferentes niveles escolares, teniendo como propósito lograr a través del tiempo, una mayor afinación del contenido específico y un avance gradual y coordinado hacia la comprensión integral.

Igualmente, en el campo educativo de las ciencias, algunos estudios manifiestan la falta de coherencia de los materiales de enseñanza sobre ciencias se genera por la desarticulación de los elementos fundamentales del currículo, tales como: metas de aprendizaje,

lineamientos curriculares, prácticas educativas, estrategias instruccionales y de evaluación, entre otros (Shwartz, Weizman, Fortus, Krajcik y Reiser, 2008). Esto deja en evidencia que dichos materiales no han sido debidamente guiados en su estructura curricular por las *teorías de dominio específico*, quienes permiten la construcción de materiales de enseñanza coherentes curricularmente (Candela, 2016).

En consecuencia, se hace necesario contar con una propuesta que ofrezca salida a dicha problemática, reconociendo la importancia de construir una teoría de dominio específico del proceso de la nutrición humana que permita generar el diseño de un material de enseñanza con una estructura lógica de unidades curriculares en el aula y una comprensión integral de la naturaleza de este contenido específico. A esto se suma que las prácticas educativas (entendida como el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje) estén alimentadas por los aportes de los referentes curriculares estatales de manera más consciente. Sin embargo, es necesario aclarar que por la complejidad que demuestra el diseño de esta propuesta, para la validación de dicha teoría de dominio específico es necesario su implementación y su evaluación en estudios posteriores pos graduales.



## 2. Antecedentes

Para describir los aportes y reflexiones de algunas investigaciones que evocan la importancia de reflexionar sobre las consecuencias de una enseñanza fragmentada, se hace una relación con las investigaciones que abordan las dificultades de la enseñanza y aprendizaje del proceso de la nutrición humana. Además, se reflexiona sobre la importancia de generar materiales o propuestas de enseñanza con coherencia curricular sobre la línea de investigación del Diseño Educativo. Lo anterior con el fin de realizar un análisis de investigaciones que permitan encontrar un punto de partida que ayude a soportar o argumentar la necesidad de generar una propuesta de investigación que logre superar estas dificultades en el aula.

Para describir los antecedentes estudiados hacia el desarrollo de este trabajo de investigación, se crean tres categorías:

- a) Las implicaciones de una enseñanza fragmentada: Se realiza un análisis de las posibles limitaciones que tiene la enseñanza fragmentada en el saber del estudiante, reconociendo posteriormente la importancia de generar conceptos articuladores que permitan la construcción de saberes.
  
- b) Importancia de integrar los sistemas corporales para comprender la función de nutrición: Desde las investigaciones que se han realizado sobre la enseñanza de la homeostasis se pretende sustentar que es posible desde una etapa inicial empezar a concebir el sistema corporal desde una dinámica de autoregulación del cuerpo humano a partir del estudio integral de los sistemas corporales, y que también se

puede lograr que el estudiante construya su propio saber desde la complejidad de articular los contenidos específicos para comprender la nutrición humana.

- c) Los materiales de enseñanza con coherencia curricular fundamentados en el diseño educativo: Se realiza un estudio sobre el análisis del manejo de los conceptos relacionados (nutrición, autorregulación, sistema corporal, homeostasis) en materiales o propuestas de enseñanza analizadas en investigaciones publicadas que demuestran una enseñanza desarticulada del sistema corporal y la falta de coherencia curricular.

A continuación, se desarrollan cada una de estas categorías:

## **2.1 Las implicaciones de una enseñanza fragmentada**

En la didáctica de las ciencias han surgido diversas investigaciones que permiten identificar varias dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias. Entre estas, es pertinente hablar de la estructura lógica de las estructuras conceptuales, el nivel de exigencia de tales contenidos y su relación con las preconcepciones de los estudiantes (Campanario y Moya, 1999). Otra de estas dificultades se refleja en la aplicación de propuestas materiales de enseñanza que se emplean en la enseñanza de las ciencias desde un proceso dirigido más hacia un aprendizaje memorístico que hacia la curiosidad por el saber. Desde aquí se reconoce que en gran medida la educación actual manifiesta una enseñanza fragmentada y desactualizada de saberes, permitiendo la pérdida de interés de los estudiantes y generando una marcada realidad en nuestras aulas escolares (Rey y Candela, 2013).

Este tipo de prácticas genera en estudiante con falta de creatividad e interés por los fenómenos que suceden a su alrededor, limitándose a manifestar una actitud pasiva frente a una constante definición de contenidos y un aprendizaje memorístico de estos. Lo anterior, en el campo de la enseñanza de las ciencias en primaria, se manifiesta con más fuerza en el comportamiento del estudiante, ya que por suponer que se encuentra en una etapa inicial, se “favorece” una enseñanza por transmisión debido a que se cree que el estudiante no posee

capacidades cognitivas ni habilidades que le permitan construir o inclusive comprender la naturaleza del contenido específico (Rey y Candela, 2013). Es decir, se descuida el valor que tiene la educación temprana en el progreso cognitivo del ser y se ignoran las posibles dificultades de aprendizaje que una formación inicial insuficiente puede causar. Igualmente, Furman (2014) soporta esta preocupación al reflexionar sobre los años iniciales en la escuela como periodo ideal para situar las bases del conocimiento científico, debido al interés y la motivación constante que caracterizan a los estudiantes de corta edad.

Algunas investigaciones sobre dificultades en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias intentan argumentar que una conducta de memorización de contenidos sin su real comprensión ayuda a que los estudiantes no sean conscientes que poseen concepciones erróneas sobre el saber científico. Los estudiantes no toman una postura crítica que les permita formular sus dificultades como problemas de comprensión y ante esta realidad, resulta evidente que las estrategias tradicionales para la enseñanza de las ciencias ofrecen pocos beneficios para desarrollar un aprendizaje significativo en aulas que se fundamentan en una enseñanza por transmisión. De aquí se destaca la necesidad, identificada por Campanario y Moya (1999), de realizar un análisis crítico y reflexivo de nuevos enfoques alternativos que busquen superar las dificultades del proceso de aprendizaje generadas naturalmente en el aula o como consecuencia de lo que se ha generado de una enseñanza tradicional.

Al realizar este ejercicio de hacer un análisis pedagógico sobre las implicaciones de un aprendizaje memorístico y desarticulado de conceptos, y de esta manera reconocer la necesidad de mejorar la enseñanza de las ciencias desde la construcción de conocimientos a través de la naturaleza del contenido específico, es pertinente realizar una reflexión en nuestras aulas de clase para generar que el alumno desempeñe un papel más activo y no aquel que limite su desarrollo de un pensamiento crítico frente a lo que aprende y lo que cree conocer.

## **2.2 Importancia de integrar los sistemas corporales para comprender el proceso de la nutrición humana**

En la actualidad el manejo sistémico se puede denominar como predominante, y está en boga en muchos campos del conocimiento. Desde el pensamiento sistémico, el contenido específico de la homeostasis puede emplearse para la enseñanza de los sistemas corporales, pero no como se están abordando, es decir como entidades separadas sino como conjunto de partes que forman un todo que a su vez es más que la suma de esas partes, en el cual hay emergencia y contingencia. Así el concepto podría tener mayor preponderancia con respecto a lo que lo configura, hacia lo que realmente lo constituye, y no hacia la evidente reducción al equilibrio estático habitual, y que al menos se considere un equilibrio dinámico (Sánchez y Fukun, 2010).

De manera que deben generarse estrategias de enseñanza que desde la primaria logren mostrar la integración de los sistemas corporales y de esta manera en la secundaria al hablar de homeostasis sea más fácil su comprensión. Para su consolidación, Cannon, el considerado en la biología como el padre del concepto homeostasis, parte de justificar una serie de situaciones a partir del análisis de fenómenos aparentemente simples, pero de compleja naturaleza, y no lo hizo propiamente desde el estudio de sistemas separados (Cannon, 1941). Así, se considera la necesidad de enseñar no solo la homeostasis sino además el proceso de la nutrición humana desde la naturaleza de estos contenidos, es decir de la forma en que Cannon los fundamentó en sus estudios relacionados con la anatomía y fisiología humana.

La comprensión de fenómenos fisiológicos permite hacer el empalme, establecer puentes entre los sistemas corporales, y esos puentes están allí, sólo que no son entendidos y articulados en ese complejo entramado. Hacia la comprensión de la complejidad del contenido específico de la homeostasis, debe partirse en la primaria desde el proceso de la nutrición humana hacia un manejo del pensamiento sistémico, donde el estudiante empiece a aproximarse a la comprensión de un fenómeno desde su propia naturaleza. De acuerdo con Capra (1996), es importante iniciar la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior, y esto implica reconocer el sistema como un todo integrado cuyas propiedades

surgen de las conexiones entre sus estructuras, y además, comprender los fenómenos sistémicamente implica ubicarlos en contexto para vincularlos desde su naturaleza.

Pero pensar sistémicamente no es hablar de sistema nervioso, circulatorio y digestivo, sino comprender el fenómeno de la respiración, la digestión y la circulación en el sistema cuerpo humano, dado que lo primero no ha permitido entender homeostasis y mucho menos pensar de forma sistémica. Se habla de pensar de forma sistémica con el objetivo de introducir la complejidad y comprender la diversidad de los niveles de complejidad de los sistemas que se estudian, y dar un paso adelante en el reconocimiento de propiedades emergentes (Morin y Pakman, 1999).

### **2.3 Los materiales de enseñanza con coherencia curricular fundamentados en el diseño educativo**

Los materiales de enseñanza son el resultado de actividades secuenciadas y temporalizadas que se apoyan en referentes pedagógicos, psicológicos, curriculares y disciplinares (Candela, 2016). De esta manera los materiales de enseñanza se convierten en una herramienta que permite la construcción de ambientes de aprendizaje a través de la toma de decisiones de diseño curricular para que el estudiante se aproxime a una habilidad o comprensión de un contenido específico que el profesor establece como meta de aprendizaje.

Existen varios materiales de enseñanza desarrollados para contextos particulares que abordan el proceso de la nutrición humana como un contenido fragmentado sin la integración de los sistemas que lo comprenden. Es decir, se estructuran propuestas de enseñanza de cada sistema como un proceso independiente, desconociendo su carácter vinculante para entender la función como tal de la nutrición en el cuerpo humano. En muchos de los casos, lo que se busca con estas propuestas es priorizar el dominio de los contenidos disciplinares estructurantes sobre el desarrollo de habilidades o aptitudes que permitan tomar a partir de decisiones curriculares.

Una de las investigaciones que se toma como antecedentes viene de (Sánchez y Fuken, 2010), donde se realizó un ejercicio educativo para el abordaje de la enseñanza de los

sistemas corporales y se encontró con una dificultad fuerte en relación a su comprensión. Tal situación tiene lugar en el manejo que se está dando al estudio fisiológico integral del cuerpo humano en los diferentes grados de escolaridad, el cual reiteran los autores que es determinante para entender no sólo la dinámica de los sistemas corporales, sino la del cuerpo como sistema. Dicha integración o articulación de sistemas se trata precisamente de las relaciones y del equilibrio dinámico entre todo lo que constituye el cuerpo humano como sistema de sistemas.

A partir de una investigación descriptiva en algunos libros de texto, Sánchez y Fuken (2010) buscaron reconocer la fragmentación de sistemas corporales como dificultad en el aprendizaje del funcionamiento del sistema corporal. Tal búsqueda se realizó bajo la hipótesis de considerar que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales los sistemas corporales no se están abordando desde una dinámica homeostática, es decir, desde la integración de tales sistemas para la comprensión de fenómenos biológicos en el ser humano como la diabetes, la nutrición, la reproducción, el movimiento, etc.

Acercarse a la bibliografía escolar utilizada en las instituciones educativas de nuestro entorno, nos permite construir una noción de cómo se está estudiando el contenido específico del proceso de la nutrición en nuestro contexto, analizando no sólo el manejo o aproximación del concepto en libros escolares para diferentes grados sino también analizando la profundización de este manejo en el nivel escolar donde se debería estudiar según los estándares curriculares. Para ello, estos autores realizaron una revisión de libros de texto de diferentes grados escolares utilizados en la mayoría de instituciones educativas de Colombia y se estudió el acercamiento o tratamiento tanto del contenido de la homeostasis como del contenido de la nutrición. Por acercamiento se refieren al uso de conceptos como autorregulación, estabilidad, o equilibrio que suelen usarse en primaria. Estos son usados con este propósito de ir acercándose a través de los diferentes grados escolares al concepto homeostasis. Sin embargo, esto no pudo comprobarse, debido a que, si algún libro usa un concepto referente, se mencionan pocas veces y nunca más se vuelve a emplear en otros contenidos o no conducen al concepto estructurante homeostasis.

De esta investigación se destaca también la conclusión del poco o a veces inexistente empleo del concepto homeostasis o de conceptos referentes a este. Solo se observa la individualización de los sistemas corporales e inclusive algunos libros de texto ni siquiera nos hablan de sistemas corporales, sino de anatomía de los seres vivos. Con todo lo anterior, se puede hablar de una aproximación de un manejo reduccionista de contenidos en la enseñanza de la biología. En relación al sistema corporal tanto en básica primaria como en la secundaria se realiza una enseñanza de tal sistema de manera desarticulada, es decir, los sistemas que se abordan se desarrollan sin manifestar la dependencia con los otros sistemas corporales para comprender su relación y entender la dinámica de autorregulación del sistema corporal.

En general, Sánchez y Fuken (2010) lograron evidenciar que en los libros de texto se presentan problemas en la enseñanza del sistema corporal. Existen ciertos aspectos en la secuencia y el lenguaje de la enseñanza de los sistemas corporales, por ejemplo, se puede observar que cada sistema se explica o expone desde tres aspectos: definición, partes del sistema y funcionamiento. Desde aquí, se puede observar una enseñanza fragmentada de saberes, es decir se enseña cada sistema de manera mecánica y se le atribuye funcionamiento a cada sistema, de tal manera que no existe ni siquiera la posibilidad de encontrar una explicación integral del verdadero funcionamiento del cuerpo, y mucho menos se maneja desde una visión integral para dar luz o claridad al entendimiento de la dinámica del cuerpo.

Existen otras investigaciones realizadas de materiales de enseñanza de las ciencias que permiten argumentar este aspecto relacionado con la identificación que existe una fragmentación en la enseñanza de los sistemas corporales y además de relacionarlo con la falta de coherencia curricular, tal es el caso de la investigación realizada por Piñero (2016). Esta investigación se basa en el análisis del manejo de la integración de sistemas para explicar el proceso de la nutrición humana. Básicamente, la autora admite que se estudian los sistemas corporales como el sistema digestivo, circulatorio y respiratorio de forma individual y bajo una estructura curricular que no promueve la comprensión curricular ni una coherencia entre la naturaleza del contenido.

De lo anterior, Piñero (2016), rescata que este tipo de deficiencias cognitivas limitan al estudiante en el momento de establecer relaciones necesarias entre conceptos para comprender la complejidad de un contenido específico como el proceso de la nutrición humana. La autora reconoce, además, la escasez o en otros casos la ausencia de actividades de experimentación. A partir de lo anterior, se aporta a una reflexión sobre la importancia de considerar implementar imágenes o ilustraciones que permitan incorporarse a las actividades que faciliten la comprensión integral desde un diseño con coherencia curricular.

Existe otro estudio a partir Amarillo, Gómez, Villar, Zambrano y Melo (2000), quienes realizaron un análisis iconográfico en dos periodos distintos a través del estudio de teorías de dominio específico que encontró poco contextualizadas y en muchos casos desactualizadas en el manejo de referentes curriculares. De esta investigación se rescatan tres principales aspectos: primero, se manifiesta un manejo del sistema digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor centrado básicamente en las estructuras anatómicas. Un segundo aspecto permite demostrar que los materiales de enseñanza evidencian una iconografía limitada referente a conceptos fisiológicos relacionados con el contenido específico de la nutrición humana y como tercer aspecto, se destaca que los estudiantes describían proposiciones y narraciones sencillas y con la ausencia de coherencia entre lo que se planteaba a nivel curricular y las metas de aprendizaje planteadas para la enseñanza.

En conclusión, se manifiesta una enseñanza fragmentada en de los sistemas corporales relacionados con el proceso de la nutrición humana y además que los materiales de enseñanza propuestos para comprensión de este contenido no cuentan con unas teorías de dominio apropiadas que generen una coherencia curricular en los ambientes de aprendizaje.

### 3.Planteamiento del problema

Según los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales ofrecidos por el Ministerio de Educación Nacional, afirman que en los grados de sexto a séptimo se debe brindar a los estudiantes la oportunidad de lograr realizar la integración de los sistemas corporales a fin de comprender el funcionamiento autorregulado del cuerpo. Además, desde este ciclo de escolaridad se espera que ellos expliquen “las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos” (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p 18). Sin embargo, los investigadores de la educación en ciencias, consideran que dichos contenidos desde una perspectiva integradora se deben comenzar a representar y formular desde los últimos grados de la escuela primaria, desde luego teniendo en cuenta las necesidades y nivel cognitivo de los estudiantes (Rey y Candela, 2013).

A través de los estudios de investigación analizados en los antecedentes se evidencia esta dificultad sobre la fragmentación del sistema corporal que no permite comprender desde la naturaleza del contenido específico el proceso de la nutrición humana (Sánchez y Fuken, 2010), y que además tal fragmentación de saberes en los contenidos en ciencias es determinada como producto del diseño de materiales de enseñanza sin coherencia curricular (Candela, 2016).

Esta enseñanza fragmentada y descontextualizada de las ciencias naturales y específicamente del proceso de la nutrición humana, es una muestra de la falta de coherencia curricular en la secuenciación de contenidos y el diseño de los materiales de enseñanza, como se propone en los estudios de diseño educativo. A partir de lo anterior, la falta de coherencia intracurricular deba ser abordada como un elemento de investigación en el diseño de ambientes de aprendizaje en pro de reducir las dificultades de aprendizaje y fomentar la

comprensión integral de los contenidos de las ciencias. Sumado a esto a los diferentes aportes que dicho proceso arroja en el desarrollo profesional del educador en ciencias.

Con el propósito de superar esta dificultad que poseen algunos materiales en la enseñanza de las ciencias, en este estudio se toma la decisión de apoyarse en los estudios de diseño. Desde luego, una de las metas de esta perspectiva de indagación es el producir un conjunto de teorías de dominio específico considerando cómo los estudiantes pueden aprender un contenido específico, y cómo se debe asistir a los estudiantes en el alcance de las metas de aprendizaje propuestas. Desde luego, dichas teorías informan el diseño y la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje que representan el contenido de la nutrición humana desde una perspectiva sistémica.

Tal intención se pretende lograr buscando diseñar un material de enseñanza con coherencia curricular en el grado 5to de primaria, donde se pueda desarrollar la toma de decisiones curriculares e instruccionales alineadas al currículo escolar, teniendo en cuenta las necesidades y capacidades de aprendizaje. Lo anterior implica orientar la construcción de este material de enseñanza bajo el enfoque de investigación educativa de Estudios de Diseño Educativo, en el cual se reconoce la necesidad de formular teorías de dominio específico como estrategia de orientación hacia la construcción de materiales de enseñanza coherentes curricularmente para facilitar la enseñanza de un contenido específico (Candela, 2016).

Es necesario considerar que, los materiales de enseñanza con coherencia curricular son de suma importancia en ciencias para la comprensión de un contenido específico, como la nutrición humana, ya que para la enseñanza del proceso de la nutrición es esencial la toma de decisiones curriculares instruccionales frente a este primer nivel escolar, en la básica primaria, sobre lo que se espera desarrollar para las otras etapas escolares y así permitir el desplazamiento del estudiante por el corredor conceptual. En este sentido, se considera que el diseño de un material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana en primaria responde a las necesidades para reconocer la integración de sistemas relacionados con este

proceso en el cuerpo humano, una noción clave para el desarrollo del pensamiento fisiológico.

De manera que, se reconoce la importancia de construir una teoría de dominio específico sobre el proceso de la nutrición humana, considerando la necesidad de alinear las decisiones curriculares e instruccionales para superar las anteriores dificultades de enseñanza y aprendizaje, ajustándose a las capacidades de los estudiantes (Candela, 2016). A partir de lo anterior, es necesario diseñar un material con coherencia intracurricular que permita avanzar en la apropiación de las relaciones entre los sistemas corporales involucrados en este proceso de nutrición en el cuerpo humano, superando de manera progresiva las dificultades e ideas alternativas que prevalecen aún en el estudio de la nutrición humana.

A partir de lo anterior, surge una pregunta problemática de investigación:

Desde nuestro contexto educativo, en el grado 5to de la básica primaria, *¿Cómo diseñar un material de enseñanza con coherencia intracurricular que asista al estudiante en la comprensión integral de la nutrición humana?*



## **4. Marco teórico**

El marco teórico se desarrolla a partir del análisis de dos secciones importantes: La primera sección se describen las orientaciones teóricas que sustentan el desarrollo de esta investigación. La segunda contiene una presentación del marco de referencia en torno al objeto disciplinar, es decir relacionado con el tópico específico de la nutrición humana como núcleo estructurante que permite su comprensión a partir de la integración de los sistemas corporales. De esta manera se exponen los principios de diseño, entre ellos la coherencia curricular como eje central de un ambiente de aprendizaje, la pedagogía general, las teorías del aprendizaje y del diseño de la enseñanza, que permiten orientar las decisiones de curriculares y estructurales del diseño del material de enseñanza.

Desde la integración de estas dos perspectivas se muestra un análisis general de naturaleza argumentativa del objeto de investigación, es decir, se pretende definir y tener claridad sobre la base de referencia teórica que permitirá abordar la complejidad del estudio de la función de nutrición como núcleo estructurante. De esta manera, se establece el marco de referencia que logrará evaluar si los resultados de investigación, desde una base metodológica apoyada en un material de enseñanza, lograrán cumplir con los objetivos propuestos para resolver la pregunta de indagación.

### **4.1 Estudios de diseño educativo**

Al buscar una metodología de investigación que proporcione facilitar el estudio y la prescripción de problemas en el aula de clase, los Estudios de Diseño Educativo ofrecen un sustento teórico y metodológico de las actuales reformas de la educación en ciencias que brindan herramientas de intervención educativas basadas en el diseño. Así mismo, pueden

apreciarse publicaciones en revistas como *Educational Researcher* (2003), *The Journal of the Learning Sciences* (2004), *The Cambridge Handbook of the Learning Science* (2012), que ofrecen un estudio articulado de investigaciones en el campo educativo donde se detalla especialmente aquellas orientadas al diseño en contextos educativos particulares.

En este sentido, Rinaudo y Donolo (2010) afirman que la investigación del diseño no se limita a la identificación de problemas de aprendizaje de los estudiantes, sino al diseño educativo de contenidos específicos orientado a contextos de aprendizaje particulares. De acuerdo con lo anterior, el propósito de un estudio fundamentado en el diseño permite el aporte de una serie de teorías para precisar o modificar otras ya existentes sobre el contenido de un aprendizaje de un contenido específico. Y es que la investigación basada en el diseño permite crear relaciones entre el material diseñado, la teoría y la práctica educativa, lo cual conlleva a avanzar en la construcción de *teorías* de ambientes educativos complejos (Collins, Joseph y Bielaczysz, 2004; Reigeluth, 2016).

Conviene subrayar que los estudios de diseño educativo formulan principios que pueden servir de heurística para guiar el trabajo de diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje. Así pues, se generan unas *teorías de dominio específico* sobre un tópico específico de las ciencias, las cuales son predilectas por su complejidad en las aulas de clase. Además, en estos estudios de diseño, el conocimiento en contexto permite dar solución a las distancias existentes en muchas ocasiones entre las investigaciones de enseñanza y los problemas de aprendizaje que ocurren realmente en el ambiente escolar (Brown, 1992; Collins, 1992).

El desarrollo de teorías de dominio específico permite dar salida a un conjunto de dificultades sobre cómo mejorar el aprendizaje escolar de distintos contenidos en una disciplina. A través de la comprobación y el refinamiento de conjeturas de tales teorías se desarrolla el aprendizaje de un contenido. De esta manera, las teorías de dominio específico buscan exponer la forma en la cual los estudiantes aprenden, igualmente favorecen la construcción de teorías prescriptivas, modificar saberes existentes o proponer nuevas teorías (Reigeluth, 2016).

Es necesario reconocer que, dentro de la práctica del diseño educativo, el sólo diseño es un proceso complejo, que debe tener en cuenta muchos factores a la hora de responder a un problema en el aula de clase. Dicho lo anterior, se presentarán algunas características y principios fundamentales en el diseño, cada uno orienta el diseño de un material para la enseñanza teniendo en cuenta el contexto del aula de clase.

#### **4.1.1 Características de los diseños de uso educativo**

Los estudios de diseño emergen dentro de un contexto donde se prioriza las investigaciones de perspectiva experimental, provocando modelos teóricos de aprendizaje escolar y de formación en los profesores. Estos modelos teóricos se construyen a partir de interrogantes direccionados y articulados con el propósito de generar una teoría relevante como producto de la cadena de razonamiento coherente que orientan el éxito en la construcción de teorías, materiales de enseñanza, enfoques de enseñanza o guías instruccionales de un concepto específico.

La metodología de los estudios de diseño se caracteriza no solo por querer resolver problemas puntuales como la enseñanza de tópicos específicos, también por su carácter reflexivo. Este carácter reflexivo orienta al profesor encargado del diseño a través de unos modelos teóricos-prácticos provenientes de la investigación en educación a la solución de problemas en contextos reales (Collins et al., 2004).

#### **4.1.2 Teorías de dominio específico**

En el diseño y desarrollo de un material de enseñanza sobre un contenido específico se requiere una metodología de investigación que permita orientar la toma de decisiones curriculares e instruccionales mediante un conjunto de teorías provenientes de la investigación en el campo de la educación (teorías del aprendizaje, la pedagogía general, las teorías de la enseñanza y la literatura en educación en ciencias). Estas teorías logran una

interacción sinérgica e informan el origen de las teorías de dominio específico sobre el proceso de aprendizaje acerca de un contenido particular de aprendizaje.

En cuanto a las teorías de dominio específico, estas representan y documentan de manera resumida el conocimiento construido a través de un conjunto de supuestos que fundamentan el marco teórico y metodológico del proceso de enseñanza de un contenido específico. Es decir, las teorías de dominio específico crean el sustento de los elementos de la enseñanza necesarios de considerar en el diseño de actividades, tales como: metas de aprendizaje, ideas alternativas, estrategias de enseñanza, formulación y representación del contenido y evaluación formativa (Candela, 2016).

A partir de lo anterior, se resalta la diferencia que poseen estas teorías de dominio frente a las teorías filosóficas o teorías científicas, es decir, aquellas constituidas por sistemas de ideas complejos y fundamentadas por hipótesis contrastadas en el contexto social, político e inclusive hasta ético, que pueden ser confirmadas o refutadas en una comunidad científica. Por otra parte, las teorías de dominio específico pueden contar con un carácter predictivo en la enseñanza, pero tal carácter no es determinado por la capacidad de predecir el comportamiento de la sociedad o es necesario colocarlo a prueba para predecir y controlar la realidad. El principal valor de las teorías de dominio específico es tener un carácter retrospectivo a medida que va respondiendo a las necesidades de un contexto y que va permitiendo tomar decisiones que pueden ir replanteándose de acuerdo al ambiente de aprendizaje de investigación.

En el ejercicio de fortalecer y potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje, estas teorías resultan ser enriquecedoras a la hora de alinear el tópico a enseñar con el cuerpo de conocimientos. Lo anterior se logra al articular los elementos de la enseñanza bajo una coherencia curricular que caracterice al material de enseñanza diseñado desde esta perspectiva. De ahí que, este tipo de teorías puedan indicar las posibles cadenas de razonamiento que deben emplear los estudiantes para comprender conceptualmente las ideas de un contenido específico de las ciencias (Cobb, Confrey, Diessa, Lehrer y Schauble, 2003).

De esta manera, las teorías de dominio específico generadas logran relacionarse con el tópico generativo bajo estudio, guiando el diseño de un material de enseñanza con coherencia curricular. Hay que considerar que estas teorías son *prescriptivas*, es decir que permiten dar solución a problemas de aprendizaje teniendo en cuenta las metas educativas planteadas para cada grado, pero entendiendo que cada nivel escolar tiene diferentes niveles de complejidad (Candela, 2016; Johnson y Larry, 2003). En el caso de esta investigación, el diseño de una teoría de dominio específico es un soporte teórico que va a orientar la enseñanza de la nutrición humana.

Los estudios de diseño tienen como objetivo producir una forma diferente de conocimiento que implica crear y mejorar los medios para apoyar el aprendizaje y comprender cómo funcionan. Al realizar un estudio de diseño, es esencial no solo documentar la presencia o ausencia de herramientas particulares, sino también comprender cómo se usan. Los caminos en el que se utilizan herramientas establecidas conjuntamente por el profesor y los estudiantes dependerán de las tareas que se realicen en el aula y de las metas de aprendizaje propuestas por el profesor. Para fines de investigación de diseño, es razonable conceptualizar el ambiente de aprendizaje en el aula como una ecología en evolución que no existe independientemente de la actividad del profesor y de los alumnos, pero se constituye en el curso de interacciones en el aula. La relación entre el entorno de aprendizaje tan conceptualizado y la actividad de los estudiantes es, por lo tanto, de reflexividad en el sentido de que los estudiantes contribuyen en la constitución del entorno de aprendizaje que habilita y restringe su aprendizaje.

Los estudios de diseño, por tanto, ofrecen una metodología que permite formular y probar diseños iniciales en dominios donde la investigación resultante se adapta para mejorar el diseño. Estos estudios de diseño contienen secuencias de actividades y recursos asociados para apoyar de forma particular el aprendizaje, junto con las teorías de dominio específico constituyen su razón de ser. Una teoría de dominio específico consiste en un proceso de aprendizaje comprobado que culmina con el logro de objetivos de aprendizaje significativos, así como los medios demostrados para apoyar ese proceso de aprendizaje.

Estas teorías de dominio específico presentan un alcance restringido a objetivos de aprendizaje significativos en un dominio particular (por ejemplo, el desarrollo de formas sofisticadas de razonamiento en un dominio matemático o científico específico por parte de los estudiantes, o el desarrollo de formas particulares de práctica educativa en un contenido particular del profesor). En otros lugares, las teorías de este tipo se han denominado teorías humildes para reconocer su especificidad de dominio (Cobb et al., 2003).

Adicionalmente, las teorías de dominio específico permiten que en futuras investigaciones se puedan ajustar la secuencia de actividades y recursos producidos durante una serie de estudios para el entorno en el que están trabajando. Si las actividades y recursos fueran justificados únicamente con datos experimentales tradicionales, otros investigadores solo sabrían que habían demostrado su eficacia en otros lugares, pero no comprenderían la necesidad subyacente que les permitiría adaptarlos. Por el contrario, las teorías de dominio específico cuentan con la posibilidad de que otros investigadores podrán adaptar, probar y modificar las actividades y recursos a medida que necesiten trabajar en diferentes entornos. Al hacerlo, pueden contribuir tanto a la mejora de las actividades y el desarrollo de la teoría instructiva específica del dominio, por lo tanto, producir un conocimiento basado en el diseño permite desarrollar una teoría empíricamente fundamentada sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes en ese dominio y los medios por los cuales se puede apoyar este aprendizaje (Kelly, 2014).

A partir de lo anterior, en este estudio se resalta la necesidad de realizar un análisis sistemático de las teorías de aprendizaje, la pedagogía general, las teorías de enseñanza y la literatura en educación en ciencias, para formular las teorías de dominio específico y de esta manera orientar al profesor sobre cómo apoyar el proceso de enseñanza del proceso de la nutrición humana. Por tanto, se evidencia que la enseñanza de un contenido específico no es una cuestión intuitiva, sino que requiere de un proceso de indagación que la sustente, y este tipo de teorías facilitan al profesor dicho proceso, fortaleciendo así la realización de prácticas educativas informadas y reflexivas.

### **4.1.3 Teorías de aprendizaje**

Existen teorías de orden explicativo que buscan ilustrar el proceso de aprendizaje escolar y éstas se fundamentan bajo marcos que le brindan al diseñador una serie de elementos teóricos específicos y alineados con los respectivos conceptos disciplinarios. Su importancia, se evidencia y soporta en los planteamientos de las investigaciones en el campo de la pedagogía y la psicología educativa donde al emplear estas teorías para intentar dar explicación a la manera en que los estudiantes alcanzan, organizan y aplican sus saberes o conocimientos (Candela, 2016).

Es necesario traer a consideración que, si bien estas teorías de aprendizaje poseen características que las diferencian, también al estudiar los saberes explicativos existe la alternativa de complementar tales teorías tomando aquellos elementos que buscan adaptarse a las condiciones y necesidades de los estudiantes. Es decir, la presentación de las teorías que se realiza en este trabajo no responde a un recuento histórico ni a un análisis aislado, se trata de definir los elementos de las teorías de aprendizaje que sirven como herramienta pedagógica al momento de la toma de decisiones de diseño curricular.

De acuerdo con lo anterior, las teorías de aprendizaje son de suma importancia para el desarrollo de esta investigación del diseño, por ello se consideran aquellas teorías de aprendizaje que iluminan el marco de referencia para el diseño un material de enseñanza con coherencia curricular para la enseñanza de la nutrición humana, entre ellas la teoría constructivista, la perspectiva sociocultural de Vygotsky y la teoría constructivista cognitiva.

### **4.1.4 Pedagogía general**

El conjunto de conocimientos, estrategias y valores que definen un profesor emergen de la perspectiva de enseñanza y aprendizaje que ha fundado a lo largo de la escolaridad, de su formación competitiva y de su práctica pedagógica (Little, 1993). Lo anterior influye en la manera en como diseña una lección, la enseña y establece reflexiones sobre los resultados

obtenidos del proceso aplicado. Desde aquí la importancia de generar oportunidades en donde los profesores en formación y en ejercicio encuentren en los programas de educación las bases pedagógicas para la enseñanza de un concepto específico.

En este sentido, las investigaciones en ciencias y en pedagogía general entran a jugar un papel crítico durante el ciclo de enseñanza y aprendizaje al brindarle al profesor herramientas epistemológicas que le permitan seleccionar las mejores estrategias de enseñanza ajustadas a la naturaleza del tópico específico a ser enseñado (Abell, Appleton y Hanuscin, 2010).

Desde el área de la educación en ciencias, la pedagogía se utiliza en un contexto particular de enseñanza-aprendizaje de un contenido específico, esta se transforma y forma parte del conocimiento pedagógico del contenido del profesor (Shulman, 1987). Por ello, la pedagogía se considera como un sistema de conocimientos originado por la interacción sinérgica de elementos que el profesor emplea para generar una serie de estrategias de enseñanza.

Ahora bien, es importante destacar las dos funciones específicas de la pedagogía general. Es decir, la pedagogía general además de permitir seleccionar las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el diseño de materiales de enseñanza, hace la selección de tales estrategias teniendo en cuenta las características de los estudiantes y del concepto logrando permitir el aprendizaje por andamiaje. Por tanto, se hace evidente la necesidad de describir la conceptualización de los elementos constitutivos de la pedagogía general, que son de gran apoyo para el diseño del material de enseñanza con coherencia curricular del contenido específico en cuestión, entre ellas: rutinas, técnicas, estrategias y modelos de enseñanza (Candela, 2018).

#### **4.1.4.1 Rutinas**

En la práctica educativa, las rutinas se establecen como un conjunto de elementos constitutivos de la pedagogía general que reflejan la representación que el profesor tiene

sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. De ahí que las rutinas hacen parte de la cultura de la clase haciéndose poco perceptibles a lo largo del proceso de enculturación científica (Abell, et. al, 2010). Es por eso que el profesor debe estar en una reflexión continua de los resultados de sus acciones en el aula, con la intención de evaluar la efectividad de sus rutinas empleadas en la enseñanza de un contenido específico para explicitar el conocimiento tácito que ha construido a través de su desarrollo profesional.

Por lo anterior, las rutinas son un elemento fundamental de la pedagogía general que proporciona una serie de interacciones inteligentes direccionadas por el profesor, con la intención de dinamizar las actividades de aprendizaje. Hay que tener en cuenta que las rutinas están sujetas a normas, comportamientos y conductas que se han establecido como pactos al interior del aula de clases socializadas con los estudiantes.

Dentro de las rutinas más relevantes empleadas en el diseño de aprendizaje se encuentra *la rutina de levantar la mano*, la cual genera una participación moderada y coordinada frente a espacios de discusión sobre ideas previas y concepciones alternativas en un grupo de estudiantes. *La rutina de organizar el aula* permite estructurar y desarrollar las tareas y actividades de aprendizaje, de ahí que organizar los asientos en círculo abierto fomenta el debate, mientras que formar pequeños círculos de trabajo promueve el trabajo colaborativo. *La rutina de transacción en el aula* permite la interacción de los estudiantes y el profesor a través de la socialización de conocimientos de la realidad cotidiana y los saberes del conocimiento científico. Finalmente, *la rutina de distribuir los materiales curriculares* permite la conformación de grupos de trabajo, en los que se asignan roles y responsabilidades. Lo anterior favorece el trabajo cooperativo en la medida que se evite la congestión o la falta de materiales (Candela, 2016).

#### **4.1.4.2 Técnicas**

La comunidad de educación en ciencias considera las técnicas como un conjunto de acciones de enseñanza particulares que son comunes a la mayoría de las disciplinas.

Habitualmente, las técnicas se relacionan con una estrategia de enseñanza o una rutina para el desarrollo de una lección.

Al respecto, la comunidad de educación en ciencias ha formulado las siguientes técnicas que se tendrán en cuenta en la investigación de diseño: *Técnica de explicar una idea*: se emplea como un elemento esencial de la estructura del aprendizaje por andamiaje, pero dándose con poca frecuencia, explicaciones relativamente cortas y sean introducidas después de generar una necesidad de conocimiento. Hay que tener en cuenta que, al explicar una idea, es necesario crear articulación y consistencia entre el nivel de complejidad de la explicación del concepto en cuestión y las preconcepciones de los estudiantes. Igualmente se empleará la *técnica de formular preguntas* optimizar la comprensión integral de los contenidos en ciencias teniendo en cuenta el tipo de pregunta (abierta o cerrada), la distribución de preguntas teniendo en cuenta a todos los estudiantes y el considerar un tiempo de espera para que el estudiante genere una respuesta. También se aprovechará la *técnica de dar instrucciones* al crear una actividad que genere instrucciones puntuales que permitan desarrollar eficientemente el conjunto de procedimientos y habilidades necesarias para adquirir la apropiación conceptual (Candela, 2016).

#### **4.1.4.3 Estrategias de enseñanza: Estrategia Predecir, observar y explicar (POE)**

Las estrategias de enseñanza enuncian una serie de acciones que cumplen el propósito de facilitar una estructura articulada en el aprendizaje. Así pues, las estrategias de enseñanza cumplen dos funciones: desde la enseñanza generan deducciones que sintetizan las ideas más significativas que deben ser aprendidas, y desde el aprendizaje, acuden a los estudiantes para generar explicaciones propias de su entorno cotidiano. (Candela, 2016).

Existen diversas estrategias que son usadas en el campo de la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, se ha seleccionado aquella que se ha considerado más apta para promover el aprendizaje por andamiaje de las ciencias, la estrategia POE (Predecir, Observar y Explicar) (Karplus, 1967). Esta estrategia es muy empleada ya que permite conocer el nivel de

comprensión que tienen los estudiantes sobre un concepto específico enfrentándolos a tres tareas básicas o tres habilidades de pensamiento concreto para aprender ciencias. Aunque puede ser poco conocida en nuestro contexto educativo e inclusive representarse en el aula de forma implícita y poco fortalecida, se termina por ser poco aprovechada perdiendo su potencial para el aprendizaje (Candela, 2016; Hernández y López, 2011).

Inicialmente se desarrolla la habilidad de *predecir*, donde el docente potencializa la capacidad de los estudiantes para formular predicciones sobre un fenómeno o los resultados de un experimento o alguna experiencia con la finalidad de hacer explícitos las redes conceptuales del estudiante. En un segundo momento el estudiante tiene contacto directo con el fenómeno interactuando con las condiciones que lo limitan, al *observar* y extraer información desde sus sentidos y poner en manifiesto su capacidad para comparar y describir el fenómeno, dependiendo de sus capacidades el profesor puede orientar la observación. Por último, a través de la habilidad de *explicar*, se invita a los estudiantes a que armonicen las predicciones con las observaciones acerca del fenómeno, realizando interpretaciones, representaciones y justificaciones de lo ocurrido (Candela, 2016; Hernández y López, 2011; Urbano y Rivas, 2017).

Finalmente, El Predecir, Observar y Explicar (POE) como estrategia de enseñanza favorece el desarrollo de habilidades y destrezas científicas en los estudiantes, las cuales les permitan mejorar su proceso de interpretación y representación de los fenómenos que ocurren en su entorno, a partir del establecimiento de relaciones entre los sucesos de su vida cotidiana, y los modelos, leyes, principios y teorías propuestos por la ciencia.

#### **4.1.4.4 Modelos de enseñanza.**

En el área de la educación en ciencias se han descrito diferentes modelos o enfoques de enseñanza con el fin de acudir al estudiante en la comprensión de contenidos. En este sentido, hacen referencia aquellos modelos o enfoques de enseñanza que estructuran las rutinas, técnicas y estrategias que se encuentran enmarcadas en una perspectiva sobre la

enseñanza y aprendizaje de un contenido específico. Aquellos modelos son ejecutados por el profesor con el propósito de representar y formular un concepto específico.

Uno de los modelos de enseñanza más utilizado en el área de la Educación en Ciencias es el *ciclo de aprendizaje*. Este ciclo se articula con las teorías de aprendizaje propuestas en este marco de investigación al conjuntamente buscar elementos que proporcionen iluminar el diseño de un ambiente de aprendizaje, tomando en consideración la naturaleza del concepto y la meta de enseñanza de un contenido específico desde una posición sociocultural (Roth, 1989).

En este sentido, Karplus (1967), conceptualiza el modelo del ciclo de aprendizaje a través de tres fases, a saber: *exploración*, la cual, involucra al estudiante en la organización de sus concepciones alternativas a través de la experimentación, demostración, organizadores previos, entre otras. La *introducción*, que fortalece la construcción conceptual mediante la interacción entre libros de texto, bibliografía virtual y el profesor; y la fase de la *aplicación*, donde los estudiantes emplean las ideas de la ciencia previamente construidas para resolver un problema en diferentes contextos.

Se debe resaltar que el ciclo de aprendizaje ofrece en el aprendizaje la fortaleza progresar gradualmente en los niveles de escolaridad, hacia formas más complejas de pensamiento; posibilita una mejora en la actitud en los estudiantes frente al aprendizaje de los contenidos científicos; potencializa la capacidad de razonamiento y de habilidades superiores en los estudiantes de forma más eficiente y efectiva con las metas propuestas por el docente (Abraham y Renner, 1986).

De esta manera, el ciclo de aprendizaje resulta ser para este trabajo de investigación, un modelo que fortalece el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos, ya que permite interiorizar y dar mayor sentido a dichos tópicos abordados en clase, al vincularlos con las experiencias previas de los estudiantes. Además, junto con los elementos del diseño y las teorías de aprendizaje, se proporciona una estructura coherente de las instrucciones hacia una comprensión integrada. Esto incrementa las posibilidades de

alcanzar las metas de aprendizaje y los resultados planteados durante la fase de diseño del material de enseñanza de los contenidos del currículum de las ciencias.

## **4.2 Principios de diseño**

Para buscar un aprendizaje que permita una comprensión conceptual e integral, es preciso diseñar ambientes de aprendizaje que ofrezcan la posibilidad de analizar la capacidad que pueden desarrollar los estudiantes para relacionar sus interpretaciones de lo que comprender frente a un fenómeno natural. De esta manera, estos ambientes de aprendizaje tienen que estar alineados con los principios del diseño, tales como, la coherencia curricular, los referentes curriculares formulados por el estado, las metas de aprendizaje, la selección de la gran idea, y la evaluación continua y formativa. A continuación, se describen cada uno de los anteriores principios de diseño presentes en un ambiente de aprendizaje, los cuales sirven de heurística para guiar el trabajo de diseño, y permiten promover una comprensión integrada de un contenido específico.

### **4.2.1 Coherencia curricular**

Desde la literatura de educación en ciencias, existen investigaciones que resaltan la coherencia curricular de los materiales de enseñanza como uno de los factores determinantes para el éxito en el proceso de aprendizaje y enseñanza de los contenidos en ciencias, alineado a las metas curriculares propuestas. Esto favorece el desempeño del estudiante en las habilidades y competencias en ciencias naturales al enfrentarse a pruebas estandarizadas nacionales o internacionales. Además, la ausencia de coherencia curricular en los materiales de enseñanza aumenta la posibilidad de disminuir el nivel de comprensión integral del currículum de las ciencias en el aprendizaje (Candela, 2016; Vasco, 2006).

Al desarrollar una unidad con coherencia curricular debe observarse en entre estas unidades una integración que logre crear una estructura lógica y que permita al estudiante

un aprendizaje progresivo entre grados de los contenidos. De esta manera, la coherencia curricular se proyecta desde un diseño transversal que evidencia la secuencia y profundidad de los contenidos que son estudiados dentro y entre grados, así como las metas de aprendizaje de acuerdo a las dificultades o necesidades de aprendizaje (Candela, 2016; Schmidt, Wang, McKnight, 2005).

En este sentido, las implicaciones en la estructura lógica y progresiva del currículo sobre un diseño educativo con coherencia curricular, pueden dar lugar a diferentes tipos de coherencia curricular. En este trabajo, se tomará en cuenta *la coherencia intracurricular*, la cual fundamenta las conexiones multidisciplinares, impulsando la alineación entre los estándares, la evaluación y las políticas educativas del sistema escolar. Para tal efecto, establece la secuenciación de tópicos específicos y las destrezas que estén acorde a las habilidades adquiridas en momentos anteriores, así como las posibles habilidades que son relevantes a posteriori (Harlen, 2012; Candela, 2016).

En consecuencia, los ambientes de aprendizaje direccionados desde el diseño educativo con coherencia intracurricular contribuyen a superar las dificultades de aprendizaje adquiridas por los estudiantes en su entorno escolar. Por tanto, diseñar un material de enseñanza con coherencia intracurricular sobre la nutrición humana, implica el diseño de una unidad que tenga una coherencia interna que fundamente el aprendizaje lógico y progresivo del estudiante. Igualmente, incluye tener en cuenta las unidades anteriores y superiores en el mismo grado. Por consiguiente, este trabajo de investigación requiere una alineación entre los principios de diseño presentados a continuación.

#### **4.2.2 Referentes curriculares formulados por el estado**

El Estado colombiano ha hecho varios esfuerzos para responder y formalizar el derecho a la educación, en particular interés se destacan algunos aspectos que rigen la organización curricular, entre ellos los lineamientos curriculares. Estos orientan el desarrollo de otros referentes curriculares como los Estándares Básicos de Competencia (EBC), los Derechos

Básicos de Aprendizaje (DBA) y la Matriz de referencia (Ministerio de Educación Nacional, 2004, 2016). A continuación, se describe cada uno de ellos desde su aplicación en el área de ciencias naturales.

El Ministerio de Educación Nacional ha establecido una serie de lineamientos curriculares para todas las áreas del conocimiento, mediante los cuales se plasmaron los criterios que orientan el currículo colombiano en la Ley N° 115 de 1994 (Ministerio de Educación Nacional, 1998). Los lineamientos curriculares rigen aspectos generales del currículo, es decir, dan cuenta de los referentes que establece el estado para estructurar el currículo que aporta al desarrollo de los ciudadanos formados en ciencia y tecnología.

En cuanto a los EBC, estos invitan a reconocer la estructura de la que se vale para secuenciar y jerarquizar las competencias y contenidos que deberían desarrollarse en la clase de ciencias naturales a lo largo de los grados. Los EBC se establecen a través de unas acciones de pensamiento y de producción concretas que aparecen divididas en tres columnas, a saber: “me aproximo al conocimiento como científico(a) natural, manejo conocimientos propios de las ciencias naturales, y desarrollo compromisos personales y sociales” (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p.10) (Véase Figura 1).



**Figura 1.** Estándares Básicos de Competencias de los grados 4° a 5° reconociendo su estructura. Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Estas acciones de pensamiento le permiten al profesor al momento de diseñar, orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje desarrollando una serie de procedimientos y evidencias que facilitan la apropiación de una competencia ciudadana. Estas competencias ciudadanas es uno de los elementos claves de los EBC y son determinadas a partir de lo que conoce el estudiante junto con el desarrollo de sus habilidades cognitivas, emocionales y comunicativas (Batista & Gavirira, 2017; Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Existen también los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), que junto con los Estándares son fuente de apoyo en el diseño de propuestas de enseñanza y aprendizaje. Los DBA son un referente curricular de apoyo al profesor para promover las competencias desde evidencias específicas y conforman un conglomerado de saberes y habilidades fundamentales que desean obtener al terminar un grado de escolaridad. Es decir, los DBA proyectan aspectos claves para construir probables rutas de aprendizaje en cada grado, acordes a los lineamientos curriculares estatales de los Estándares (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Sin embargo, a diferencia de los Estándares, los DBA están estructurados para cada grado. En cada grado se muestran una serie de habilidades y conocimientos a los que tienen que responder los estudiantes a partir de unas de evidencias, así como unos ejemplos que pueden dar pistas para la planeación de las unidades en cada grado (véase Fig. 1). Los DBA no reemplazan una propuesta curricular, sólo orientan la labor profesoral en función de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, por lo que apoyan el alcance de los Estándares de cada ciclo de aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

De acuerdo con lo anterior, en el diseño curricular se observa la necesidad de articulación de las acciones de pensamiento para alcanzar el estándar de competencia. De la misma manera es importante integrar otros elementos, tales como los DBA y la Matriz de Referencia, que precisan el desarrollo, así como la evaluación de tales acciones de pensamiento.

### **4.2.3 Metas de aprendizaje**

Estas metas simbolizan el progreso deseado a obtener por parte de los estudiantes después de interactuar con las áreas de conocimiento, ya que permiten en el estudiante dirigir su capacidad de inferir y percibir su entorno. De esta manera, las metas de aprendizaje suministran las competencias necesarias en el momento de utilizar en un contexto particular sus conocimientos adquiridos. De esta manera, se observa la necesidad de tener como base los estándares para la elaboración y seguimiento de tales metas de aprendizaje, igualmente de considerar que su coherencia obedece principalmente al éxito de la estructura curricular.

En conclusión, esta perspectiva de diseño se articula bajo una estructura coherente que proporciona en el proceso de enseñanza una eficaz alternativa dentro del diseño curricular frente los conocimientos, habilidades, destrezas o actitudes que fomenten el desarrollo integral del individuo, más allá de la valoración positiva frente a pruebas específicas.

### **4.2.4 Selección de la gran idea**

Las “grandes ideas” son consideradas como una expresión que usualmente se escucha en el aula de clases y alude a la descripción de una idea que ha sobresalido de manera potencial en la forma que los científicos perciben y conceptualizan los fenómenos de la naturaleza. Sin embargo, este término para muchos educadores e investigadores en el campo de la Educación en Ciencias el no presenta el mismo significado. Por ello, es necesario que el profesor rescate diversas ideas que configuren coherentemente al contenido específico que se enseñará, teniendo en cuenta que estas ideas se encuentren alineadas con las metas de aprendizaje que se esperan sean comprendidas progresivamente por los estudiantes (Candela, 2016).

Ahora bien, la “gran idea” deriva la integración de varias sub-ideas, las cuales permiten la ramificación del contenido en unidades de conocimiento interrelacionadas, coherentes y con cohesión. Estas sub-ideas permiten al profesor emprender ideas gradualmente para

facilitar la comprensión del tópico en general (Candela, 2016; Gallardo y Torres, 2016). El criterio de selección y ramificación tiene el propósito estructurar las ideas o conceptos que se pueden usar para explicar y hacer predicciones sobre fenómenos en el mundo natural. Cada gran idea se vincula con ideas más abarcadoras, específicas y complejas en las ciencias (Harlen, 2010).

De forma conclusiva, se puede explicar que en el diseño de materiales de enseñanza se desarrollan las estrategias más adecuadas ante dificultades de aprendizaje y enseñanza de un contenido. De hecho, resulta relevante comprender y caracterizar las dificultades o ideas alternativas, ya que permiten seleccionar y prescribir las mejores estrategias y técnicas para superar dichas ideas (Candela, 2016). Es aquí, donde el profesor-diseñador debe tener en cuenta que las estrategias de enseñanza se caracterizan por ser tareas orientadas por la intención de las metas de aprendizaje, tales como son el POE, el Ciclo de Aprendizaje, así como la explicación de la “gran idea” y sus “sub-ideas”, la formulación de preguntas, y las tareas instruccionales que pueden responder a las necesidades de los estudiantes, teniendo en cuenta los criterios del profesor-diseñador.

#### **4.2.5 Evaluación continua y formativa**

Realizar mediciones sobre características o propiedades de un objeto, hecho, situación o las habilidades de un individuo implica ejecutar una evaluación que considere aquellos factores que van más allá de la simple medición de destrezas o conocimientos. Es decir, es necesario considerar la capacidad para monitorear, regular y controlar el desarrollo de los momentos de la clase en el aula. De esta manera, la evaluación como principio de diseño reconoce las dificultades y destrezas de los estudiantes para la toma de decisiones a lo largo del proceso (Fernández, 2017; Rosales, 2014).

La evaluación formativa fortalece la enseñanza de un contenido específico, ya que le permite al profesor revisar constantemente su práctica educativa al verificar de forma continua el progreso del aprendizaje en los estudiantes con el fin de estar

retroalimentándolos. En definitiva, la evaluación se convierte en un instrumento que va construyendo la comprensión profunda a través del corredor conceptual que demarca el conjunto de metas de aprendizaje.

### **4.3 Análisis conceptual del proceso de la nutrición humana**

A continuación, se realizará un estudio sobre el contenido específico del proceso de la nutrición humana desde su fundamentación teórica, partiendo primero desde un análisis y reflexión del manejo que ha tenido este contenido específico en el proceso de enseñanza en los niveles escolares de la primaria. Lo anterior, se realiza con la intención de evidenciar cuales son las dificultades conceptuales que se reconocen y que son necesario superar. De esta manera se considera el manejo que se debe realizar al abordar el campo disciplinar de la nutrición humana como un proceso que relaciona e integra distintas funciones: digestión, respiración, circulación, excreción y su relación con la actividad a nivel celular.

#### **4.3.1 La enseñanza del proceso de la nutrición humana en primaria**

Como sucede para muchos fenómenos de la naturaleza, los niños van construyendo explicaciones de lo que sucede en su propio cuerpo. Aspectos como relacionados con su entorno cotidiano y sus ideas previas sobre su alimentación, respiración, entre otros, permiten formar concepciones sobre la nutrición humana. Dentro de estas concepciones, algunos pretenden dar explicación con detalles anatómicos o fisiológicos a procesos que ocurren en el sistema digestivo o respiratorio, sin embargo, a pesar que pueden reconocer algunas partes del cuerpo que intervienen en la digestión o la respiración no logran establecer relaciones para explicar algunos procesos fisiológicos (Núñez y Banet, 1996).

Desde esta perspectiva, existe una investigación que logra rescatar algunos de los obstáculos más frecuentes que exhiben los estudiantes para comprender el proceso de la nutrición. Los más alejados de los conocimientos científicos los describe Banet (2008),

referentes a la falta de integración de los procesos vinculados a la nutrición, asimilan el concepto de alimentación sin diferenciarlo del de nutrición, asocian los procesos de digestión, respiración y circulación solamente con los órganos que involucran tales procesos, desconocen qué tipo de sustancias son transportadas por la sangre. Lo anterior, le permitió al autor concluir que existe en la enseñanza del proceso de la nutrición un objetivo que apunta más hacia la enseñanza de la anatomía y fisiología de los diferentes sistemas vinculados a la nutrición, que reconocer la interacción de los diferentes procesos que comprenden y sustentan la función de nutrición en el cuerpo humano. De esta manera, los estudiantes pueden finalizar su etapa escolar con conocimientos incompletos, o tal vez hasta equivocados sin comprenderlos desde una visión integral.

Se presentan también otras dificultades en los estudiantes al no relacionar la alimentación con sus etapas de crecimiento y desarrollo. Por ejemplo, los estudiantes evidencian dificultad al establecer valoraciones adecuadas sobre la importancia del proceso de nutrición. Sobre esto, Banet (2008) sustenta que existen dificultades al establecer relaciones entre la clasificación de los nutrientes con la función constructora, energética o reguladora de los alimentos. La mayoría de los estudiantes sobre todo en la etapa primaria suelen reconocer algunos alimentos con función energética clasificarlos como aquellos que pueden engordarlos, pero sin entender o asociar que sucede por una reserva energética. Igualmente, Banet (2008) llama la atención sobre la falta de coherencia al no identificar los distintos nutrientes con las funciones que cumplen las células del cuerpo humano.

Respecto a un análisis de los procesos de digestión, circulación y excreción, Banet (2008) describe que los estudiantes no logran diferencias a nivel fisiológico la laringe de la faringe, desconocen el orden o las etapas del proceso de la digestión. Esto puede observarse en sus dibujos, al ver ilustraciones carentes de conexiones entre los órganos; específicamente entre los intestinos, el páncreas, el hígado y el estómago. Referente al sistema respiratorio, se refleja cierta confusión entre las etapas de la inspiración y expiración, principalmente al no reconocer que existe intercambio de gases. No reconocen la función de los pulmones relacionando la circulación de la sangre en ellos. Acerca del sistema circulatorio, no conocen las relaciones entre el corazón y los vasos sanguíneos que están conectados con este órgano.

No han desarrollado un esquema adecuado sobre la circulación de la sangre en el organismo. Sobre el sistema excretor, existe un desconocimiento sobre la función de los riñones, la formación de la orina y las sustancias de desecho que son excretadas por los órganos hacia el torrente sanguíneo y finalmente hacia los órganos de excreción (Banet, 2008).

En su investigación, el autor también expresa algunas explicaciones de los estudiantes que pueden dar cuenta sobre lo que comprenden del proceso de la nutrición humana, por ejemplo, el decir que es en el estómago donde se hace la digestión de los alimentos y es en los pulmones donde se realiza la respiración. Lo anterior se respalda desde la apreciación de referencias sociales como al experimentar que después de comer siente lleno su estómago; o los ejercicios de inspiración y espiración al ver su movimiento en la caja torácica, relacionándola con una tarea netamente pulmonar.

Las anteriores razones que intentan explicar el origen de las preconcepciones sobre el proceso de la nutrición humana apreciadas por los estudiantes, y las dificultades que nos describe el autor referente a los conocimientos adquiridos sobre los sistemas corporales relacionados con la función de nutrición, permiten deducir que se puede identificar la existencia de dificultades referentes a la enseñanza y el aprendizaje sobre el proceso de la nutrición humana.

Cabe aclarar que el autor hace una reflexión final sobre invitar al docente a crear iniciativas para superar tales dificultades, sin embargo, aunque aporta una serie de recomendaciones a partir del empleo de estrategias como la secuencia didáctica de orientación constructivista, no rescata priorizar en manejarlo desde una dinámica autoreguladora, pero sí habla de la importancia de diseñar actividades que orienten la articulación entre los conocimientos relacionados con cada uno de los sistemas corporales que explican la función de nutrición en el ser humano.

### 4.3.2 El proceso de la nutrición humana

El siguiente es un análisis construido a partir de las orientaciones conceptuales proporcionadas por los autores Banet (2001) y Audesirk (2013), para describir el proceso de la nutrición humana de acuerdo al nivel cognitivo de la básica primaria. La anterior intención se realiza con el fin de evitar una descripción conceptual compleja sino aquella que se puede considerar para los últimos grados de la primaria.

Los seres vivos obtienen e intercambian a través del medio nutrientes y energía. A través de este intercambio continuo, los seres vivos cumplen una de las funciones vitales para su supervivencia: la nutrición. En este sentido, la nutrición es un proceso por el cual los organismos obtienen la energía necesaria para realizar todas las funciones vitales. En los seres humanos, la nutrición humana se entiende como un conjunto de procesos fisiológicos por los cuales el organismo recibe, transforma y utiliza los nutrientes contenidos en los alimentos.

Los seres humanos son organismos heterótrofos, es decir, necesitan tomar su alimento de otros seres vivos y del medio para obtener los nutrientes y la energía que necesitan. Estos alimentos están conformados por nutrientes que serán llevados a todas las partes del cuerpo humano a través de procesos involuntarios e inconscientes que dependen de funciones corporales como la digestión, la absorción y el transporte de estos nutrientes a través de la circulación sanguínea para que puedan ser transformados y asimilados a nivel celular. También gracias a la sangre se transporta, el oxígeno y el dióxido de carbono y otras sustancias de desecho producidas por las células que se llevan a los órganos encargados de expulsarlas, como los pulmones y los riñones.

De acuerdo con Banet (2001), la nutrición humana es un proceso que relaciona e integra distintas funciones y sistemas del cuerpo humano. Además, menciona que se da en tres fases que a saber son: la incorporación y transformación de sustancias como los alimentos y el oxígeno, la distribución de los nutrientes por todo el cuerpo (a las células) y la eliminación de los desechos.

#### 4.3.2.1 La incorporación de sustancias: nutrientes y oxígeno a través de los procesos de digestión y respiración

En primer lugar, el proceso inicia con la incorporación de sustancias como los nutrientes contenidos en los alimentos y el oxígeno que forma parte del aire atmosférico. De esta manera, se relaciona respectivamente las funciones y sistemas que intervienen en el sistema digestivo y el sistema respiratorio. En la incorporación de nutrientes, ocurren sucesos relacionados con la **digestión**, la cual es un proceso donde los alimentos son fragmentados en sustancias más simples liberando los nutrientes que contienen. Este proceso es realizado a través de un conjunto de fenómenos que ocurren en el **sistema digestivo**.

Todo comienza cuando los alimentos son ingeridos por la boca, compuesta por dientes, lengua y saliva que se encargan de trabajar en conjunto para realizar el proceso de masticación e insalivación para iniciar la transformación de algunas sustancias, como los almidones que se fragmentan en azúcares. Esta mezcla resultante se denomina *bolo alimenticio*. Una vez el alimento es transformado en bolo alimenticio, este atraviesa el tubo digestivo iniciando por la faringe, la cual es una pared muscular que realiza movimientos de contracción y relajación para que el bolo alimenticio se conduzca hacia el esófago. Lo anterior se denomina deglución.

En el proceso de deglución, la laringe se eleva de modo que se adhiera a la epiglotis, una tapa de tejido sustentado por cartílago. Durante la respiración normal la epiglotis está inclinada hacia arriba y permite el flujo de aire a la laringe, mientras que durante la deglución bloquea los conductos respiratorios dirigiendo el alimento hacia el esófago. El bolo alimenticio es llevado al estómago, en el que continúa la transformación del alimento mediante movimientos musculares de contracción y la acción de los jugos estomacales. Esta transformación genera una sustancia llamada *quimo*. Es necesario explicar, que el sistema digestivo posee además de las glándulas salivales, otras glándulas anexas cuya función es

excretar sustancias que aceleran la transformación del alimento a lo largo del proceso digestivo, estas son el páncreas y el hígado.

Posteriormente, esta sustancia llamada quimo se dirige hacia el intestino delgado, órgano de forma tubular de cerca de 8 metros de largo, en donde finaliza la transformación de los alimentos y gran parte de los nutrientes terminan de ser absorbidos. Aquí en el intestino delgado, este quimo se mezcla con el jugo pancreático, el jugo intestinal y la bilis, sustancias secretadas respectivamente por el páncreas, el hígado y el intestino delgado. Al producto de esta mezcla se le denomina *quilo*. Estas sustancias secretadas por el hígado, el páncreas y el intestino transforman el alimento en sustancias más simples.

De esta manera, finaliza la fase de incorporación y transformación de alimentos, ya que, a través de las pequeñas vellosidades intestinales con muchos capilares, los nutrientes son absorbidos y se dirigen directamente al torrente sanguíneo para comunicarse con el sistema circulatorio. Sin embargo, restan algunas sustancias que no son absorbidas en el intestino delgado y se conducen hacia el intestino grueso donde se reabsorben junto con agua para pasar al recto para ser conducidas al ano y expulsarse en forma de heces.

En cuanto a la incorporación de oxígeno, este está a cargo del **sistema respiratorio**. En el proceso de la **respiración** se obtiene el oxígeno que es requerido en la respiración celular y se libera el CO<sub>2</sub> o dióxido de carbono, el cual es producido como sustancia de desecho de las células. Además, la respiración celular es el proceso mediante el cual se extrae la energía que contienen los alimentos después de que han sido transformados en nutrientes, y se deja disponible para la realización de todas las actividades del organismo como la digestión, el crecimiento y la reproducción.

Este proceso de incorporación de oxígeno inicia en las vías respiratorias, donde ocurre el ingreso y salida del aire en el organismo. Incluye la nariz, la boca, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquiolos, los bronquios y los alvéolos. A partir de las fosas nasales, los cuales son dos orificios de la nariz por donde ingresa el aire, este aire es calentado y humedecido antes que siga su curso. A través de la faringe se comunica la nariz con la laringe, donde se

encuentran las cuerdas vocales que vibran cuando el aire pasa entre ellas, y así, se produce la voz. La laringe conecta la faringe con la tráquea.

La tráquea es una estructura tubular cartilaginosa. En su extremo inferior está dividido en dos tubos llamados bronquios, cada uno de los cuales se dirige hacia el pulmón. En el interior de los pulmones, los bronquios se encuentran ramificados en tubos mucho más delgados denominados bronquiolos, donde se encuentran los alvéolos pulmonares. Estos alvéolos son diminutas estructuras en forma de bolsa a través de las cuales ocurre el intercambio gaseoso. Las paredes de los alveolos son muy delgadas y se encuentran en estrecho contacto con los capilares que conducen a la sangre, es decir se comunican con el sistema circulatorio.

#### **4.3.2.2 La distribución de nutrientes y oxígeno a través del proceso de la circulación**

La **circulación** es el proceso por el cual son transportadas las sustancias hacia todas las partes del cuerpo, utilizando la sangre como medio de transporte. Así los nutrientes que se obtienen a partir de la digestión de los alimentos llegan a todas las células del cuerpo para que estas los puedan utilizar en la realización de sus funciones vitales. También gracias a la sangre se transporta el oxígeno, el dióxido de carbono y otras sustancias de desecho producidas por las células que se llevan a los órganos encargados de expulsarlas, como los pulmones o los riñones.

Además, La sangre cumple otras funciones vitales: protege el organismo de infecciones, transporta sustancias químicas como las hormonas, que regulan diversos procesos biológicos, como el crecimiento y la alimentación. Todos estos anteriores fenómenos que permiten la circulación de la sangre recibe el nombre del **sistema circulatorio**, y está compuesto por los vasos sanguíneos, la sangre y el corazón. Los vasos sanguíneos son una serie de conductos musculares a través de los cuales la sangre fluye hacia todos los órganos y las células del cuerpo, lo anterior ocurre gracias a la acción muscular de bombeo del corazón.

El corazón de los seres humanos es un órgano muscular encargado de bombear por medio de los vasos sanguíneos los nutrientes y desechos que viajan en la sangre hacia todos los órganos y las células del cuerpo. Este órgano que es fundamental en el proceso circulatorio, está dividido en cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos. Las dos cavidades superiores, llamadas aurículas reciben la sangre que viene de los órganos y tejidos del cuerpo. La contracción de las aurículas envía la sangre hacia los ventrículos, que son cavidades inferiores del corazón. A su vez, la contracción de los ventrículos hace que la sangre fluya hacia todos los órganos y por tanto a todos los tejidos del cuerpo.

En el cuerpo humano, hay tres tipos de vasos sanguíneos, las venas, quienes cumplen la función de transporta la sangre que contiene dióxido de carbono desde los órganos y tejidos del cuerpo hacia el corazón, a excepción de las venas pulmonares que transportan sangre con oxígeno de los pulmones al corazón. Las arterias, quienes transportan la sangre cargada de oxígeno desde el corazón hacia todos los órganos y tejidos del cuerpo. Las arterias pulmonares son la excepción ya que llevan sangre con dióxido de carbono del corazón a los pulmones. Y, por último, los capilares, que son vasos sanguíneos más delgados que permiten la comunicación de las arterias con las venas en el interior de los órganos.

De acuerdo a lo anterior, la pared de los capilares por ser tan delgada facilita el intercambio gaseoso en los alveolos pulmonares y el paso de nutrientes del intestino hacia la sangre, así como el paso de desechos entre la sangre y las células. Este proceso se denomina absorción de sustancias y permite la relación entre los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor.

De acuerdo con Banet (2001), la importancia de la circulación en el proceso de nutrición humana se establece inicialmente en el transporte de gases O<sub>2</sub> de los alvéolos pulmonares a las células de todo el cuerpo, para posteriormente recoger el CO<sub>2</sub> liberado por las células producto de la respiración celular y así, llevar el dióxido de carbono a los pulmones donde se exhala por difusión.

De esta manera, en los seres humanos existe un tejido líquido llamado sangre, la cual se encuentra en el cuerpo formado por plasma y las células sanguíneas (los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas). Esta sangre pasa dos veces por el corazón antes de completar un recorrido alrededor del cuerpo. Los dos ciclos que completa la sangre para recorrer el cuerpo se conocen como la circulación sistémica y la circulación pulmonar. La primera, es donde la sangre oxigenada es bombeada desde el ventrículo izquierdo del corazón hacia los órganos y tejidos del cuerpo para repartir oxígeno y nutrientes y recoger el dióxido de carbono, producto de la respiración celular. La sangre cargada con dióxido de carbono regresa a la aurícula derecha marcando el fin de la circulación sistémica y dando inicio a la circulación pulmonar.

La segunda, la circulación pulmonar, consiste en el paso de la sangre hacia la aurícula derecha del ventrículo derecho, el cual se encarga de bombearla hacia los pulmones. En los pulmones, la sangre deja el dióxido de carbono y recoge el oxígeno proveniente del aire atmosférico. La sangre cargada con oxígeno regresa a la aurícula izquierda, marcando el fin de la circulación pulmonar y dando inicio a la circulación sistémica.

El proceso de la circulación también comprende el transporte de desechos que son excretados del organismo por diferentes vías, tales desechos son heces fecales, que son el resultado de la digestión de los alimentos, el dióxido de carbono, producido en la respiración celular, y la orina, resultado de la actividad del hígado y del funcionamiento del sistema excretor renal.

#### **4.3.2.3 Eliminación de sustancias de desecho.**

El proceso por el cual se eliminan los desechos producidos por el organismo, así como otras sustancias que no son útiles o que no se encuentran en exceso dentro del cuerpo, se denomina **excreción**. La excreción es vital para los seres vivos ya que purifica la sangre pues, los desechos se acumulan, pueden llegar a causar intoxicación e inclusive su muerte, Mediante la excreción, también se regula la cantidad de agua, sales y nutrientes que hay en

el cuerpo, para mantener un equilibrio que permita que las condiciones internas del organismo dentro de los límites sean aptas para el desarrollo de las funciones vitales.

La mayoría de los órganos y células de nuestro cuerpo producen desechos como resultado de su funcionamiento. Nuestro cuerpo cuenta con un conjunto de órganos y sistemas que sirven para eliminar estos desechos, el sistema urinario, la piel y el sistema respiratorio. El primero, el sistema urinario, se encarga de filtrar y limpiar la sangre que recorre el cuerpo. El sistema urinario está compuesto por los riñones, quienes cumplen la función de filtrar la sangre para extraer de ella las sustancias de desecho y el exceso de agua del cuerpo, y las vías urinarias, que almacenan la orina y, cuando esta alcanza cierto volumen dentro del cuerpo, la eliminan fuera del mismo. Las vías urinarias incluyen los uréteres, quienes reciben la orina procedente del riñón y la llevan hasta la vejiga; la vejiga urinaria donde se almacena la orina; y la uretra, quien cumple la función de expulsar la orina cuando cerca de la mitad de la vejiga se encuentre llena de este líquido de desecho.

## **5. OBJETIVOS**

Esta investigación se preocupa por la superación de dificultades de aprendizaje en relación con la enseñanza del proceso de la nutrición humana. De esta manera, se plantea un objetivo general que busca responder la pregunta de indagación y que orienta al diseño de un material de enseñanza con coherencia curricular. Seguido a esto se presentan los objetivos específicos que señalan el propósito de obtener un análisis del desarrollo teórico y metodológico que estructuran las teorías de dominio específico que configuran los principios del diseño, además establecen una relación con la construcción de conocimiento científico, y que al ser obtenidos permiten el alcance del objetivo general.

### **5.1 Objetivo general**

Diseñar un material de enseñanza con coherencia intracurricular con miras a asistir al estudiante de la escuela primaria en la comprensión integral del proceso la nutrición humana.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Formular un conjunto de teorías de dominio específico que orienten el diseño de un material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana.
- —
- Diseñar un conjunto de actividades de aprendizaje informadas a partir de las teorías de dominio específico sobre la nutrición humana a fin de asistir a los estudiantes de la escuela primaria.
-



## **6. Diseño metodológico de indagación**

En coherencia con el problema de investigación y los objetivos planteados se asumió una metodología cualitativa basada en los estudios de diseño, puesto que, esta permitiría obtener un análisis detallado de la información con el fin de generar unas teorías de dominio específico que orienten la elaboración de un material de enseñanza con coherencia intracurricular sobre el proceso de la nutrición humana. Esta decisión se sustenta al tener en cuenta que los estudios de diseño Educativo se consideran como una metodología de investigación que facilita el estudio y la prescripción de problemas en el aula de clases y ofrece un sustento teórico y metodológico de estudios articulados al diseño en contextos educativos particulares (Brown, 1992; Candela, 2016; Collgins, 1992; Rinaudo y Donolo, 2010).

Ahora bien, según el problema planteado en esta investigación, era necesario asumir una metodología que permitiera considerar un conjunto de elementos al buscar suministrar un conocimiento sistemático y garantizado sobre el aprendizaje de la nutrición humana, y consecuentemente producir unas teorías para guiar en la toma de decisiones instruccionales con el objetivo de superar las dificultades de aprendizaje. En respuesta, una de las ventajas que ofrecieron los estudios de diseño educativo como metodología de investigación es su carácter reflexivo, es decir, sitúan al investigador mediante modelos teórico-prácticos que surgen de la lectura reflexiva y crítica de una serie de documentos que representan teorías educativas de orden general y específico relacionadas con el aprendizaje de la nutrición humana (p. ej., psicología del aprendizaje, pedagogía general, teorías de diseño instruccional y los referentes curriculares) (Collins et al., 2004). A su vez, este carácter reflexivo genera un conjunto de estrategias que permiten potenciar el proceso de enseñanza, y así asistir a los

estudiantes en el aprendizaje del proceso de la nutrición humana en un ambiente educativo particular.

Adicionalmente, los Estudios de Diseño contienen aquellas intenciones teóricas que están acompañadas de la forma de cómo lograrlas, es decir, como producto se formularon unas teorías de dominio específico que generaron un conjunto de instrucciones. Estas instrucciones se evaluarán en entornos naturales con el fin de mejorarlas y comprender "cómo" y "por qué" pueden funcionar en su contexto para desarrollar soluciones prácticas a los problemas de aprendizaje.

Alzaghbi (2010), describe el proceso de diseño como un "proceso coevolutivo" para afirmar que el diseño resultante es producto de la interacción entre la teoría incorporada y mejoras inspiradas en las características y elementos del entorno natural de aprendizaje. Con este fin, con respecto a los estudios de diseño, la teoría se pudo ver desde dos fines: como una entrada (es decir, perspectivas teóricas generales sobre el aprendizaje) y una salida (es decir teorías prácticas específicas para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos o habilidades teóricas específicas).

Sin embargo, considerar un conjunto de teorías o principios generales sobre el aprendizaje para generar teorías de dominio específico sobre la enseñanza no resultó ser una tarea sencilla, ya que implicó el uso de modelos de diseño y herramientas particulares para someter estas teorías y contextualizarlas en propósitos específicos. Esto a su vez, involucró tomar decisiones sobre el contenido y cómo se pudo secuenciar y abordar, es decir, las decisiones se hicieron explícitas mediante una articulación y justificación coherente para crear modelos y herramientas de diseño específicos que integraron conocimientos sobre el aprendizaje, hallazgos sobre los estudiantes ideas y conocimientos profesionales de los docentes (Alzaghbi, 2010).

Por lo anterior, es necesario reconocer que el diseño resultó ser un proceso complejo, donde se debieron considerar muchos aspectos a la hora de generar unas teorías de dominio específico y elaborar un material de enseñanza para responder el problema de esta

investigación en un ambiente de aprendizaje. Así pues, el desarrollo e implementación de dichas teorías debe estar precedida por personas expertas en estudios posteriores y, por tanto, esta metodología cualitativa hizo hincapié en el diseño, a través de un conjunto de elementos, características y principios fundamentales que brindaron los Estudios de Diseño y que estaban alineados al proceso de la nutrición humana teniendo en cuenta el contexto del aula de clase.

Además, diseñar y desarrollar materiales curriculares coherentes implicó crear una secuencia de actividades de aprendizaje formadas por instrucciones que promueven una coherencia intracurricular como resultado del proceso de alineación entre los elementos de diseño, tales como: estándares de contenido, metas de aprendizaje, prácticas científicas, estrategias instruccionales, actividades de aprendizaje y evaluación. En ese sentido, se realizó la descripción del corredor conceptual que recorrerá el estudiante para alcanzar de manera progresiva el desarrollo de una comprensión conceptual e integrada del proceso de la nutrición humana. De esta manera, se constituyó un diseño coherente con los estándares de tal contenido, con las prácticas científicas, con el lenguaje y con el material de enseñanza (Candela y Cataño, 2019).

## **6.1 Método de investigación**

Adicionalmente, los Estudios de Diseño emplean una variedad de métodos de investigación que se usan comúnmente en la Educación en Ciencia (Brown, 1990, 1992). El determinante para utilizar una estrategia o método de investigación específico se rigió por los objetivos y problemas involucrados en este estudio. Una de estas estrategias o métodos fue el estudio de caso, el cual se convirtió en una herramienta fundamental en este estudio, y su principal ventaja radicó en que, al asumir una metodología cualitativa, los estudios de caso permitieron examinar o indagar sobre un fenómeno en su entorno real y, consecuentemente se generaron un conjunto de teorías de dominio específico que sirvieron de partida al profesor/diseñador.

De acuerdo con Yin (2003), este tipo de investigación por estudio de caso resultan ser apropiada a la hora de querer encontrar respuestas a las necesidades de enseñanza y aprendizaje que están estrechamente vinculadas al contexto en el que se desarrolla. Además, según las tres formas de estudios de casos descritos por Yin (2003), a los que llama "exploratorios", "descriptivo" y "explicativo", esta investigación se enmarcó en un estudio de caso exploratorio, en el cuál según el autor, un caso puede ser exploratorio cuando su objetivo es desarrollar hipótesis o proposiciones. Además, se puede argumentar que fue de tipo exploratorio porque orientó la toma de decisiones metodológicas al desarrollar unas teorías de dominio específico hipotéticas propuestas para el diseño de un material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana.

Otro elemento fundamental que ofreció la perspectiva de investigación cualitativa de los estudios de caso fue su carácter reflexivo, al brindar un análisis intrincado en el momento de formular un conjunto de teorías que representan el contenido del proceso de la nutrición humana. De esta manera, se tomaron decisiones alineadas con marcos metodológicos que ayudan a responder preguntas de indagación formuladas en términos de "cómo" y "por qué", estando en coherencia con las necesidades y los criterios (Características del profesor, del estudiante y del material de enseñanza) que orientaron la selección del caso foco de esta investigación. Por lo anterior, esta perspectiva metodológica de los estudios de caso de tipo exploratorio se ajusta a la naturaleza de la pregunta de investigación y permite acercarse al fenómeno de interés debido a lo novedoso de este estudio.

Cabe subrayar, que esta investigación se asumió para un ambiente de aprendizaje particular de estudio. En este caso, esta propuesta de investigación va dirigida a los estudiantes del grado quinto de la I.E.T.C José María Vivas Balcázar en la sede Escuela Santo Domingo, ubicada al sur de la ciudad de Santiago de Cali. Es un grupo de 33 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 8 y 10 años de edad y se caracterizan por tener una actitud dispuesta y activa frente a propuestas de enseñanza-aprendizaje que plantea el profesor en el aula de clases.

### 6.1.1 Técnica del análisis del contenido

Tomando como referencia los anteriores presupuestos, el método o técnica de recolección y análisis de contenido más oportuna, tanto para desarrollar el marco teórico que sustenta a este estudio, como para llevar a cabo la formulación del conjunto de teorías de dominio específico, fue el análisis de contenido (Krippendorff, 1980). Esta técnica está orientada en el diseño y desarrollo de materiales de enseñanza y permitió al profesor/diseñador ejecutar inferencias interpretativas al conjunto de unidades de muestreo y a las unidades de contexto, a través de las teorías de naturaleza general y específica en la enseñanza del tópico de la nutrición. Por tanto, para esta perspectiva metodológica se facilitó al diseñador realizar inferencias e interpretaciones a los textos relacionados de naturaleza general y específica en torno a la enseñanza-aprendizaje del proceso de la nutrición humana (Candela y Cataño, 2019; Urbano y Rivas, 2017).

Entre las unidades de análisis, se reconocen la unidad de muestreo, unidades de contexto y unidades de registro. De acuerdo con Krippendorff (1980), las unidades de muestreo, corresponden a los elementos que serán analizados y seleccionados de una muestra documental para desarrollar el análisis; las unidades de contexto, hacen parte de una fracción de la unidad de muestreo que parten del análisis para establecer características de la unidad de registro; y respecto a las unidades de registro, éstas se aprecian como una porción de la unidad de muestreo que se analizan independientemente, es como una fracción detallada del contenido que se puede situar en una categoría. A partir de esta clasificación, se inició el proceso de análisis sistemático que enmarca a cada documento reconociendo sus características (Véase tabla 1).

**Tabla 1.** Contenido de la unidad de muestreo.

<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
<b>FUENTE</b>	<b>TEMA</b>
<b>Libros</b>	Los procesos de la nutrición humana
<b>Artículos</b>	Estudios de Diseño Educativo

	Educación en biología
	Diseño Instruccional
<b>Capítulos De Libros</b>	Teorías de diseño educativo
	Diseño instruccional
	Teorías de dominio específico
	Pedagogía general y específica
	Enseñanza de la nutrición humana
<b>Lineamientos Curriculares</b>	Componentes curriculares prescriptos por el MEN.

*Fuente: Elaboración propia.*

Con respecto a las unidades de contexto se hizo una selección de los documentos que sirvieron para el desarrollo de una teoría de dominio específico sobre la nutrición humana. Razón por la cual los criterios de selección de las unidades de contexto fueron: textos relacionados con los últimos Estudios de Diseño en Latinoamérica, textos relacionados con el diseño de materiales o ambientes de aprendizaje sobre el contenido. También resultaron de gran importancia los textos sobre las teorías instruccionales para la enseñanza de un contenido específico, así como los documentos relacionados con la educación en biología y con la enseñanza de la nutrición humana donde se consideraban las dificultades de enseñanza y aprendizaje (Véase tabla 2).

**Tabla 2.** Contenido de la unidad de contexto.

<b>UNIDAD DE CONTEXTO</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	<b>TÍTULO DEL ARTÍCULO O CAPÍTULO DEL LIBRO</b>	<b>TEMA PRESENTADO</b>
Rinaudo y Donolo	Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. (Rinaudo y Donolo, 2010).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes estudios sobre el diseño educativo</li> <li>• Principios del diseño de un material de enseñanza</li> </ul>

Boris Candela.	La ciencia del diseño educativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorías de aprendizaje</li> <li>• Pedagogía general de las ciencias para el diseño de ambientes de aprendizaje</li> <li>• Estrategias y modelos de enseñanza de las ciencias</li> </ul>
	La reconstrucción educativa y el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido: heurísticas que iluminan el diseño. (Candela, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientaciones metodológicas para el diseño de materiales de enseñanza</li> <li>• El conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido</li> </ul>
Guárdia, Williams, Sangra, y Schrum (2004)	Diseño instruccional: teorías y modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las teorías instruccionales para el diseño de ambientes de aprendizaje</li> </ul>
Banet (2001)	Los procesos de la nutrición humana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportes de la literatura sobre la enseñanza de la nutrición humana</li> </ul>
	Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las orientaciones sobre la secuenciación y profundización de los contenidos de acuerdo con el currículo nacional</li> </ul>
Ministerio de Educación Nacional (2016)	Derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece los aprendizajes estructurantes para cada grado que garantizan el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias en un contexto académico o social.</li> </ul>
	Matriz de referencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determina los aprendizajes que se esperan que el estudiante apropie al finalizar su ciclo formativo. Dichos aprendizajes son evaluados por el ICFES.</li> </ul>

*Fuente: Adaptado de “La ciencia del diseño educativo” (Candela, 2016), Universidad del Valle, p. 160.*

Además, es necesario destacar, que la técnica de análisis de contenido por lo general va orientada por una rejilla de observación, en este caso esta rejilla fue el instrumento

metodológico de aprendizaje de la Representación del Contenido (CoRe). De acuerdo a las diferentes estructuras de diseño que se utilizó para dirigir el análisis sistemático que orientó el diseño y desarrollo de este material de enseñanza, se tuvo en cuenta este instrumento metodológico que documentó, representó y registró las decisiones curriculares e instrucciones.

### **6.1.2 Instrumento metodológico de aprendizaje (CoRe)**

La CoRe fue un instrumento metodológico potencial que orientó el análisis de contenido a los documentos de orden general y específicos sobre el aprendizaje de la nutrición humana. En este sentido, en el desarrollo metodológico de esta investigación, la CoRe es un instrumento que además de encontrarse ya diseñado y validado, resultó ser muy apropiado al diseñar ambientes de aprendizaje del proceso de la nutrición humana debido a que condujo a la toma de decisiones curriculares e instruccionales durante la planificación, actuación y reflexión en el campo educativo (Bertram y Loughran, 2012; Candela, 2016; Candela y Viáfara, 2014a; Hume y Berry, 2011).

Igualmente, Bertram y Loughran (2012), establecen que el instrumento metodológico representación del Contenido fortalece las habilidades y destrezas referentes al diseño en la experiencia profesional del profesor de ciencias, al tener en cuenta la naturaleza del contenido para la toma de conciencia de la diversidad de estrategias alineadas a sus estructuras conceptuales y la meta de aprendizaje a alcanzar por los estudiantes. Además, dicha tarea de diseño le permite al profesor definir la amplitud y la profundidad del contenido específico, de manera que establezca relaciones y genere redes conceptuales.

La representación del contenido (CoRe) es una síntesis de la manera de enseñar un contenido específico, y de las justificaciones de enseñarlo de esa manera. Por lo tanto, el diseño de una CoRe es un reto reflexivo sobre la enseñanza de un contenido específico en ciencias, donde se establecen “grandes ideas” para ese contenido seleccionado. El instrumento metodológico de la CoRe está establecido por doce ítems (Véase figura 2).

Estos ítems recogen los elementos de enseñanza (p, ej., pedagogía general, literatura en educación en ciencias, documentos curriculares de naturaleza estatal, teorías del aprendizaje, entre otros) referentes al contenido disciplinar, al conocimiento de los estudiantes y al Conocimiento Pedagógico del Contenido del profesor quien toma las decisiones alineadas a la estructura curricular que direccionan la construcción de un material de enseñanza para un contenido específico, en este caso el proceso de la nutrición humana (Candela, 2016; Candela y Cataño, 2019; Candela y Viáfara, 2014).

Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?			
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea?			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?			
10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			

**Figura 2.** Estructura lógica del instrumento metodológico CoRe. Tomado de Candela, (2006).

Así pues, la CoRe se convirtió en un instrumento compuesto por una matriz que contiene unas columnas donde se visualizan las ideas centrales que se distinguieron fundamentales para que los estudiantes puedan lograr cumplir con las metas de aprendizaje planteadas, y

contiene también unas filas donde se evidencian cada una de las doce preguntas que permitieron capturar el contenido tecnológico y pedagógico del concepto específico, el proceso de la nutrición humana. De esta manera, esta matriz logró registrar las ideas centrales, las metas de aprendizaje y enseñanza dispuestas por el profesor/diseñador, los saberes previos y dificultades de aprendizaje de los estudiantes, la secuenciación adecuada de los contenidos, la selección de los recursos digitales que permitan representar, formular y abordar tanto la gran idea como las sub-ideas, y las formas de desarrollar y evaluar las ideas centrales. De esta manera, el desarrollo de los 12 ítems o categorías permitieron estructurar el instrumento de la CoRe ofreciendo una representación lógica y clara a los potenciales beneficiarios de esta.

A partir de lo anterior, se consideró clave configurar el desarrollo de este estudio a través de dos fases que se encuentran intrínsecamente relacionadas: la primera fase, tuvo como fin producir un conjunto de teorías de dominio específico sobre el proceso de aprendizaje de la nutrición humana. La segunda fase, consistió en la materialización de dichas teorías de dominio específico mediante una secuencia de actividades de aprendizaje en un formato de naturaleza digital.

### **6.1.3 Análisis documental. Formulación de las teorías de dominio específico acerca del aprendizaje de la nutrición humana**

El análisis documental de las diferentes unidades de registro que configuran a cada una de las unidades de contexto, se realizó a través de una lectura sistemática, la cual estuvo asistida tanto por las teorías educativas de orden general y específico al aprendizaje de la nutrición humana (marco teórico de este estudio) como por las doce categorías deductivas que estructuran el instrumento metodológico de la CoRe. Desde luego, la lectura reflexiva orientada por las respectivas categorías de la CoRe medio la toma de decisiones curriculares e instruccionales referentes al aprendizaje hipotético del contenido de la nutrición humana por parte de los estudiantes de quinto de primaria, las diferentes estrategias pedagógicas que posiblemente asisten dicho proceso de enculturación científica.

En este sentido, la tarea analítica que dio origen a la serie de teorías de dominio específico del aprendizaje de la nutrición humana, se llevó a cabo desde la perspectiva de la Comparación Constante (Samter, 2012). Resulta importante destacar que esta perspectiva de análisis se ha utilizado para generar teorías naturalísticas que emergen de los datos recogidos, es decir, las categorías surgen del conjunto de datos y se desarrollan teóricamente. Sin embargo, los principales elementos analíticos provenientes de esta perspectiva fueron ajustados a las necesidades analíticas propias de este estudio, donde las categorías de análisis son de carácter deductivo, en otras palabras, estas provienen de la literatura y no emergen del conjunto de datos.

Así, el proceso analítico que dio origen al conjunto de teorías de dominio específico de la nutrición humana se realizó por medio de la Comparación Constante en dos niveles. El primer nivel, permitió buscar de forma rigurosa las similitudes y diferencias entre las propiedades de las categorías deductivas que configuran el instrumento metodológico de la CoRe y las unidades de registro. En el momento que se logró ubicar las similitudes entre estos dos elementos, se tomó la decisión de cortar y adscribir la respectiva unidad de registro a la categoría en consideración (codificación y fragmentación). Desde luego, este proceso analítico se llevó a cabo con todas las unidades de contexto y registro, hasta que se saturaron todas las categorías de la CoRe.

El segundo nivel de análisis, se caracterizó por la organización de las diferentes unidades de registro adscritas a las categorías con el fin de construir una composición textual coherente, cuya función fue la de desarrollar teóricamente cada una de las doce categorías de la CoRe, y de esta forma representar la toma de decisiones curriculares e instruccionales sobre la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición humana en quinto de primaria.

Finalmente, a partir de la formulación de las teorías de dominio específico acerca del aprendizaje de la nutrición humana se brinda la posibilidad de desarrollar o construir una secuencia de actividades de aprendizaje que representa los principales presupuestos que configuran la gran idea de la nutrición humana. En este caso, la materialización responde al carácter de la teoría de dominio específico sobre el proceso de la nutrición humana

reconociendo el ejercicio de integrar las metas de aprendizaje, los contenidos seleccionados, las dificultades de enseñanza y aprendizaje a superar, las técnicas, rutinas, estrategias de enseñanza como la POE (predecir, observar y explicar) y modelos de enseñanza como el ciclo de aprendizaje , así como la evaluación formativa y sumativa, teniendo en cuenta la coherencia curricular de la unidad. En consecuencia, la materialización no es el fin del diseño educativo, sino que es el medio por el cual el profesor/diseñador fundamenta el ambiente de aprendizaje.

## 7. Resultados

De acuerdo a la pregunta de investigación, al marco teórico que fundamentan este estudio y al análisis documental obtenido a través de la metodología aplicada, se formulan un conjunto de resultados direccionados y agrupados en dos partes. La primera parte, corresponde al análisis documental llevado a cabo desde una comparación constante a través del instrumento metodológico de la CoRe. Dicho análisis comparativo produce las teorías de dominio específico sobre la enseñanza del proceso de la nutrición humana. La segunda parte, hace referencia a la traducción de dichas teorías de dominio específico en un material de enseñanza en formato digital, el cual es apoyado por una cartilla del estudiante y un material de apoyo para el profesor. Este es un material de enseñanza de naturaleza digital al que el estudiante puede acceder una vez descargue la carpeta drive, lo descomprima y abra la aplicación en formato Flash Player.

El análisis documental realizado en este estudio permite evidenciar las teorías de dominio específico, y para el desarrollo de tales teorías, se considera que es necesario abordar el tópico de la nutrición humana desde un estudio que integre las relaciones entre los sistemas corporales. De acuerdo Banet (2001), la nutrición humana es un proceso que integra distintas funciones a través de sistemas corporales como el sistema digestivo, el sistema respiratorio, el sistema circulatorio y el sistema excretor. Además, menciona que se da en tres fases que a saber son: la incorporación y transformación de sustancias como los alimentos y el oxígeno, la distribución de los nutrientes por todo el cuerpo (a las células) y la eliminación de los desechos.

De esta manera, se concibe como idea central o gran idea que *La nutrición humana es un proceso que relaciona e integra distintas funciones a través de la interacción de sistemas corporales*. Esta gran idea tiene un extenso poder explicativo de fenómenos biológicos, y además facilita la identificación de cada una de las sub-ideas que la estructuran. En este sentido, las sub-

ideas constituyen bloques conceptuales relacionados con los alimentos y nutrientes, procesos fisiológicos y el funcionamiento celular que permiten establecer la comprensión y estructuración de la gran idea. Es decir, se estudia el proceso de la nutrición humana a través de la integración de los sistemas corporales y por tanto se está superando la fragmentación de saberes, una de las principales dificultades de enseñanza y aprendizaje que se pretendía superar en esta investigación.

Así pues, para la selección de las sub-ideas se consideró el análisis de los aportes y sugerencias de autores detallados en la unidad de contexto (Véase capítulo 7.3). Este análisis es referente a la enseñanza de un contenido específico, a la educación en ciencias y a los aportes en la enseñanza de la nutrición humana que incluye las dificultades de enseñanza y aprendizaje sobre este tópico específico. De esta manera, se consolidan cada una de las ideas en las que se secuencia la enseñanza del proceso de la nutrición humana incluyendo las respectivas metas de aprendizaje, y que configuran de manera coherente la comprensión de este contenido específico abordándolo de su complejidad estructural.

Es importante considerar, también, que el proceso de la nutrición humana es presentado en los referentes curriculares estatales como un contenido que pretende integrar algunos componentes del currículo en ciencias, y que son referentes a la enseñanza de diferentes procesos biológicos. Lo anterior, con el fin de conseguir una estructura coherente de manera progresiva en la comprensión conceptual e integral dentro y a lo largo de los niveles de escolaridad. De esta manera, para este grado de escolaridad en la básica primaria se tuvo en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del grado quinto que fueron establecidos en el 2016. Específicamente, en el DBA número cuatro se determina la necesidad de comprender “que en los seres humanos (y en muchos otros animales) la nutrición involucra el funcionamiento integrado de un conjunto de sistemas de órganos: digestivo, respiratorio y circulatorio” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 20).

Igualmente, se tuvo en cuenta la Matriz de Referencia de Ciencias en el grado quinto, que muestra las evidencias de aprendizaje vinculadas con las competencias de explicar y relacionar las transformaciones de los alimentos, el intercambio gaseoso y el funcionamiento celular. Además, estas evidencias se desarrollan junto con las acciones de pensamiento que permiten al estudiante aproximarse al conocimiento como científico(a) natural. Dentro de estas acciones de pensamiento

se encuentran la identificación de variables, autoevaluación constante y progresiva en la producción de textos orales y escritos, uso y análisis de textos multimodales, registro y discusión de ideas, organización de sus pensamientos en diagramas, esquemas o gráficos, entre otras (Ministerio de Educación Nacional, 2004, 2016).

Cabe señalar, que el diseño de esta propuesta de enseñanza demuestra coherencia intracurricular con las metas de aprendizaje porque direcciona hacia una comprensión integral en la secuencia de aprendizaje del proceso de la nutrición humana. Esta coherencia se ve reflejada en los estándares de contenido, al estar articulada con los referentes curriculares estatales; coherencia en las prácticas científicas, al tener en cuenta el uso de la comprensión y producción del conocimiento científico a través de prácticas experimentales cotidianas contextualizadas que explican fenómenos científicos; coherencia en la evaluación, porque presenta una progresión en las apreciaciones a lo largo de la unidad y está alineada a las metas de aprendizaje según el nivel de escolaridad: coherencia en el lenguaje, al fortalecer la comunicación escrita y oral mediante la promoción de una lectura descriptiva de imágenes interactivas, textos multimodales, animaciones y videos, y al ampliar un vocabulario que le permita dar claridad en la expresión de las ideas de los estudiantes en los textos que produce; y coherencia en el material de enseñanza diseñado, al demostrar en la estructura de un material digital e impreso el desarrollo de una comprensión integrada del conocimiento y no un aprendizaje de contenidos aislados, y al permitir ver la relación de las ideas dentro y a través de las actividades.

Lograr esta coherencia obedece también al aplicar aquellos presupuestos que sustentan el marco teórico de esta investigación y, además, fundamentan el diseño del ambiente de aprendizaje sobre el proceso de la nutrición humana. En este sentido, se refiere a aquellas teorías de orden explicativo que le brindan al diseñador una serie de elementos teóricos específicos, entre ellos las teorías de aprendizaje, la pedagogía general (las rutinas, las técnicas, la estrategia POE y el modelo ciclo de aprendizaje). Estos elementos, junto con los principios de los estudios de diseño, suministran las intenciones curriculares e instruccionales para representar el conocimiento en un instrumento metodológico aplicable en diversos contextos, y de esta manera, diseñar un conjunto de actividades secuenciadas, temporalizadas y coherentes a las metas de aprendizaje para asistir a

los estudiantes en un aprendizaje por comprensión conceptual e integral del proceso de la nutrición humana.

En cuanto a las metas de aprendizaje, uno de los principios claves del diseño, estas se obtienen al comparar la gran idea del proceso de la nutrición humana y las ideas alternativas de los estudiantes. Estas metas de aprendizaje fundamentan el diseño de actividades de aprendizaje y direccionan las estrategias instruccionales que logran superar las dificultades de aprendizaje, es por ello que estas metas están contextualizadas. Así mismo, gracias a las metas de aprendizaje, se toma la decisión del diseño de las actividades de aprendizaje a través de la orientación del modelo de enseñanza llamado ciclo de aprendizaje, el cual comprende tres fases: la exploración, introducción, y aplicación (Ver capítulo 5.1.4.4 Modelos de enseñanza). Por tanto, se configura un conjunto de actividades de aprendizaje de naturaleza práctica y de pensamiento, que contienen elementos sinérgicos para favorecer la construcción de ideas y del conocimiento.

Sin duda alguna, el conocimiento de la pedagogía general se convierte en un factor fundamental al momento de diseñar materiales de enseñanza, dado que, le permite al profesor/diseñador seleccionar las mejores estrategias de enseñanza ajustadas a la naturaleza del proceso de la nutrición humana. Por tal motivo, el diseño de ambientes de aprendizaje para el proceso de la nutrición humana resulta de la interacción sinérgica de elementos como: la administración de la clase, lenguaje y discursos, y modelos de enseñanza. Incluir la pedagogía en la organización del aula prescribe intenciones de diseño, metas de aprendizaje, las acciones y razonamiento que se proponen para que los estudiantes y los maestros las realicen y se logren esas metas de aprendizaje por andamiaje (Candela, 2016).

Los anteriores presupuestos fundamentan la toma de las decisiones curriculares e instruccionales para una comprensión integral del proceso de la nutrición humana, en este sentido se presentan las teorías de dominio específico de este contenido específico, y posteriormente se muestra la materialización de esta en formato digital

## 7.1 Teoría de dominio específico sobre la enseñanza de la nutrición humana

### Representación del contenido (CoRe).

#### Gran Idea:

La nutrición humana es un proceso que relaciona e integra distintas funciones a través de la interacción de sistemas corporales.

#### Núcleo conceptual:

Integración de algunos sistemas corporales en el proceso de la nutrición humana.

#### Estándar básico de competencias (EBC):

- Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función.
- Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos (Ministerio de Educación Nacional, 2004, p.16)

#### Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA):

**DBA 4** “Comprende que en los seres humanos (y en muchos otros animales) la nutrición involucra el funcionamiento integrado de un conjunto de sistemas de órganos: digestivo, respiratorio y circulatorio” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 20).

#### Acciones de pensamiento:

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional(2016), se consideraron:

- Identifico variables que influyen en los resultados de experimentos y simulaciones.
- Recojo y utilizo datos haciendo uso de textos multimodales.
- Registro mis observaciones y resultados utilizando diagramas, esquemas, gráficos o tablas, de forma organizada y sin alteración alguna.
- Organizo mis ideas para producir un texto oral o escrito, teniendo en cuenta mi realidad y mis propias experiencias.

- Produzco textos orales y escritos con base en planes en los que utilizo la información recogida de los medios.
- Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.
- Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas. ( p. 16-17)

### **Diseño elaborado para el nivel educativo quinto de primaria, en el contexto nacional.**

#### **Matriz de Referencia**

#### **Entorno vivo: Evidencias de aprendizaje.**

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2016):

- Explica el camino que siguen los alimentos en el organismo y los cambios que sufren durante el proceso de digestión desde que son ingeridos hasta que los nutrientes llegan a las células.
- Relaciona las características de los órganos del sistema digestivo (tipos de dientes, características de intestinos y estómagos) de diferentes organismos con los tipos de alimento que consumen.
- Explica por qué cuando se hace ejercicio físico aumentan tanto la frecuencia cardíaca como la respiratoria y vincula la explicación con los procesos de obtención de energía de las células.
- Explica el intercambio gaseoso que ocurre en los alvéolos pulmonares, entre la sangre y el aire, y lo relaciona con los procesos de obtención de energía de las células. ( p. 20)

**Tabla 3.** Representación del contenido sobre el proceso de la nutrición humana.

<b>GRAN IDEA:</b> La nutrición humana es un proceso que relaciona e integra distintas funciones a través de la interacción de sistemas corporales.
<b>SUB-IDEAS:</b>

<p>1. Los alimentos son fuentes de nutrientes para el organismo.</p> <p>2. Los procesos de digestión, respiración y circulación permiten la transformación, obtención y transporte de sustancias que serán distribuidas hacia las células del cuerpo humano.</p> <p>3. Estudiar la interacción de los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor permite comprender de dónde provienen las sustancias que ingresan y salen de las células.</p>			
<b>PREGUNTA</b>	<b>1. Los alimentos son fuentes de nutrientes para el organismo.</b>	<b>2. Los procesos de digestión, respiración y circulación permiten la transformación, obtención y transporte de sustancias que serán distribuidas hacia las células del cuerpo humano.</b>	<b>3. Estudiar la interacción de los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor permite comprender de dónde provienen las sustancias que ingresan y salen de las células.</b>
<b>1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?</b>	Se intenta potencializar en los estudiantes sus competencias lingüísticas de comunicación, es decir, que fortalezcan su habilidad lectora, escritora y de expresión oral. La intención general es promover el dominio del lenguaje y la comunicación escrita aplicado al campo de las ciencias. De manera que el estudiante desarrolle facultades expresivas propias de la comunicación en ciencias frente a situaciones de la cotidianidad que afectan su entorno, un requisito de la alfabetización científica para la toma de decisiones.		
	Que el estudiante reconozca las diferencias, la clasificación y función de los alimentos y los nutrientes explorando los alimentos que consumimos en casa y en nuestra escuela.	Que el estudiante explique las transformaciones de los alimentos en el organismo y el intercambio gaseoso relacionando estos procesos con el transporte, la distribución e	Que el estudiante comprenda que las sustancias y los desechos que derivan de los procesos de digestión y respiración, son transportados desde y hacia las células para que en el organismo se cumpla con la función de nutrición y el cuerpo

		incorporación de nutrientes y oxígeno hacia el resto del cuerpo.	humano tenga la capacidad para realizar una actividad.
<b>2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?</b>	Porque los estudiantes podrán reconocer y comprender que es necesario estudiar de forma integral los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor para explicar cómo y para qué ocurre el proceso de la nutrición humana.		
	Porque conocer la composición y clasificación de los alimentos le permite al estudiante comprender que los alimentos pueden cumplir funciones energéticas, reguladoras o estructurales en el organismo.	Porque el estudiante puede empezar a establecer relaciones anatómicas y fisiológicas entre el sistema digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor al explicar que a través de los vasos sanguíneos se transportan los nutrientes, el oxígeno y sustancias de desecho.	Porque el estudiante comprenderá de forma integral cómo se relacionan los sistemas corporales que intervienen en el proceso de la nutrición humana, y de esta manera, vincula la estructura de la célula con la función de nutrición.
<b>3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención que sus estudiantes conozcan)?</b>	Para determinar de manera consciente qué contenidos deben ser omitidos de la enseñanza de la gran idea, debido a que no son apropiados para el nivel cognitivo de los estudiantes o no son pertinentes para su comprensión, se remite a la investigación realizada por Banet (2001) “Los procesos de nutrición humana” donde establece relaciones entre los contenidos de enseñanza y los objetivos de aprendizaje teniendo en cuenta los niveles cognitivos en la educación primaria y secundaria. Para esta investigación, se pretende omitir ciertos conocimientos sobre el proceso de la nutrición humana que los estudiantes conocen o refieren pero que no conducen a la comprensión de la gran idea, y otros que no serían de fácil comprensión debido a que partimos desde un nivel cognitivo básico en el grado 5to de primaria, a estos le llamaremos conocimientos posteriores. Se estima que los conocimientos previos y posteriores que pueden no incluirse en el proceso de enseñanza de la gran idea son:		

**Conocimientos previos requeridos:**

- Funciones vitales de los seres vivos
- Clasificación de los seres vivos de acuerdo a la cantidad de células: Unicelulares y pluricelulares.
- Niveles de organización celular: Célula, tejido, órgano, sistema y organismo.
- Función y clasificación de las células: Células procariotas y eucariotas.
- Dieta saludable y equilibrada.
- Conservación y manipulación de alimentos.
- Estilos de vida saludable.
- Crecimiento y transformación del ciclo vital (Peso, talla, dentición...)
- Hábitos de higiene corporal.

**Conocimientos posteriores:**

- Transporte de sustancias a través de la membrana celular.
- Nutrición celular: Función de organelas celulares, metabolismo y obtención de energía.
- Estructura de la membrana celular.
- Procesos metabólicos en la digestión.
- Estructura química de los nutrientes.
- Transformaciones de los alimentos: sustancias resultantes de la digestión.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de ventilación pulmonar.</li> <li>• Estructura interna de los pulmones: Alveolos pulmonares.</li> <li>• Sistema linfático.</li> <li>• Sistema excretor: capsula de bowman, función del riñón, composición y formación de la orina, estructura de la piel.</li> <li>• Enfermedades de los sistemas corporales relacionados con la nutrición humana.</li> <li>• La energía y tipos de energía.</li> </ul>
<p><b>4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?</b></p>	<p>Los estudiantes suelen estudiar mediante libros de texto o estrategias propuestas en el aula, los sistemas corporales relacionados con la nutrición humana de forma fragmentada, es decir sin establecer relaciones entre estos sistemas (Sánchez y Fuken, 2010). Sin estas relaciones no se puede observar una coherencia curricular ni una comprensión integral sobre lo que involucra realmente el proceso de nutrición humana Banet (2001).</p>
<p><b>5. ¿Qué conocimientos</b></p>	<p>De acuerdo con Banet (2001) existen algunas dificultades en la comprensión de contenidos específicos, y que hacen alusión a concebir la nutrición a partir de una fragmentación de saberes.</p>

<p><b>acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?</b></p>	<p>Dificultad para identificar algunos alimentos y clasificarlos porque desconocen que poseen diferentes funciones.</p> <p>Dificultad para diferenciar los conceptos alimento y nutriente.</p> <p>Consideran que todos los alimentos contienen los mismos nutrientes.</p> <p>No asocian el proceso de ingresar el alimento a la boca como característica propia de la nutrición heterótrofa.</p> <p>No reconocen que el alimento empieza a sufrir transformaciones en la boca a través de la insalivación y la masticación.</p>	<p>Dificultad para reconocer que en el sistema digestivo se obtienen los nutrientes, debido a que consideran que sólo el estómago es el órgano central del proceso.</p> <p>Dificultad para establecer relaciones anatómicas y fisiológicas al explicar un fenómeno relacionado con la digestión debido a que memorizan mecánicamente procesos.</p> <p>Confusión de faringe/laringe.</p> <p>Alteran el orden de los intestinos.</p> <p>Desconocen la circulación de la sangre al interior de los pulmones.</p> <p>No asumen que el oxígeno circula por la sangre, ni saben cuál es el destino y utilidad de este en el cuerpo humano.</p>	<p>0.</p>
--	---	--	-----------

		<p>Desconocen la procedencia del dióxido de carbono.</p> <p>Dificultad para relacionar el sistema digestivo con el sistema circulatorio.</p> <p>No reconocen la circulación doble o el ciclo pulmonar.</p>	
<p><b>6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?</b></p>	<p>Este material de enseñanza está dirigido a estudiantes del grado 5to de primaria para cualquier institución educativa colombiana. Desde este contexto, se presenta una serie de elementos a considerar en el diseño de actividades:</p> <p><b>Docente:</b> Es necesario un profesional en el área de la educación titulado como Licenciado en Biología y Química, que tenga dominio sobre los conocimientos de tipo conceptual, pedagógico y contextual. El profesor deberá ser un individuo autónomo, capaz de tomar decisiones para acercar al estudiante al conocimiento científico, ya que tiene curiosidad y se preocupa por su entorno inmediato, el cual es afectado por las dinámicas industriales y extractivistas de la actualidad.</p> <p><b>Estudiantes:</b> El diseño del material de enseñanza está pensado para niños de 5to de primaria con edades entre los 9 y los 11 años de edad. Se espera que los estudiantes sean activos, participativos, críticos, atentos y motivados a experimentar. Igualmente, se espera que los estudiantes tengan un interés en el uso de las tecnologías en su proceso de aprendizaje.</p> <p><b>Recursos:</b> Se requiere que la institución educativa en la que se vaya a implementar dicho material, cuente básicamente con las tecnologías digitales estándar.</p>		

<p><b>7. ¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?</b></p>	<p>Con el propósito de apoyar las clases del docente y potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se contará en este material de enseñanza con el uso de las siguientes tecnologías digitales estándar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores de gama media con acceso a Adobe Flash o explorador de internet que tienen integrados reproductores Flash.</li> <li>• Proyector y parlantes.</li> </ul>		
<p><b>8. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) y no digitales que utilizas con el</b></p>	<p>- Imagen interactiva: “Mi lonchera”, “Alimentación y nutrición” y “Alimentos y nutrientes” que ayuda a aclarar la diferencia entre estos los conceptos alimentación, alimento, nutrición y nutriente. Esto permite que los estudiantes sepan diferenciar y aplicar estos conceptos al expresar sus ideas o explicaciones sobre el proceso de nutrición humana.</p> <p>- Hipertexto “Durante el recreo” que contiene vínculos donde se presentan animaciones o imágenes y que al ser explorados por el estudiante podrá ampliar</p>	<p>- Imagen interactiva del sistema digestivo donde el estudiante podrá explorar los órganos que se involucran en el proceso de digestión y transformación de los alimentos.</p> <p>-Animación de las etapas de la transformación de los alimentos. El estudiante podrá explorar de manera progresiva cada una de las etapas donde se muestra el proceso que va ocurriendo</p>	<p>-Video sobre la célula animal para que el estudiante pueda visualizar y analizar para responder preguntas de interpretación y argumentación para reconocer que los seres humanos poseen células eucariotas animal</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=s0HzvQiqwpk">https://www.youtube.com/watch?v=s0HzvQiqwpk</a></p> <p>- Animaciones que relacionan el funcionamiento celular con el proceso de nutrición a nivel celular, con el fin de aproximar al estudiante a los fenómenos de transporte de sustancias a través de la membrana celular, el tipo de</p>

<p><b>fin</b> <b>representar</b> <b>formular</b> <b>idea?</b></p>	<p><b>de</b> <b>y</b> <b>la</b></p> <p>o potenciar su comprensión lectora. Además, permite aproximarse al ejercicio iniciar la lectura de imágenes o animaciones.</p> <p>- Imagen interactiva donde el estudiante podrá explorar los nutrientes que contienen diferentes tipos de alimentos: leche, pera y aceite. El estudiante podrá explorar la función de los nutrientes al pasar el cursor por cada alimento.</p>	<p>en el cuerpo humano y también se aproxima en una animación pequeña donde se profundiza más sobre el fenómeno.</p> <p>- Hipertexto “Intercambio gaseoso” que contiene vínculos donde se presentan animaciones o imágenes y que al ser explorados por el estudiante podrá ampliar o potenciar su comprensión lectora. Además, permite aproximarse al ejercicio iniciar la lectura de imágenes o animaciones.</p> <p>- Animación que relaciona la transformación de los alimentos y el proceso del intercambio gaseoso con la función de circulación de sustancias que se obtienen en estos dos procesos (digestión y respiración).</p>	<p>sustancias que se transportan y la relación con el proceso de la excreción de estas sustancias.</p> <p>- Video sobre el transporte de sustancias que permite relacionar el transporte de sustancias y la utilización de éstas en las células del cuerpo humano.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=LyJtC5auI7s">https://www.youtube.com/watch?v=LyJtC5auI7s</a></p> <p>-Animación que integra los procesos de digestión, respiración, circulación y excreción mediante la visualización de la acción de los sistemas corporales que intervienen en tal proceso, y vinculándolo al funcionamiento celular que permite explicar el ingreso y transporte de sustancias en la célula.</p>
---	--	---	---

		<p>-Videos sobre la función del corazón, vasos sanguíneos, sangre y dinámica circulatoria.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=nsSg4Eq3LEo">https://www.youtube.com/watch?v=nsSg4Eq3LEo</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=CnGQcfS9-Q">https://www.youtube.com/watch?v=CnGQcfS9-Q</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=NibKfejNSL4">https://www.youtube.com/watch?v=NibKfejNSL4</a></p>	
--	--	---	--

<p><b>9. ¿Por qué utiliza las herramientas digitales para representar la idea en consideración? ¿Qué criterios apoyan dicha intención de diseño?</b></p>	<p>Las herramientas digitales utilizadas en un primer momento facilitan al estudiante la visualización, interacción y comprensión de la primera sub-idea, relacionada con la clasificación y la diferenciación entre alimento y nutriente. Se tiene en cuenta cada una de las dificultades presentadas en los estudiantes, por ejemplo, al no reconocer la diferencia conceptual entre alimento y nutriente, se emplean una serie de herramientas digitales que pretenden aclarar estas ideas conceptuales, y al momento de los estudiantes expresar oralmente o de forma escrita en la producción de sus textos, puedan diferenciar estos conceptos y apropiarse más de ellos en sus explicaciones.</p> <p>Estas imágenes ilustran y explican de forma interactiva y motivante para los niños a través de ejemplificación desde su mismo contexto. Las imágenes interactivas permiten de manera interactiva formular preguntas y cuestiona sobre ciertas funciones de los alimentos que habitualmente consumen, al mismo tiempo explica su clasificación. Posteriormente, se pretende realizar experimentación con los alimentos que comúnmente traen en sus loncheras apoyado por un hipertexto. Esto le permita al estudiante interactuar con experiencias y a la vez hacer uso de capacidades sociolingüísticas como la descripción y la argumentación, al predecir, observar y experimentar. Con esta actividad se busca que los niños en sus textos al escribir respondan a situaciones o problemas reales y de esta manera los estudiantes pueden dar cuenta de la importancia de escribir un texto claro y coherente. Los estudiantes sabrán que sus escritos deben ser claros para cualquier lector y entenderán la necesidad de expresar cada vez mejor sus ideas.</p> <p>Se emplean videos y animaciones para comprender fenómenos como la digestión, respiración, circulación, excreción y funcionamiento celular para explicar fenómenos que al ser visualizados por los estudiantes mediante una herramienta digital les permite hacer una lectura de lo que está observando y de esta manera puede hacer descripciones de lo que comprende o de lo que se le cuestiona mediante el análisis progresivo de tales herramientas digitales.</p>
--	--

<p><b>10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso)</b></p>	<p>A continuación, se mencionan los procedimientos de enseñanza en los que se fundamentan las actividades diseñadas para el abordaje de cada una de las sub-ideas:</p> <p>Con respecto al modelo de enseñanza, se tomó el modelo conocido como <i>Ciclo de aprendizaje</i>, para permitir mejorar la comprensión curricular de las ciencias logrando mayores resultados de aprendizaje y comprensión de los conceptos al introducir estos después de experiencias prácticas. Mediante actividades prácticas, interactivas y con enriquecidas por las nuevas tecnologías, se potencializa el debate orientado por objetivos de enseñanza logrando que los estudiantes participen en el explicitación de sus concepciones alternativas y la discusión de nuevas ideas científicas. Lo anterior no solo le permitirá una mayor comprensión de lo que va a aprender, sino que además se aporta al desarrollo de las competencias científicas y lingüísticas y se hace uso en el discurso, la retórica y en la comunicación de sus ideas.</p> <p>Por tanto, se considera emplear las tres fases del ciclo de aprendizaje conceptualizadas por Karplus (1967), así: (1) Exploración, actividad que le admite al profesor/diseñador activar las ideas alternativas de los estudiantes y de esta manera lograr que ellos tomen conciencia de su aprendizaje; (2) introducción, reconoce la construcción de conocimiento a través de la exploración de sus ideas y la interacción del actividades de comprensión; y, (3) aplicación, que permite que los estudiantes empleen sus ideas de ciencia previamente construidas para resolver o enfrentarse a problemas o situaciones en diferentes contextos. De esta manera, el ciclo de aprendizaje permite dar mayor sentido a los nuevos conceptos e ideas científicas, ya que mejora la capacidad de razonamiento del estudiante, promueve el debate y la discusión. Lo anterior contribuye a que los estudiantes aprecien y valoren los múltiples conceptos científicos cuando ellos evalúan lo que han comprendido, logrando alcanzar las metas de enseñanza y los resultados de aprendizaje que se plantearon desde el diseño.</p>		
	<p>Exploración: Se busca extraer hipótesis a través de la oralidad y la escritura. Se da una cartilla a través de resolución de preguntas para que puedan estructurar sus resultados en un texto escrito y finalmente se</p>	<p>Exploración: Se organizan en grupos de discusión donde se utiliza la técnica de formular preguntas abiertas con sentido que generen la comprensión de lo que observan</p>	<p>Exploración: Los estudiantes comparten ideas sobre sus conocimientos previos sobre la estructura y función de la célula y las comparan después de la visualización del video sobre la célula animal. Se les</p>

	<p>discuten entre el grupo los resultados. Se registra la experiencia y los textos producidos en esta cartilla, lo anterior con el objetivo de realizar una comparación futura de sus escritos y la expresión de sus ideas que le ayuden a comprender la importancia de expresarse de forma oral y escrita con un lenguaje más científico y menos cotidiano. Se les dará la posibilidad de registrar sus ideas mediante dibujos, esquemas o texto con el fin de que se sientan cómodos al momento de expresar su conocimiento sobre el tema.</p> <p>Introducción: Mediante la práctica de experiencias cotidianas y la lectura del hipertexto se aplica la técnica de dar instrucciones que permiten desarrollar eficientemente el conjunto de procedimientos y habilidades necesarias para alcanzar la apropiación conceptual de los conceptos del currículo de las ciencias (Candela, 2016). Las instrucciones son breves, claras, y con sentido lógico y sin ambigüedades, de tal manera que al estudiante le sea fácil, evitando acudir al desarrollo de pasos de manera</p>	<p>en las imágenes interactivas, hipertextos, animaciones y videos al momento de interactuar con ellas. El profesor dirige las preguntas sobre los procesos de transformación de los alimentos y el intercambio gaseoso de forma previa, durante y al final de las herramientas digitales sin extenderse para evitar que se pierda el hilo conductor del discurso. Aquí se conserva la intervención grupal de equipos de tres personas y se discuten entre equipos la lectura que realizaron de estas herramientas digitales.</p> <p>Introducción: A través de la interacción de una animación que logra dar una primera integración de algunos sistemas corporales, se solicita que el estudiante realice una lectura descriptiva y pueda relatar y representar lo que sucede. Igualmente se apoya con la visualización y comprensión de otros videos que le permita ampliar sus</p>	<p>realiza preguntas de interpretación sobre los niveles de organización celular y Al concluir las preguntas, organizan sus equipos para participar en una mesa redonda y debatir algunas impresiones sobre tales sus respuestas.</p> <p>Introducción: Se organizan en grupos de discusión donde se utiliza la técnica de formular preguntas abiertas con sentido que generen la comprensión de lo que observan en las imágenes interactivas, hipertextos, animaciones y videos al momento de interactuar con ellas. El profesor dirige las preguntas sobre el funcionamiento celular de forma previa, durante y al final de las herramientas digitales sin extenderse para evitar que se pierda el hilo conductor del discurso. Aquí se conserva la intervención grupal de equipos de tres personas y se discuten entre equipos la lectura que realizaron de estas herramientas digitales. Luego, para la comprensión del proceso de la excreción, las siguientes herramientas digitales permiten vincular este proceso con el funcionamiento celular, asociando este proceso de excreción de</p>
--	--	---	--

	<p>mecánica, sino que encuentren sentido del por qué y para qué el planteamiento de cada instrucción.</p> <p>Se aplica la estrategia de enseñanza POE (Predecir, observar y explicar) que promueven el desarrollo de habilidades de pensamiento concreto necesarias para aprender ciencia.</p> <p>Aplicación: Para el desarrollo de las actividades de esta sub-idea, se continúa organizando el grupo de trabajo en equipos de tres personas, con el propósito que se realice discusión de ideas sobre los grupos de alimentos. Se responden dificultades en la comprensión de la imagen interactiva realizando preguntas que generen curiosidad y dudas. Se pide a cada grupo que construya un texto coherente que clarifique las diferencias entre los conceptos estudiados, se organizan los grupos de trabajo para encontrar puestas en común sobre los textos elaborados. El profesor/diseñador sirve como mediador para llegar a consensos y orientar la discusión sobre las diferencias y similitudes entre los equipos. Posteriormente, con los mismos equipos, se</p>	<p>descripciones. Esta actividad muestra cómo, a medida que se van describiendo las ideas de los estudiantes, estos van tomando consciencia sobre lo que están construyendo. No es necesario direccionar a la producción del conocimiento científico, ya que no resulta ser relevante para ellos mismos. Es necesario establecer interrelaciones entre lo que es significativo frente a las necesidades de aprendizaje del estudiante y entre las metas de aprendizaje propuestas por el profesor/diseñador.</p> <p>Aplicación: Mediante la lectura de una situación cotidiana “La carrera” se aplica la técnica de dar instrucciones que permiten desarrollar eficientemente el conjunto de procedimientos y habilidades necesarias para alcanzar la apropiación de los conceptos del currículo de las ciencias (Candela y Espinosa, 2017). Las instrucciones son breves, claras, y con</p>	<p>sustancias de desecho a la nutrición humana como agente importante en el proceso de la nutrición humana.</p> <p>Los estudiantes enriquecerán sus conocimientos mediante la socialización de los textos y el diagrama producido con un vocabulario científico. Podrán sustentar a través del uso de sus capacidades sociolingüísticas al describir, argumentar y explicar tal esquema conceptual.</p> <p>Aplicación: Podrán analizar la animación sobre el proceso de la nutrición en el ser humano y responder a las preguntas de interpretación. Esta animación no solo logrará integrar los sistemas corporales sino también logrará asociar lo que los estudiantes han explorado y estudiado en su progreso de aprendizaje.</p> <p>Finalmente, discutirán sobre sus experiencias de comprensión a través del conjunto de estas actividades, respondiendo a ¿cuáles fueron las ventajas de estudiar el proceso de la nutrición humana integrando los sistemas corporales que se necesitan</p>
--	---	--	--

	<p>analiza la clasificación y función de los alimentos comparando con la clasificación y función de los nutrientes. Para ello, el estudiante explora los nutrientes de los alimentos y aplica lo aprendido extendiendo el ejercicio con los alimentos del resto de la nevera o con los que usualmente usa en su lonchera.</p>	<p>sentido lógico y sin ambigüedades, de tal manera que al estudiante le sea fácil, evitando acudir al desarrollo de pasos de manera mecánica, sino que encuentren sentido del por qué y para qué el planteamiento de cada instrucción.</p> <p>Se aplica la estrategia de enseñanza POE (Predecir, observar y explicar) que promueven el desarrollo de habilidades de pensamiento concreto necesarias para aprender ciencia.</p>	<p>para el estudio de tal proceso? Desarrollarán un párrafo corto que tenga una idea principal, argumentado por otras ideas secundarias. El párrafo debe tener coherencia y cohesión por sí mismo. Es decir, debe ser claro y consistente a la hora de leerlo sin que el estudiante este presente. Acompañará su párrafo de un dibujo para aclarar ideas. Los estudiantes discuten sus ideas y podrán evaluar lo aprendido y vivenciar tal integración de sistemas para comprender el proceso de la nutrición humana.</p>
<p><b>11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las herramientas digitales emplea con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones</b></p>	<p><b>LOS ALIMENTOS SON FUENTES DE NUTRIENTES PARA EL ORGANISMO.</b></p> <p><b>Fase de exploración:</b></p> <p>Actividad 1.1 Clasificación de los alimentos según su función.</p> <p><b>Fase de introducción:</b></p>	<p><b>OBTENCIÓN Y TRANSPORTE DE NUTRIENTES.</b></p> <p><b>Fase de exploración:</b></p> <p>Actividad 2.1 Obtención de nutrientes.</p> <p><b>Fase de introducción:</b></p>	<p><b>NUTRICIÓN CELULAR.</b></p> <p><b>Fase de exploración:</b></p> <p>Actividad 3.1 Las células de los seres humanos.</p> <p><b>Fase de introducción:</b></p> <p>Actividad 3.2 Nutrición celular.</p>

<p><b>alternativas sobre la idea bajo consideración?</b></p>	<p>Actividad 1.2 Una experiencia con nuestra lonchera.</p> <p><b>Fase de aplicación:</b></p> <p>Actividad 1.3 Diferencias entre los conceptos alimento-nutriente.</p>	<p>Actividad 2.2 Transporte de nutrientes: Relación entre el sistema digestivo, el sistema respiratorio y el sistema circulatorio.</p> <p><b>Fase de aplicación:</b></p> <p>Actividad 2.3 La carrera.</p>	<p><b>Fase de aplicación:</b></p> <p>Actividad 3.3 El proceso de la nutrición humana.</p>
<p><b>12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?</b></p>	<p>La evaluación es continua y formativa para que se vaya construyendo, de manera significativa, el conjunto de conocimientos en relación a las sub-ideas abordadas en la clase. Además, este tipo de evaluación, permite generar un proceso de monitoreo por parte de los integrantes de aula de clases, de tal manera que se conozca y evalúe el nivel de comprensión y confusión sobre las ideas abordadas. Todo esto, con el fin de facilitar la mutua retroalimentación a partir de la confrontación de ideas entre pares y el docente.</p> <p>Los estudiantes enriquecerán tal diagrama con un vocabulario científico y podrán sustentarlo a través del uso de sus capacidades sociolingüísticas al describir, argumentar y explicar tal esquema conceptual con ideas claras, coherentes y concretas aplicadas al contexto. Para evaluar lo aprendido se reunirán por grupos de tres personas, las mismas que se reunieron para construir el diagrama o esquema mental. La evaluación se hace a través de la sustentación del diagrama a estudiantes de otro grado 5to o del mismo grado. La finalidad es que la construcción de ese diagrama y su sustentación permita a los demás estudiantes aclarar que es necesario estudiar de forma integral los sistemas corporales para comprender el proceso de la nutrición humana.</p> <p>Por otra parte, en la culminación de cada sub-idea se llega a un producto, el cual debe responder a criterios específicos de evaluación determinados como <i>Evidencia</i> en los referentes curriculares, tales como:</p> <p><b>Evidencia de los Derechos Básicos de Aprendizaje:</b></p>		

<p><b>DBA 4</b> Comprende que en los seres humanos (y en muchos otros animales) la nutrición involucra el funcionamiento integrado de un conjunto de sistemas de órganos: digestivo, respiratorio y circulatorio (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 20).</p> <p><b>Evidencia de la Matriz de Referencia</b></p> <p>De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2016):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica el camino que siguen los alimentos en el organismo y los cambios que sufren durante el proceso de digestión desde que son ingeridos hasta que los nutrientes llegan a las células.</li> <li>• Relaciona las características de los órganos del sistema digestivo (tipos de dientes, características de intestinos y estómagos) de diferentes organismos con los tipos de alimento que consumen.</li> <li>• Explica por qué cuando se hace ejercicio físico aumentan tanto la frecuencia cardíaca como la respiratoria y vincula la explicación con los procesos de obtención de energía de las células.</li> <li>• Explica el intercambio gaseoso que ocurre en los alvéolos pulmonares, entre la sangre y el aire, y lo relaciona con los procesos de obtención de energía de las células. ( p. 20)</li> </ul>		
<p>Al finalizar las preguntas, se organiza el grupo de trabajo en semicírculo, y se declaran las ideas en común y se discuten las ideas contrarias entre los equipos de trabajo. El profesor/diseñador orienta una conclusión sobre el uso de los conceptos estudiados (alimento-nutriente, alimentación-nutrición) y se vuelven a</p>	<p>Los estudiantes se reunirán en grupo de 3 personas y construirán un diagrama a través de dibujos, conceptos e ideas donde relacione los sistemas corporales al estudiar los procesos de digestión, respiración y circulación. Se reúnen entre todos los equipos inicialmente formados para dar conocer sus respuestas con sus compañeros. A partir de estas conclusiones, tratan de relacionar lo estudiado sobre la importancia de la nutrición en el ser humano y el resto</p>	<p>Los estudiantes responden a preguntas que genera el profesor con el fin de generar inquietudes y que puedan encontrar sentido al momento del profesor explicar la relación entre los sistemas digestivos, respiratorio y circulatorio comprendiendo que el fin último del proceso de la nutrición es la obtención de energía en las células del cuerpo a través de la absorción de nutrientes. Este</p>

	<p>revisar los textos inicialmente escritos para mejorar su redacción, enriquecer el vocabulario y encontrar un sentido y coherencia entre las ideas escritas. Los estudiantes evaluarán su producción escrita y oral en su evolución para presentar, describir y argumentar sus ideas, a través de la socialización de cada actividad.</p> <p>En el desarrollo de esta sub-idea se evaluará la progresión en la conceptualización del proceso de la nutrición, por lo que el estudiante deberá tener clara la diferencia entre nutriente-alimento y nutrición-alimentación. De esta manera, el estudiante dará razón de la importancia que tiene el cuerpo humano de cumplir la función de nutrición al utilizar sus saberes adquiridos sobre la función de los alimentos y los nutrientes en nuestro cuerpo.</p>	<p>de los seres vivos. Para ello, identifican los beneficios de consumir de manera proporcionada los alimentos constructores, reguladores y energéticos. Esta actividad de socialización le permite integrar y evaluar los objetivos de la primera y segunda sub-idea.</p> <p>De igual manera, los estudiantes van evaluando su producción escrita siendo enfáticos en el avance de su vocabulario y en la expresión de sus ideas un poco más científicas.</p>	<p>fenómeno, la energía puede ser introducido posteriormente relacionándolo con la capacidad de realizar una actividad física como resultado del proceso de la nutrición humana.</p> <p>En este momento los estudiantes expondrán sus argumentos escritos en el párrafo solicitado que describe ¿cuáles fueron las ventajas de estudiar el proceso de la nutrición humana integrando los sistemas corporales que se necesitan para el estudio de tal proceso? Los estudiantes discuten sus ideas y podrán evaluar lo aprendido y vivenciar tal integración de sistemas para comprender el proceso de la nutrición humana. Analizarán el progreso de su comprensión y su producción final oral y escrita al sustentar frente al curso sus ideas y argumentos.</p>
--	--	--	--

	<p>Es necesario que a través de la producción escrita en el desarrollo de las actividades el estudiante logre desarrollar textos que tengan una idea principal argumentado por ideas secundarias, que tengan coherencia y cohesión por sí mismo, que logre acompañar sus escritos a través de dibujos o esquemas para responder a diferencias entre alimento y nutriente, describir el proceso de la digestión, respiración y circulación al integrar los sistemas corporales y al argumentar cómo ocurre el proceso de la nutrición humana.</p>
--	--

Fuente: Adaptado y ajustado de Candela desde (Loughran et al., 2006).

## 7.2 Materialización de la teoría de dominio específico

A partir de la traducción de las anteriores teorías de dominio específico se elabora un material de enseñanza en formato digital, el cual es apoyado por un conjunto de materiales que son apoyo en el momento de la implementación y evaluación en cualquier ambiente de aprendizaje. Este material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana está configurado por una interfaz o plataforma digital, una cartilla del estudiante, el material del profesor y las teorías de dominio específico documentadas por medio de la CoRe. A continuación, se describirá las funciones de cada uno de estos materiales en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de la nutrición humana.

La interfaz o plataforma digital, además de comprender las ideas de diseño de acuerdo a los objetivos de esta investigación, contiene diferentes herramientas digitales de naturaleza cognitiva que al momento del estudiante interactuar con ellas mediante una lectura analítica y como recurso para desarrollar las actividades, pueden potencializar su comprensión en el proceso de aprendizaje (Candela, 2016). Dentro de estas herramientas digitales que asisten a los estudiantes en el aprendizaje por comprensión conceptual e integrada se emplearon: los videos, animaciones, imágenes interactivas e hipertextos.

Para la materialización de estas actividades de aprendizaje en un formato digital se empleó el programa Adobe Flash. Esta decisión se toma porque a partir de Adobe Flash pueden emplearse comandos que direccionan a unas herramientas digitales sin necesidad de conexión a internet. Además, es un recurso digital que permite representar los contenidos de manera más concreta, agregar animaciones y videos a plataformas educativas, utilizar algoritmos para representar gráficos e imágenes interactivas, y generar transiciones más fluidas entre una animación a otra con una buena calidad de imagen. Por ejemplo, a la hora de visualizar la secuencia de procesos fisiológicos en el cuerpo humano relacionados con la nutrición.

Frente a esta materialización en formato digital puede apreciarse: a) una interfaz digital o plataforma de Adobe Flash, b) la presentación de dos materiales de apoyo para el estudiante y el profesor que facilitan el desarrollo de las actividades en la plataforma digital (se puede trabajar en

línea y fuera de línea), y c) el acceso a la CoRe como un instrumento al que puede acercarse el profesor para entender la toma de decisiones curriculares e instruccionales aplicadas en el material de enseñanza. Por tanto, la estructura que conforma a este material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana permite diferenciarlo de otros materiales, dado que al contener el anterior conjunto de recursos le permite ser un material potencial al momento de cumplir sus objetivos de su diseño.

En cuanto al diseño de la cartilla del estudiante y el material de apoyo para el profesor, para su diseño se empleó el programa Adobe Indesign. Este programa facilitó la elaboración de la cartilla para proporcionarle al estudiante visualización a la mano de las actividades descritas en el material digital para su desarrollo de forma más práctica y dinámica. Por otra parte, la CoRe, otro material de apoyo descargable desde la plataforma, le permite al profesor reconocer y analizar la teoría de dominio específico que soporta el diseño de este material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana.

Por todo lo anterior, el diseño de este material de enseñanza potenciado por herramientas digitales representa tanto el conocimiento contextual sobre el estudiante como los principales elementos del conocimiento pedagógico general que influencia las estrategias metodológicas de enseñanza. Dicha intención de diseño estuvo mediada por aspectos como: la naturaleza del contenido, metas de aprendizaje y la disponibilidad de recursos de software y hardware, y que a su vez permitieron el desarrollo de actividades de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales y no digitales con el objetivo de brindar apoyo al estudiante en la superación de sus dificultades e ideas alternativas sobre el proceso de la nutrición humana.

Para la materialización de la teoría de dominio específico generado referente al proceso de la nutrición humana en el grado quinto, se utilizó un ejecutable que contiene los archivos y herramientas digitales que permiten representar el proceso de la nutrición humana. Para descargar la versión del reproductor Flash y descomprimir la carpeta que contiene el material de enseñanza es necesario tener un navegador actualizado compatible con la versión más reciente de Google drive o Dropbox, y además se debe contar con Winrar. El enlace de descarga está dado por Google drive en la dirección:

<https://drive.google.com/open?id=1EpC2kkgBw1Zps7jnKRrkqQ7PITqkd93J>



Figura 3. Interfaz del material de enseñanza en formato digital. Fuente: Elaboración propia.

Una vez descargado el material se puede ingresar a un conjunto de actividades que aborda las tres sub-ideas: Los alimentos son fuentes de nutrientes para el organismo, Obtención y transporte de nutrientes, y La nutrición celular. Al explorar cada una podrá acceder a diferentes recursos multimedia para cumplir con las metas de aprendizaje planteadas en el diseño. Además, en este material se aprecian unos enlaces donde, tanto el estudiante como el profesor, pueden descargar el material de apoyo necesario para el desarrollo y la orientación en el progreso de las actividades.



Figura 4. Materiales descargables: Cartilla del estudiante, Material de apoyo del maestro y la Representación del Contenido (CoRe). Fuente:Elaboración propia.

Al iniciar la exploración de la plataforma se presentan las sub-ideas que se realizarán, Alimentos y nutrientes, Transporte de sustancias y nutrición celular; estas deben desarrollarse de manera secuencial para lograr una comprensión gradual a través de los ciclos de aprendizaje presentados en cada sub-idea. De esta manera, se interioricen sucesivamente las diferentes ideas que configuran de manera coherente el proceso de la nutrición humana y que están alineadas con las metas de aprendizaje que alcanzarán los estudiantes mediante un aprendizaje progresivo.



Figura 5. Actividades que desarrollan las sub-ideas. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la cartilla del estudiante, es un material complementario que sirve para responder las preguntas y realizar las actividades planteadas en el material de enseñanza sobre el proceso de la nutrición humana, el cual está alineado con los referentes curriculares del Estado Colombiano (Estándares de Competencia, Derechos Básicos de Aprendizaje, y Matriz de Referencia). Como material complementario, la cartilla cuenta con anotaciones sobre los puntos evaluables a lo largo de la unidad, lo cual sirve como guía para cumplir todos los requerimientos que garantizan la progresión del proceso de aprendizaje.

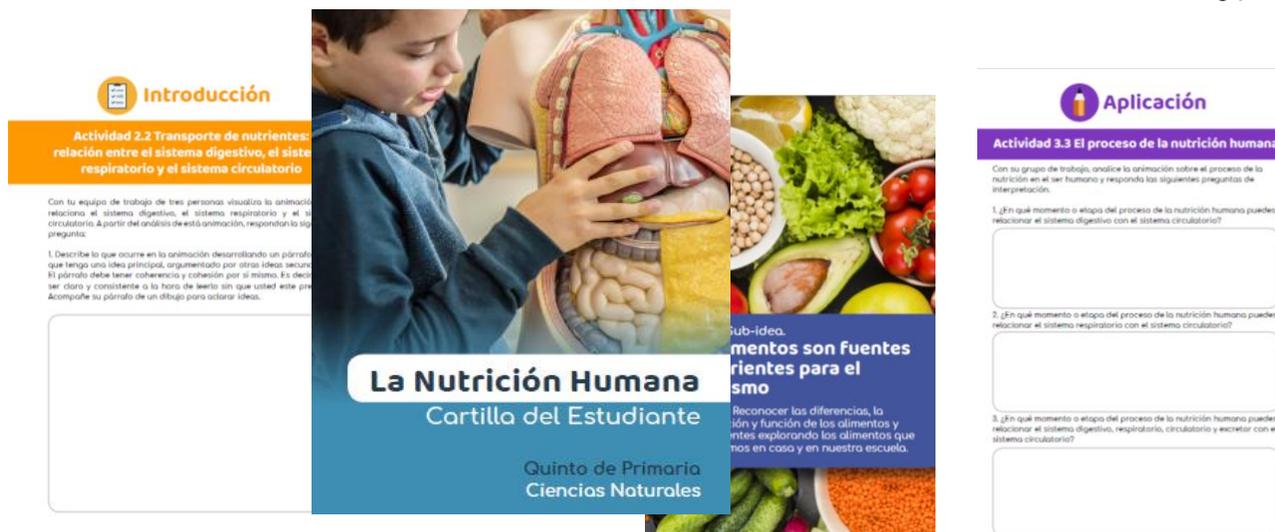


Figura 6. Cartilla del estudiante. Fuente:Elaboración propia.

En cuanto al material del profesor, este contiene los referentes curriculares, tales como: los Estándares Básicos de Competencias, los Derechos Básicos de Aprendizaje y la Matriz de Referencia. Además, se sustenta la necesidad de profundizar en contenidos fundamentales previos, tales como las funciones vitales de los seres vivos, los niveles de organización celular, la función y clasificación celular, entre otros; y contenidos posteriores como transporte celular, energía, procesos metabólicos, estructura química de los nutrientes, entre otros; los cuales deben ser considerados en el momento de implementar este material de enseñanza.

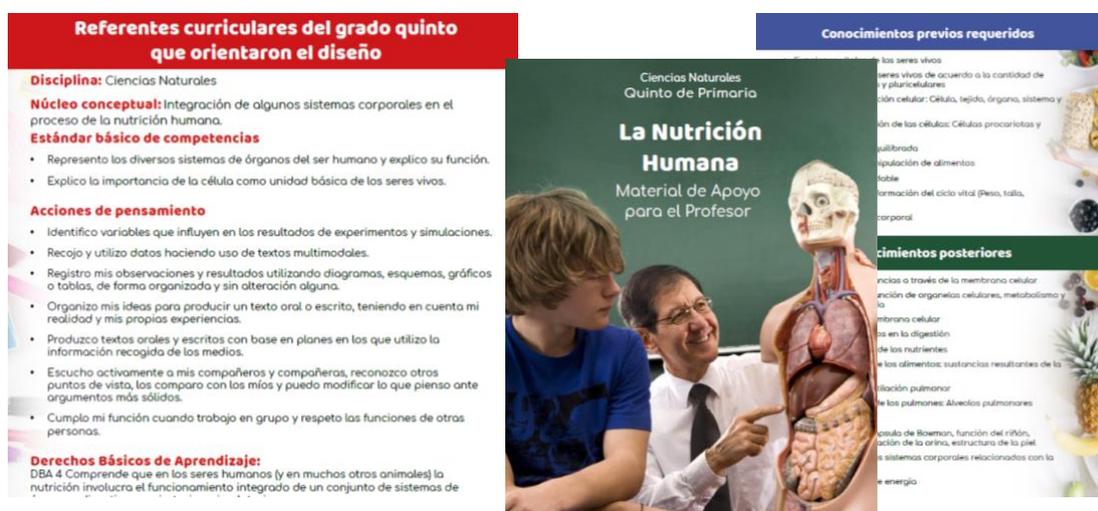


Figura 7. Material de apoyo para el profesor. Referentes curriculares, conocimientos previos y posteriores. Fuente: Elaboración propia.

El material del profesor también cuenta con orientaciones generales que incluyen los propósitos de aprendizaje, así como la descripción del objetivo y el desarrollo de cada una de las actividades en el ciclo de aprendizaje para cada sub-idea. Así mismo, se indican los recursos o herramientas digitales necesarias para la implementación de cada actividad. Junto con la CoRe, este material del profesor sirve de soporte y orientación en la aplicación de la interfaz o plataforma digital para la enseñanza del proceso de la nutrición humana.

Orientaciones generales		Fases del ciclo de Aprendizaje	Desarrollo de Actividades	Recursos Disponibles
Sub-ideas del contenido específico	<b>Nutrición Humana</b>	<b>ACTIVIDAD 2.3 La carrera</b>  Se presenta un texto "La carrera" sobre una situación en contexto donde se realizan preguntas donde el estudiante relaciona los conocimientos adquiridos en las anteriores actividades al igual que sus experiencias propias.  El profesor dispone el grupo de trabajo en equipos de tres personas. Se contestan las preguntas relacionan los procesos de digestión, respiración y circulación de las anteriores actividades, por ello se indica que si se considera necesario pueden volver a explorarlas. Al concluir las preguntas se hace una mesa redonda en la que se discuten algunas impresiones respecto a lo observado a partir de descripciones y explicaciones causales dadas por		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los alimentos son fuentes de nutrientes para el organismo.</li> <li>Los procesos de digestión, respiración y circulación permiten la transformación, obtención y transporte de sustancias que serán transportados hacia las células del cuerpo humano.</li> <li>Estudiar la interacción de los sistemas digestivo, respiratorio, etc. permite comprender de sustancias que ingresan</li> </ol>			
Propósitos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se intenta potencializar competencias lingüísticas es decir, que fortalezcan escritora y de expresión general es promover el y la comunicación escrita de las ciencias. De manera que desarrolle facultades de comunicación en ciencia de la cotidianidad que a requisito de la alfabetización toma de decisiones.</li> <li>Que el estudiante reconozca la clasificación y función de los nutrientes explorando consumimos en casa y en</li> <li>Que el estudiante explique</li> </ul>	<b>Primera Sub-idea.</b> <b>Los alimentos son fuentes de nutrientes para el organismo</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivo: Reconocer las diferencias, la clasificación y función de los alimentos y los nutrientes explorando los alimentos que consumimos en casa y en nuestra escuela.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipertexto con exploración de hipervínculos</li> <li>Material del estudiante</li> </ul>	

Figura 8. Material de apoyo para el profesor. Orientaciones generales y desarrollo de actividades para los ciclos de aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, al momento de implementar las actividades planteadas en el material de enseñanza, se precisa la importancia de contar con criterio y autonomía para reconocer que el contenido tiene relación con problemas y situaciones del contexto que pueden ser relevantes en la formación del estudiante. De este modo, el material puede ser complementado por el estudio del entorno cotidiano, introduciendo a los estudiantes en el uso del conocimiento científico para comprender su realidad inmediata.

## 8. Conclusiones

A continuación, se describen las conclusiones generadas al término de este trabajo de investigación centrado en el diseño de un material de enseñanza con coherencia curricular sobre el proceso de la nutrición humana. Estas conclusiones son determinadas al considerar el problema, los objetivos y la metodología de investigación que permitieron el conjunto de resultados finales, destacando la construcción de las teorías de dominio específico y la aplicación de estas teorías en el diseño de un material de enseñanza que contienen la secuenciación de actividades de aprendizaje. Así mismo, se presentan las reflexiones que nacen de este estudio, como también las propuestas futuras que derivan de esta investigación.

Inicialmente, para la construcción del marco conceptual de esta investigación se hizo necesario reflexionar sobre las dificultades de enseñanza referentes a la falta de coherencia intracurricular en algunas propuestas educativas, y sobre las necesidades de aprendizaje del proceso de la nutrición humana. Por tanto, fue preciso desarrollar una sustentación teórica alineada a los principios de diseño, las teorías de aprendizaje y la pedagogía general para realizar un ejercicio reflexivo entre las decisiones que han sido tomadas en ambientes de aprendizaje y las recomendaciones que fueron hechas por investigadores en el campo educativo. Así mismo, fue necesario considerar las propuestas educativas sobre el proceso de la nutrición humana que se han detallado por algunos autores para superar dificultades como las descritas en el planteamiento del problema de esta investigación. De esta manera, se resaltan los esfuerzos para dar solución a este problema de investigación en la medida que brindan al diseñador las pautas para la toma de decisiones curriculares en el diseño de ambientes de aprendizaje en un contexto escolar.

Además, es posible que la falta de coherencia curricular que muestran algunas estrategias propuestas en la enseñanza de las ciencias, pueden obedecer a que en el momento en que fueron

diseñados no estuvieron informados por las teorías de aprendizaje, la pedagogía general, las teorías de diseño, el currículo y la literatura de educación en ciencias. En este sentido, desde una perspectiva general la ciencia del diseño educativo y aún más particular en el campo de la educación en ciencias, se considera que el proceso del diseño y desarrollo de materiales instruccionales deben estar instruidos tanto por las teorías de naturaleza general como las específicas, derivados de la investigación en la educación en ciencias. A partir de lo anterior, es oportuno destacar los estudios de diseño como metodología de investigación que permitió vincular formas particulares de ingeniería del aprendizaje y estudios sistemáticos de dicho aprendizaje dentro de un contexto específico, logrando disminuir la ruptura entre las teorías de enseñanza y la práctica del diseño.

Bajo los anteriores presupuestos, los Estudios de Diseño permitieron solucionar la falta de coherencia intracurricular en las prácticas educativas a través de la formulación de las teorías de dominio específico. Es por ello que, al culminar este trabajo de investigación se resalta la importancia de contar con aquellos elementos que configuran el proceso de enseñanza-aprendizaje en las prácticas educativas. Además, las teorías de dominio específico permitieron interpretar y explicar la ecología del aprendizaje, a fin de constituir múltiples elementos, a saber: instrucciones o preguntas que se les pide a los estudiantes resolver, estructuras de gestión y administración del aula; herramientas y materiales de enseñanza; actividades debidamente seleccionadas y secuenciadas de acuerdo a las necesidades de aprendizaje y el nivel cognitivo; estrategias de enseñanza; formas específicas de evaluación; y modelos prácticos que le permiten al profesor/diseñador gestionar la relación entre estos elementos. Finalmente, es por lo anterior que, al incluir los estudios de diseño como marco de referencia de investigación, se evidencia una innovación educativa que al funcionar en la práctica se adapta fácilmente a las diferentes situaciones del contexto educativo.

En este sentido, el diseño educativo resultó ser un ejercicio reflexivo que orientó de manera consciente al profesor/diseñador en el momento de suministrarle un conocimiento sistemático y garantizado sobre una construcción estructurada de las teorías prácticas, a fin de haber ganado más consciencia en la toma de decisiones instruccionales y curriculares hacia prácticas educativas más coherentes. De esta manera, los estudios de diseño resultan ser rotulados como un paradigma

emergente para la indagación del aprendizaje en contexto, a través del estudio sistemático de las estrategias y las herramientas de enseñanza. Además, al diseñar una unidad de instrucción de un contenido específico se conecta el pensamiento y el lenguaje como instrumentos que asisten al estudiante en la comprensión conceptual.

En cuanto a los referentes curriculares considerados para el desarrollo de esta propuesta, en esta investigación se destaca un análisis exigente y articulado entre los Estándares Básicos de Competencias, los Derechos Básicos de Aprendizaje y la Matriz de Referencia. Este análisis permitió dar claridad frente a los objetivos de cada uno de ellos en el diseño, a saber: los EBC, brindaron los criterios claros que permitieron conocer las competencias que son referentes a la capacidad de saber y saber hacer sobre los procesos biológicos; los DBA, condicionaron el conjunto de aprendizajes estructurantes construidos por los estudiantes a través de las interacciones entre sus experiencias frente a la nutrición y los ambientes pedagógicos con su contexto escolar; y la matriz de referencia, que logró establecer con precisión los aprendizajes que aproximan al conocimiento científico y que se espera que los estudiantes adquieran al culminar el grado quinto. En este sentido, por una parte, los EBC y los DBA permitieron estructurar las metas de aprendizaje, las estrategias y modelos de enseñanza, y la secuenciación de actividades en el diseño; y, también, se lograron articular los DBA y la Matriz de referencia para orientar la evaluación formativa del proceso de aprendizaje.

En cuanto al producto del diseño, este material de enseñanza TIC desde un argumento pedagógico ha sido elaborado a partir de las teorías de dominio específico que reposan en el instrumento metodológico de la Representación del contenido y que contribuyen a mejorar la enseñanza y aprendizaje sobre el proceso de la nutrición humana para el grado quinto de primaria. Lo anterior, puede sustentarse a partir de las siguientes consideraciones:

En primer lugar, resaltar lo significativo que resulta la integración de los sistemas corporales, lo cual es evidente en la secuenciación de actividades. Tal integración no solo se percibe al describir los fenómenos relacionados con la nutrición humana en el ciclo del aprendizaje, también los estudiantes lo harían evidente al recurrir a la comprensión integral de los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor para poder realizar sus descripciones, diagramas o esquemas

y así, expresar sus ideas y describir los fenómenos que constituyen el proceso de la nutrición. Esto les permite a su vez, tanto a los estudiantes como al profesor reconocer la importancia de estudiar el proceso de la nutrición humana a partir de la interacción los sistemas corporales que lo comprenden, y de esta manera superar la fragmentación de saberes que se evidenciaba dentro de las dificultades para la enseñanza y el aprendizaje de este contenido específico.

En segundo lugar, este estudio coloca atención en asistir a los estudiantes en la comprensión de modelos teóricos sin descuidar el desarrollo de las competencias lingüísticas. Así pues, en esta investigación se requirió potenciar las habilidades lectoras, escritora y orales que constituyen un aspecto clave en el aprendizaje al momento de expresión de ideas y pensamientos por parte de los estudiantes para comprender o describir un fenómeno. A partir de ello, la investigación en la enseñanza de las ciencias ha descrito como una de las metas curriculares en el campo de las ciencias naturales promover la alfabetización científica como resultado derivado de realizar actividades propias de la ciencia.

Estas habilidades lingüísticas son potenciadas también al promover una lectura analítica y reflexiva de hipertextos, imágenes interactivas, animaciones o videos. Lo anterior, se realizó con la intención de destacar la importancia de las imágenes que acompañan a un texto escrito y que el estudiante pueda reconocer de qué manera estas apoyan o forman parte de la intención del texto. Igualmente, cuando se realiza una lectura de las imágenes interactivas, animaciones o videos, se emplean preguntas que le permiten al estudiante reflexionar, opinar o describir lo que observan mediante un texto escrito. De esta manera, se enriquece no solo su vocabulario científico, también se potencializan sus habilidades lectoras y escritas al ser más consciente del valor que poseen los recursos multimedia para poder describir, estudiar un fenómeno y ampliar aún más la comprensión en su aprendizaje.

En tercer lugar, se acentúa lo relevante que resultan los aportes de la pedagogía y la tecnología digital en el conocimiento del profesor, derivado al realizar el diseño de materiales de enseñanza coherentes. Por ejemplo, el reconocer el valor de la CoRe para favorecer y alinearse al diseño educativo desde toda su complejidad como instrumento metodológico que conceptualiza y articula el CPC del profesor/diseñador, tanto desde la planeación como durante la enseñanza las ideas

centrales del proceso de la nutrición humana. Por tanto, el uso reflexivo del instrumento de la CoRe por parte de un profesor dentro de un programa de educación específico a una disciplina, tiene el potencial de apoyarlo en el momento de iniciar como al ampliar su conocimiento pedagógico del contenido. Es decir, a través del desarrollo de este tipo de investigaciones desde el diseño educativo orientado por instrumentos como la CoRe, el profesor enriquece la interacción entre el contenido y la pedagogía alcanzando la comprensión de cómo determinados fenómenos y problemas se constituyen, representan y se acogen a las necesidades del contexto particular, y, además, se presentan para la enseñanza.

En cuanto al conocimiento tecnológico en este estudio, hace referencia a la comprensión que adquiere el profesor que a la vez es diseñador sobre el uso de las tecnologías, como herramientas cognitivas y de aprendizaje, para mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de quien ha diseñado este material y de quienes van a utilizarlo. Es decir, se promueve y se desarrolla la capacidad para aprender de las nuevas tecnologías con el fin de continuar utilizándolas para representar los contenidos y gestionar la enseñanza. Además, a partir del conocimiento tecnológico pedagógico el profesor/diseñador logra recoger los componentes y capacidades que brindan los recursos digitales, y los ajusta a la naturaleza del contenido y a las metas de aprendizaje para fortalecer sus estrategias pedagógicas.

En cuarto lugar, se destacan los recursos digitales empleados a través de la plataforma o el formato digital para representar, documentar y articular el conocimiento pedagógico del profesor en el instrumento metodológico CoRe. En este caso, se empleó Adobe Flash por ser una tecnología desarrollada para crear textos multimedia, animaciones, imágenes interactivas con movimiento y sonidos, para reproducir videos y generar interfaz atractiva que pueden ser visualizadas sin necesidad de utilizar el internet. Además, se potencializa el uso de tecnologías digitales de orden general (software y hardware) para planear y gestionar el aprendizaje en el aula, y logra ser utilizado de manera sincrónica y asincrónica, ya que es un material sostenible y escalable que puede ser descargado a través de un computador, tablets o smarphone.

Finalmente, dentro del diseño de ambientes de aprendizaje, esta investigación se centró en el diseño de este material de enseñanza para posteriormente ser implementado y evaluado. Es por ello, que esta investigación basada en el diseño brinda la posibilidad de prescribir y refinar el

conjunto de teorías de dominio específico que lo constituyeron en un primer momento, y puede ajustarse o disponerse de acuerdo a nuevas necesidades de enseñanza y aprendizaje que en el momento de la implementación se requieran según el nivel cognitivo y el contexto de los estudiantes. Este estudio se focalizó particularmente en el diseño porque demandó tiempo y un trabajo interdisciplinar ajustado a las metas propuestas, sin embargo, este estudio pretende ser utilizado por otros profesionales para implementarlo en aulas reales o implementarlo en estudios doctorales para su implementación y evaluación.

## 9. Referencias bibliográficas

- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2010). Designing and teaching the elementary science methods course. In *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. <https://doi.org/10.4324/9780203859131>
- Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.3660230205>
- Alzaghibi, M. A. (2010). *Instructional Design : Development , implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi Mohammed Abdullah Alzaghibi Submitted in accordance with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy*.
- Amarillo, A., Gómez, G., Villar, F., Zambrano, S., & Melo, R. M. (2000). *Una mirada desde la homeostasis para comprender la dinamica de la vida*.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2013). La vida en la tierra. In *Biología. La vida en la Tierra*. <https://doi.org/10.1007/s00417-006-0324-4>
- Banet, E. (2001). *Los procesos de la Nutrición Humana*. (Editorial Síntesis (ed.)).
- Banet, E. (2008). Obstáculos y alternativas para que los estudiantes de educación secundaria comprendan los procesos de nutrición humana . Referencias para comprender la nutrición humana : los conocimientos científicos desde una perspectiva educativa. *Alambique*.
- Batista, L., & Gavirira, D. (2017). Desarrollo de competencias ciudadanas en Ciencias Naturales: Una estrategia desde el enfoque CTSA. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bertram, A., & Loughran, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9227-4>
- Brown, A. L. (1990). Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive Science*. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(90\)90028-U](https://doi.org/10.1016/0364-0213(90)90028-U)
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*.

[https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2)

Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2).

Candela, B. (2016). *La ciencia del diseño educativo* (Primera). Universidad del Valle.

Candela, B. (2018). Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*. <https://doi.org/10.14483/23464712.12177>

Candela, B., & Cataño, R. (2019). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9837>

Candela, B., & Espinosa, T. (2017). El lenguaje como una estrategia para el aprendizaje de los temas del currículo de las ciencias. *Revista Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.9num.17bio-grafia73.88>

Candela, B., & Viáfara, R. (2014a). *Aprendiendo a enseñar química: los PaP-eRs como instrumentos para identificar y desarrollar el CPC*. Universidad del Valle.

Candela, B., & Viáfara, R. (2014b). *Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química*. 89–111.

Cannon, W. (1941). *La sabiduría del cuerpo* (E. S. M. 1939. (ed.)).

Capra, F. (1996). La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>

Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In *New Directions in Educational Technology*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2)

Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *Journal of the Learning Sciences*. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2)

Fernández, M. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*.

Fraser, B. J., Tobin, K. G., & McRobbie, C. J. (2012). Second International Handbook of Science Education. In *Second International Handbook of Science Education*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>

Furman, M. (2014). Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. *Fundación Santillana, June*.

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de Las*

*Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 4(1), 30–35.

Gallardo, L., & Torres, G. (2016). Diseño de un material de enseñanza sobre el comportamiento de las sustancias en estado gaseoso. *Universidad Del Valle*.

Guàrdia, L., Sangra, A., Schurm, L., & Williams, P. (2004). *Fundamentos del diseño técnico-pedagógico en e-learning - Conceptualización de materiales multimedia*. 73. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. In Academia Chilena de Ciencias (Ed.), *Association for Science Education*. Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. AL10 9AA Copyright.

Hernández, G., & López, N. (2011). Precedir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educación Química*.

Hume, A., & Berry, A. (2011). Constructing CoRes-a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9168-3>

Johnson, B., & Larry, C. (2003). Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches. In *Educational Research*.

Karplus, R. (1967). *A new look at elementary school science: Science curriculum improvement study*.

Kelly, A. E. (2014). Handbook of Design Research Methods in Education. *Handbook of Design Research Methods in Education*. <https://doi.org/10.4324/9781315759593>

Krippendorff, K. (1980). Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica. In *Education*. <https://doi.org/10.2307/2288384>

Little, J. W. (1993). Teachers' Professional Development in a Climate of Educational Reform. *Educational Evaluation and Policy Analysis*. <https://doi.org/10.3102/01623737015002129>

Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. In *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. <https://doi.org/10.1007/978-94-6091-821-6>

Mayoral, L., González, F., & Naranjo, J. (2016). Homeostasis en la ciencia escolar: análisis del tema y resultados de una propuesta para su trabajo en el aula. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 0(30), 137–149. <https://doi.org/10.7203/dces.30.6319>

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.

Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estandares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Sociales*. 7(Serie Guías), 48. [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf)

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Ciencias Naturales*.

Morin, E., & Pakman, M. (1999). *Introducción al pensamiento complejo*.

- Núñez, F., & Banet, E. (1996). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. *Investigación En La Escuela*. <https://doi.org/10.12795/IE.1996.i28.03>
- Piñero, L. (2016). *Homeostasis: Análisis de contenidos y de imágenes en libros de texto de bachillerato*.
- Reigeluth, C. M. (2016). Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación. *Revista de Educación a Distancia (RED)*. <https://doi.org/10.6018/red/50/1a>
- Rey, J., & Candela, M. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. *Educación y Educadores*.
- Rinaudo, M., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *RED. Revista de Educacion a Distancia*.
- Rosales, M. M. (2014). Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assesment su impacto en la educación actual. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*.
- Roth, K. (1989). Science Education: It's Not Enough to " Do" or" Relate.". *American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers*, 13(4).
- Samter, N. (2012). *El Método de las Comparaciones Constantes. Reflexiones en torno al trabajo social en el campo gerontológico*.
- Sánchez, T., & Fuken, J. (2010). *El concepto homeostasis para la enseñanza del sistema corporal*. Instituto de educación y pedagogía. Universidad del Valle.
- Schmidt, W. H., Wang, H. C., & McKnight, C. C. (2005). Curriculum coherence: An examination of US mathematics and science content standards from an international perspective. *Journal of Curriculum Studies*. <https://doi.org/10.1080/0022027042000294682>
- Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. *Scandinavian Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1080/0031383870310201>
- Shwartz, Y., Weizman, A., Fortus, D., Krajcik, J., & Reiser, B. (2008). Middle School Science Curriculum: Coherence as Design Principle. In *Elementary School Journal*. <https://doi.org/10.1086/590526>
- Urbano, D., & Rivas, F. (2017). Diseño de un material de enseñanza por comprensión del tópico “Transformaciones físicas de las sustancias”. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vasco, C. (2006). Siete retos de la educación colombiana para el período 2006 – 2019. *Pedagogía y Saberes*. <https://doi.org/10.17227/01212494.24pys33.41>
- Yin, R. K. (2003). Case Study Research design and methods. In *Case Study Research: design and methods*.