

## **La Interdisciplinariedad en la Enseñanza de la Física: Abordaje desde la Nanomedicina**

Julian D. Umbarila Benavides

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

1 de marzo, 2021

## **La Interdisciplinariedad en la Enseñanza de la Física: Abordaje desde la Nanomedicina**

Julian D. Umbarila Benavides

Trabajo de investigación como propuesta de grado para optar por el título de: Licenciado en  
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

PhD. Camilo A. Suárez Ballesteros. Director

PhD. Nidia Y. Torres Merchán. Codirectora

### **Notas de director**

Nidia Y. Torres Merchán [CVLAC](#)

Camilo A. Suárez Ballesteros [CVLAC](#)

Nota de aceptación

En constancia firman,

---

---

---

---

Directora del Programa

---

Director de la propuesta

## Dedicatoria

A mi madre Gladys Umbarila, quien siempre ha creído en mí, quien con sus esfuerzos y sacrificios ha sacado adelante una familia, nunca me ha soltado de sus brazos y me ha dado el amor más grande del mundo, es y será el mayor referente de respeto, constancia, humildad, sacrificio, honestidad y perseverancia en mi vida, esto solo pudo ser posible gracias a ella.

A mis hermanas Karen y Nathalia quienes son el motor de mi vida y una de las razones para superarme cada día.

A mi abuelo Campo Elías Umbarila quien dejó en mí los mejores valores y recuerdos, los cuales atesorare por siempre, su sueño fue verme triunfar y desde el cielo me cuida y protege.

A la persona que camino a mi lado durante todo este proceso, quien me brindó su apoyo en todo sentido y con la que compartí los mejores momentos de mi vida, su amor hizo más ameno este recorrido a María Alejandra Díaz Rey.

A toda mi familia especialmente a mis tíos Carlos y Aidé, quienes me apoyaron desde el inicio y han sido un ejemplo de vida.

A Janeth y Miguel Ángel quienes han sido un apoyo incondicional en todo sentido, a ellos mis sinceros agradecimientos, gratitud y admiración.

A todas las personas quienes intentan superarse sin importar su profesión u oficio, a quienes luchan incansablemente todos los días por sacar a sus hijos adelante, a quienes no se rinden ante la adversidad y ven en los problemas oportunidades de cambio, a quienes ven en la educación un maravilloso camino y apuestan por un mejor cambio, a quienes dan lo mejor de sí para hacer las cosas correctamente y desinteresadamente.

Especialmente a quien me dio la lección de vida más valiosa y desde el cielo cuida y guarda mis pasos... Luna.

## Agradecimientos

Al Padre celestial, quien me ha brindado una nueva oportunidad de vida para crecer personalmente, profesionalmente y espiritualmente.

Como decía Mercedes Sosa “Gracias a la vida, que me ha dado tanto”

A mi alma mater la Uptc por acogerme, formarme profesionalmente, darme las mejores experiencias de vida, conocimientos y permitirme conocer nuevas formas de pensar.

A la escuela de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación ambiental y sus docentes por todas las enseñanzas durante este arduo camino.

Especialmente a la Doctora Nidia Torres quien con sus enseñanzas, aprendizajes y consejos ha sido una luz y una guía en este camino, motivándome a superarme como persona a no desfallecer por más difícil que la vida parezca, ha forjado en mí, carácter, valores éticos, ha despertado el amor por la vocación docente y la investigación.

Al Doctor Camilo Arturo Suárez Ballesteros por conocimientos y aportes de nanotecnología, por su esfuerzo para generar nuevo conocimiento y por acogerme en su línea de investigación en didáctica de la nanociencia y la nanotecnología.

Al Doctor Alejandro Bolívar por sus enseñanzas, experiencias, aprendizajes y por permitirme ser parte del semillero de investigación en didáctica de la física.

A cada uno de los docentes que participaron en esta investigación por mostrarme y compartir sus experiencias, formas de pensar y su entrega desinteresada por formar una sociedad que piense por sí misma.

A mis amigos, compañeros, profesores y demás personas que a lo largo de este camino aportaron experiencias y conocimientos valiosos que hacen de la vida un espacio maravilloso.

## Tabla de contenido

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	17
2.	<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i> .....	20
	2.1 Descripción del problema .....	20
	2.2 Formulación del problema .....	22
3.	<i>JUSTIFICACIÓN</i> .....	23
4.	<i>OBJETIVOS</i> .....	26
	4.1 General .....	26
	4.2 Específicos .....	26
5.	<i>MARCO DE REFERENCIA</i> .....	27
	5.1 Antecedentes .....	27
	5.1.1 Análisis bibliométrico .....	27
	5.1.2 Resultados .....	28
	5.1.3 Antecedentes internacionales .....	32
	5.1.4 Antecedentes nacionales .....	37
	5.2 Marco teórico .....	44
	5.2.1 Interdisciplinariedad .....	44
	5.2.2 Análisis de libros de textos .....	45
	5.2.2 Las ideas de Richard Feynman .....	47
	5.2.3 Concepto de Nano.....	49
	5.2.4 Nanociencia.....	49

5.2.5 Nanotecnología .....	50
5.2.6 Nanomedicina .....	50
6. <i>METODOLOGÍA</i> .....	57
6.1 Enfoque de la investigación .....	57
6.2 Tipo de investigación .....	57
6.3 Participantes e instituciones participantes .....	57
6.3.1 Descripción general de las instituciones participantes.....	58
6.4 Momentos para el desarrollo de la investigación.....	60
6.4.1 Fase exploratoria y de elaboración de instrumentos de recolección de la información: .....	60
6.4.1 Fase de recolección, selección de libros de texto y sistematización de la información .....	63
6.4.2 Fase de análisis de la información .....	64
7. <i>CONSIDERACIONES ÉTICAS</i> .....	66
8. <i>RESULTADOS</i> .....	68
8.1 Caracterización de las percepciones docentes sobre el uso de libros de texto y la enseñanza de nanotecnología y nanomedicina en el contexto de básica media. ....	68
8.2 Análisis de contenido en los libros de física el conocimiento sobre nanociencia, nanotecnología y nanomedicina y su relación interdisciplinaria. ....	91
8.2.1 Identificación, Selección y análisis de libros de texto de Física para grados 10° y 11° .....	91

8.2.2 La enseñanza de la nanociencia y nanomedicina en relación con los Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y los lineamientos estipulados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. ....	94
8.2.3 Análisis de los libros de texto .....	100
8.2.4 Análisis de los libros de texto en función del porcentaje de páginas disciplinares, interdisciplinares y de nanociencia y nanotecnología.....	150
8.3 Rubrica de evaluación cualitativa para los libros de texto.....	153
9. <i>CONCLUSIONES</i> .....	169
10. <i>RECOMENDACIONES</i> .....	173
11. <i>REFERENCIAS</i> .....	174
12. <i>ANEXOS</i> .....	188



## Lista de figuras

<i>Figura 1. Número de publicaciones sobre investigación en Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina y nanoeducación durante el periodo de 2008 a 2021. ....</i>	28
<i>Figura 2. Principales países Iberoamericanos que desarrollan investigación en Nanociencia, Nanotecnología en educación.....</i>	29
<i>Figura 3. Instituciones Iberoamericanas de educación superior, centros, agencias e institutos de investigación que trabajan Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina.....</i>	30
<i>Figura 4. Tipo de documento en función de la temática de investigación .....</i>	31
<i>Figura 5. Red semántica pregunta (1) ¿Mencione brevemente su perfil profesional, experiencia como docente, asignaturas que orienta, grados en los que orienta y estudiantes por grado? ....</i>	69
<i>Figura 6. Red semántica pregunta (2) ¿Qué libros de texto utiliza frecuentemente en sus clases de física? .....</i>	70
<i>Figura 7. Red semántica pregunta complementaria (2) En caso de uno usar libros de texto ¿Qué recurso(s) articula para desarrollar sus clases de física? .....</i>	72
<i>Figura 8. Red semántica pregunta (3) ¿Qué razones le motivan a utilizar el(los) libro(s) de texto?.....</i>	74
<i>Figura 9. Red semántica pregunta (4) ¿Cómo docente que le gustaría encontrar en esos libros de texto para enseñar física? .....</i>	75
<i>Figura 10. Red semántica pregunta (5) ¿De qué manera asume usted la enseñanza de la física en sus clases? .....</i>	77
<i>Figura 11. Red semántica pregunta (6) ¿Sigue los lineamientos curriculares del MEN en su planeación curricular? .....</i>	80
<i>Figura 12. Red semántica pregunta (7) Considera usted que desde los libros que utiliza ¿se aborda el componente interdisciplinar en la física? .....</i>	83
<i>Figura 13. Red semántica pregunta (8) ¿Cree usted que enseñar la ciencia de manera interdisciplinar puede lograr un mayor interés por las ciencias naturales en especial por la física?.....</i>	86

<i>Figura 14. Red semántica pregunta (9) ¿Conoce usted el potencial que presenta la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina en la enseñanza de las ciencias naturales específicamente de la física? .....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 15. Organización y disposición de los estándares de competencias básicas para ciencias naturales. Fuente: Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales – MEN (2004). .....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 16. Contenido de los libros de texto analizados .....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 17. Nivel de contenido del texto escolar “Los caminos del saber I” .....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 18. Nivel de contenido del texto escolar “Los caminos del saber II” .....</i>	<i>163</i>
<i>Figura 19. Nivel de contenido del texto escolar “Hipertexto física I” .....</i>	<i>164</i>
<i>Figura 20. Nivel de contenido del texto escolar “Hipertexto física II” .....</i>	<i>166</i>
<i>Figura 21. Nivel de contenido del texto “Física universitaria Sears Zemansky” .....</i>	<i>167</i>

## Lista de tablas

<i>Tabla 1. Programas de formación académica en relación con la nanociencia y nanotecnología en Colombia.....</i>	42
<i>Tabla 2. Principales líneas de análisis para libros de texto.....</i>	46
<i>Tabla 3. Preguntas realizadas durante la entrevista a los docentes participantes.....</i>	62
<i>Tabla 4. Formato de registro para los libros de texto seleccionados.....</i>	63
<i>Tabla 5. Formato de anotación para el análisis de los libros de texto.....</i>	64
<i>Tabla 6. Libros de Texto suministrados y extraídos de las entrevistas por los docentes participantes.....</i>	91
<i>Tabla 7. Criterios y categorías para el análisis de libros de texto de educación media.....</i>	92
<i>Tabla 8. Acciones de pensamiento potenciales para la articulación de conceptos sobre Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina.....</i>	96
<i>Tabla 9. Derechos básicos de aprendizaje relevantes para incluir contenidos de nanociencia y nanotecnología en grado 10°.....</i>	99
<i>Tabla 10. Derechos básicos de aprendizaje relevantes para incluir contenidos de nanociencia y nanotecnología en grado 11°.....</i>	100
<i>Tabla 11. Elementos de organización y presentación de cada capítulo.....</i>	101
<i>Tabla 12. Contenidos teóricos para el texto los caminos del saber I física grado 10°.....</i>	103
<i>Tabla 13. Registro del proceso de análisis de “Los caminos del saber física I”.....</i>	104
<i>Tabla 14. Contenidos teóricos para Hipertexto física II grado 11°.....</i>	111
<i>Tabla 15. Registro del proceso de análisis de “Hipertexto física II”.....</i>	113
<i>Tabla 16. Contenidos teóricos para el texto los caminos del saber II física grado 11°.....</i>	121
<i>Tabla 17. Registro del proceso de análisis de “Los caminos del saber física II”.....</i>	122
<i>Tabla 18. Contenidos teóricos del libro de texto hipertexto física I grado 10°.....</i>	131
<i>Tabla 19. Registro del proceso de análisis de “Hipertexto física I”.....</i>	133
<i>Tabla 20. Contenidos teóricos del texto Física universitaria para física grados 10° y 11°.....</i>	137

<i>Tabla 21. Registro del proceso de análisis de “Física universitaria Sears Zemansky” .....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 22. Porcentaje de páginas por componente en los libros de texto. ....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 23. Análisis cualitativo del contenido de los libros seleccionados .....</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 24. Rúbrica analítica para evaluar los libros de texto.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 25. Rúbrica para el texto escolar Los caminos del saber física I .....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 26. Rúbrica para el texto escolar los caminos del saber física II .....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 27. Rúbrica para el texto escolar Hipertexto física I .....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 28. Rúbrica para el texto escolar Hipertexto física II.....</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 29. Rúbrica para el texto Física universitaria Sears Zemansky.....</i>	<i>167</i>

## Resumen

Esta investigación surge a partir la reflexión pedagógica desde el quehacer docente, con el propósito de proyectar nuevos escenarios de enseñanza de los conocimientos científicos y los avances tecnológicos que ofrecen ciencias emergentes como la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina, puesto que presentan un marcado componente interdisciplinar donde confluyen diversas ciencias como la Física, Química, Biología, Medicina, Ingeniería, entre otras. Así mismo, representa importante interés por llevar estas ciencias al campo educativo y didáctico lo cual, puede transformar las actitudes en los estudiantes hacia la enseñanza y aprendizaje de algunos términos y conceptos propios de las Ciencias Naturales.

Es por eso que esta investigación tuvo como objetivo analizar el contenido de los libros de texto de uso común en docentes de Física de los grados escolares de 10 y 11 en función de su interdisciplinariedad y el abordaje de términos relacionados con la Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina. El desarrollo metodológico se cumplió en 3 fases, la primera consistió en una revisión documental seguida del diseño de una entrevista semiestructurada y dos rubricas de análisis cualitativo. En cuanto a la segunda fase, se efectuó la entrevista que recogió las percepciones de 6 docentes y se seleccionaron 5 libros de texto de uso común. En la fase 3 se realizó el análisis del contenido de los textos escolares según las categorías y criterios manejados en estudios hechos por (Rojas Niño, 2016; Calderero, 2002; Klein, 2004). De igual manera los datos cualitativos se analizaron por medio del programa Atlas ti dando como resultado 9 redes semánticas.

Se pudo evidenciar que los libros de texto presentan principalmente componentes disciplinares apoyados en algunos aportes desde otras ciencias, mientras que los conceptos de Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina son escasos, así mismo, el uso del libro de texto

como herramienta didáctica ha disminuido según las percepciones recogidas por lo que los docentes optan por articular otros recursos para la enseñanza de la Física como material didáctico propio, simuladores, situaciones contextuales, estudios de caso y videojuegos. Los docentes en general desconocen la potencialidad que puede presentar la Nanotecnología en la enseñanza interdisciplinar de la Física. Mientras que las perspectivas investigativas según los antecedentes están en función de generar espacios de divulgación y formación, así como programas académicos que fortalezcan este campo y por último el diseño de estrategias didácticas para acercar este conocimiento a los estudiantes de los distintos niveles académicos.

**Palabras clave:** Nanociencia, Nanotecnología, Nanomedicina, interdisciplinariedad, enseñanza de la Física.

## Abstract

This research arises from the pedagogical reflection from the teaching task, with the purpose of projecting new scenarios for teaching scientific knowledge and technological advances offered by emerging sciences such as Nanoscience, Nanotechnology and Nanomedicine, since they have a strong interdisciplinary component where different sciences such as Physics, Chemistry, Biology, Medicine, Engineering, among others, converge. Likewise, it represents an important interest in bringing these sciences to the educational and didactic field, which can transform students' attitudes towards the teaching and learning of some terms and concepts of the Natural Sciences.

Therefore, the objective of this research was to analyze the content of textbooks commonly used by Physics teachers of 10th and 11th grade in terms of their interdisciplinary and the approach to terms related to Nanoscience, Nanotechnology and Nanomedicine. The methodological development was carried out in 3 phases, the first one consisted of a documentary review followed by the design of a semi-structured interview and two analysis rubrics. The second phase consisted of an interview that gathered the perceptions of 6 teachers and the selection of 5 commonly used textbooks. In phase 3, the content analysis of school textbooks was performed according to the categories and criteria handled in studies done by (Rojas Niño, 2016; Calderero, 2002; Klein, 2004). Similarly, the qualitative data were analyzed by means of the Atlas ti program, resulting in 9 semantic networks.

It was evident that textbooks present mainly disciplinary components supported by some contributions from other sciences, while the concepts of Nanoscience, Nanotechnology and Nanomedicine are scarce, likewise, the use of the textbook as a didactic tool has decreased according to the perceptions collected, so teachers choose to articulate other resources for the

teaching of Physics as their own didactic material, simulators, contextual situations, case studies and video games. In general, teachers are unaware of the potential of Nanotechnology in the interdisciplinary teaching of Physics. The research prospects, according to the background, are based on generating spaces for dissemination and training, as well as academic programs that strengthen this field and, finally, the design of didactic strategies to bring this knowledge closer to students at different academic levels.

**Keywords:** Nanoscience, Nanotechnology, Nanomedicine, interdisciplinary, Physics education.



## 1. INTRODUCCIÓN

La Nanociencia y la Nanotecnología son consideradas campo del conocimiento científico con mayor crecimiento en los últimos años (Quirola *et al.*, 2018) captando así la atención de diversos sectores económicos, industriales, científicos, académicos etc. Puesto que, tanto en ciencia como en ingeniería, se ha llevado a cabo avances tecnológicos en Energía, Medicina, Ciencias Ambientales, Biotecnología entre otras. Por eso, uno de los atributos que distingue la Nanociencia y la Nanotecnología del resto es su perspectiva interdisciplinar donde confluye la Química, Física y Biología consideradas como disciplinas tradicionales las cuales, pueden explorarse para comprender los fenómenos a nanoescala (0.1 – 100 nm) (Jackman *et al.*, 2016). Especialmente, estos campos en los últimos años están siendo objeto de estudio a nivel mundial por diversos científicos y empresarios, ya que representan nuevos enfoques de investigación, desarrollo y fabricación con la finalidad de manipular materiales propios del mundo nanoscópico como átomos, moléculas y grupos de moléculas. Desde esta perspectiva, las propiedades de la nanoescala son completamente diferentes a como se presentan en la macroescala, y estas propiedades posibilitan su estudio para futuras aplicaciones (Laherto, 2010).

De modo que esta propuesta de investigación presenta connotaciones de un proyecto a mayor escala titulado: Nanomedicina: una alternativa interdisciplinar en la enseñanza de la física con registro SGI 3093, el cual tiene como propósito fortalecer la enseñanza de la física además de generar nuevas perspectivas que permitan incluir la Nanociencia y la Nanotecnología desde un enfoque interdisciplinar a través del diseño, abordaje y aplicación de estrategias didácticas para su enseñanza en estudiantes de secundaria y educación media. Por tal motivo, el primer paso es conocer los contenidos que se enseñan en los contextos escolares de grados 10° y 11° acerca del tema, así que uno de los recursos son los libros de texto, de los cuales se puede inferir diversos

aspectos didácticos, pedagógicos y metodológicos en función del tema a estudiar. Es preciso señalar que los libros de texto han sido y seguirán siendo considerados como herramienta de actualización científica para los docentes además de ser un recurso útil que reúne cierta cantidad de información que permite establecer rutas de aprendizaje (De Pro *et al.*, 2008). Representa una unidad que contiene diversos elementos para la incorporación del estudiante hacia los contenidos curriculares en Ciencias Naturales. Así mismo, debe estar orientado hacia el desarrollo de competencias teniendo como referencia los avances e innovaciones producto de investigaciones y estudios en el campo de la ciencia (Fernández Palop *et al.*, 2017). Por otra parte, es un material curricular de uso común en docentes y un mediador del aprendizaje del estudiante (Braga & Belver, 2016).

En ese sentido, esta investigación es de tipo cualitativo, con un paradigma descriptivo. caracterizando, por un lado, las percepciones de 6 docentes de diferentes instituciones de carácter público y privado de los departamentos de Boyacá y Antioquia frente a la enseñanza de la física, el uso de libro de texto y su conocimiento sobre Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina para esto se aplicó una entrevista semiestructurada de 8 preguntas principales y 5 complementarias. Consecutivamente, se realizó un análisis del contenido a los libros de texto de uso común en dichos docentes para determinar aspectos disciplinares, interdisciplinares y contenidos que incluyan la Nanociencia y Nanotecnología. Finalmente, y en función de la revisión de los antecedentes se reconocieron las perspectivas investigativas que permiten establecer hacia donde se debe dirigir la enseñanza de la Nanociencia, Nanotecnología y la Nanomedicina. De igual modo, la estructura de la metodología está compuesta por 3 fases. Previamente se efectuó revisión documental en diversas bases de datos, repositorios y motores de búsqueda sobre Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina tomando como referencia aspectos disciplinares y educativos desde contextos

internacionales y nacionales, permitiendo así dimensionar con mayor claridad el problema de investigación.

De manera general, esta investigación es el primer paso para consolidar un proyecto a macroescala desde el grupo de investigación Waira, Ambiente Comunidad y Desarrollo, su línea de Ciencias Aplicadas, Investigación e Innovación en Pedagogía y Didáctica de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental específicamente en el semillero de Investigación en Física y Educación y, su línea en didáctica de la Nanociencia y la Nanotecnología. De este modo, se pretende desde diversos campos o áreas científicas y académicas como; Física, Química, Biología, Medicina, Ingeniería etc, generar espacios de investigación innovadores, así mismo representa una gran oportunidad para abordar nuevas metodologías y recursos didácticos que potencien habilidades, competencias científicas y pensamiento crítico en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física para el contexto educativo de Boyacá principalmente.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### *2.1 Descripción del problema*

En la actualidad, las investigaciones en Nanociencia y Nanomedicina han ampliado el conocimiento de tratamiento, diagnóstico, medidas preventivas de enfermedad, diseño de nuevos nanomateriales con propiedades únicas para la aplicación en prevención de patologías (Garbayo *et al.*, 2020; Irvine & Dane, 2020; Zor *et al.*, 2019.). Ya que la Nanomedicina tiene un enfoque interdisciplinar amplio y que entrelazan diversos conocimientos de Física, Matemáticas Biología, Química, Medicina e Ingeniería, el progreso científico en este campo está creciendo a un ritmo sin precedentes (Jackman *et al.*, 2016)

Sin embargo, autores como (Bigozzi *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2018) señalan que, hoy en día prevalece la idea de una física objetiva, abstracta y difícil. Las metodologías tradicionales de enseñanza han demostrado ser menos efectivas a diferencia de aquellas metodologías donde la investigación de aula y métodos interactivos de enseñanza-aprendizaje resultan apropiadas, en especial, indican que la escuela secundaria sigue confinada en esta manera tradicional de transmitir conocimiento científico (Coletta & Phillips, 2005; Zohar & Sela, 2003).

En el plano educativo de secundaria y educación universitaria en países en vía de desarrollo temas en Nanociencias y Nanomedicina no se han tenido en cuenta en los planes curriculares, y se hace pertinente un llamado a los educadores para que determinen formas más efectivas de enseñar desde este enfoque interdisciplinar con conceptos básicos a partir de la Nanociencia (Yawson, 2010). A pesar que este conocimiento es especializado para investigación, este enfoque interdisciplinar de la Nanomedicina debería abordarse como estrategias de enseñanza-didáctica en la educación secundaria para el desarrollo de pensamiento y vocaciones científicas en los futuros ciudadanos activos, donde un pensamiento crítico se hace necesario en un planeta de repentinos

cambios sociales, culturales, ambientales y tecnológicos (Brown *et al.*, 2015; Capua & Cattoli, 2018).

Lo cierto es que, estudios en el campo de la enseñanza de la Nanociencia, Stevens & Krajcik (2007) han argumentado la necesidad del estudiante de comprender conceptos esenciales en ciencia de manera interdisciplinar en vez de ser considerados como conceptos aislados, es ahí donde radica la naturaleza de la Nanociencia y Nanotecnología. Por lo cual, sugieren la integración de la Nanociencia en las aulas como iniciativa para identificar los conceptos más apropiados para su abordaje y que permitan desarrollar un pensamiento científico con habilidades interdisciplinares fundamental para formar parte de la futura fuerza académica y laborar tecnológica. En ese sentido, la enseñanza de Nanociencia y Nanotecnología en el contexto educativo colombiano sigue siendo un campo poco explorado mucho menos está incorporado en los estándares de competencias básicas en Ciencias Naturales. Sin embargo, desde el año 2013 han surgido iniciativas y propuestas específicas para su enseñanza: Rubiano (2013); Jaramillo *et al.* (2013); Hernández y Ruano (2016) y Torres (2018). Mientras que la Nanomedicina hasta el momento no cuenta con estudios aplicados en contextos escolares en Colombia según la revisión documental.

Por esta razón resulta necesario efectuar un análisis del contenido de los libros de texto, las percepciones docentes, los estándares, lineamientos y derechos básicos de aprendizaje. Con el ánimo de determinar la manera en que los docentes imparten sus conocimientos en el aula de clase en básica secundaria en las instituciones educativas participantes. Presentando así la oportunidad para indagar, por un lado, los temas de física en relación con la interdisciplinariedad en su enseñanza y por el otro, la manera que se abordan en las aulas para luego, desde los resultados obtenidos presentar prospectivas de enseñanza de la física en particular para educación media desde la Nanociencia y la Nanomedicina.

## ***2.2 Formulación del problema***

Por estas razones se ha planteado dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las relaciones entre los contenidos de los libros de texto de física de los grados 10 y 11 con la Nanociencia, Nanotecnología y la Nanomedicina?

¿Cómo se presenta el tema de la Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina en los lineamientos curriculares y Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales según el Ministerio de Educación Nacional (MEN)?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de grado surge desde la reflexión pedagógica producto de la aplicación de un proyecto de aula donde se vio la necesidad de contextualizar los conceptos físicos específicamente en el campo de la salud. Desde esta mirada, el abordaje interdisciplinar puede lograr un cambio de percepción para hacer más atractiva y menos abstracta la enseñanza de la física incluyendo temas tecnológicos en el campo de la salud. Puesto que, actualmente estamos inmersos en medio de un flujo constante de información de la cual, se puede encontrar cuantiosa divulgación científica, incluso desde la misma pseudociencia, generando falsas creencias e ideas erróneas en las personas. Por lo tanto, es necesario hacer una revisión fundamentada sobre el cómo se están relacionando esos libros de texto con la interdisciplinariedad para luego proponer desde el macro proyecto estrategias que despierten el interés por aprender ciencias naturales en los estudiantes.

Paralelamente, la enseñanza de la física en el plan educativo en secundaria está fundamentada en temas completamente disciplinares de acuerdo con algunos autores, el docente se apoya principalmente en estos libros para guiar y transmitir el conocimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Del mismo modo, adquiere especial relevancia no solo como material curricular en las aulas de clase sino también, como objeto de estudio para investigadores en didáctica de las ciencias (Solaz Portolés, 2010). Dando así la apreciación de constituirse como elemento fundamental en la planeación, diseño y preparación de clases en gran parte de los docentes, incluso, se plantea verificar que el componente interdisciplinar en estos libros de texto escolares posiblemente resulta escaso en la enseñanza de esta disciplina en particular.

Después de efectuar una revisión a la cartilla de estándares y competencias curriculares para Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Mineducación, 2004)

con el propósito de determinar si los estándares, entornos y el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) establecidos para los grados decimo y undécimo, incluyen temáticas de Nanociencia y Nanotecnología. En efecto, la relación con las temáticas mencionadas es nula. No obstante, algunos de los ítems descritos en los entornos tomarían relevancia al posibilitar la contextualización de su enseñanza.

Del mismo modo, las mallas curriculares conocidas también como plan de estudios representan la carta de navegación en las instituciones educativas del país, de ahí que cada año los docentes tienen un espacio donde replantean sus experiencias de aula y estructuran o rediseñan la malla institucional, con la intención de elegir los contenidos y estrategias propicios para fortalecer la formación integral de los estudiantes. Sin embargo, es posible pensar si en realidad los docentes tienen presentes los libros de texto o si su amplia experiencia en las aulas les confiere los conocimientos para establecer metodologías propias que pueden permanecer sin modificaciones, convirtiéndose así en conceptos y actividades establecidas sin actualización permanente frente a los aspectos pedagógicos y didácticos.

La propuesta de este trabajo de grado tiene como fundamento analizar algunos libros de texto desde el contexto y su contenido para determinar si existe una dinámica interdisciplinar para compartir el conocimiento. Además, generar prospectivas investigativas para iniciar a proponer estrategias desde la Nanociencia y la Nanomedicina. Por ende, y desde nuestra hipótesis incrementaría el interés por la física, desarrollando un pensamiento crítico necesario en el ambiente socio-cultural en el cual los estudiantes se van a enfrentar en su vida profesional. Pues bien, la importancia de la metodología a desarrollar permitió profundizar e investigar la enseñanza de la física desde el contexto interdisciplinar.



Sin duda alguna, desde el quehacer docente, la actualización permanente y la generación de nuevo conocimiento es clara la necesidad de iniciar procesos que consigan articular la Nanociencia y la Nanomedicina en la enseñanza de las Ciencias Naturales bajo un componente interdisciplinar. Estos conceptos pueden ser abordados desde una multidisciplinariedad de campos por lo que cualquier docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Biología, Química, Física, Ciencias ambientales) están en la capacidad de diseñar estrategias didácticas, plan de estudios y de clase entre otros recursos didácticos para así facilitar a los estudiantes la información y conocimientos relevantes, teniendo en cuenta que tanto el contenido como contexto deben ser consecuentes con su desarrollo y estado cognitivo (Torres Romero, 2018).

## 4. OBJETIVOS

### *4.1 General*

Analizar el contenido de los libros de texto de física de los grados 10 y 11 en relación con la interdisciplinariedad de la Nanociencia y Nanomedicina.

### *4.2 Específicos*

Caracterizar las percepciones en docentes sobre el uso de libros de texto y la enseñanza de Nanotecnología y Nanomedicina en el contexto de básica media.

Interpretar el contenido en los libros de física el conocimiento sobre Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina en relación con la interdisciplinariedad.

Efectuar una revisión a los estándares, lineamientos curriculares y derechos básicos de aprendizaje establecidos por el MEN

Reconocer prospectivas investigativas de enseñanza para el abordaje interdisciplinar de la Nanociencia, Nanotecnología y la Nanomedicina.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### *5.1 Antecedentes*

La Nanociencia, la Nanotecnología y la Nanomedicina han sido temas de interés y desarrollo en los últimos años, de los cuales existe innumerables estudios y publicaciones que proporcionan información valiosa. No obstante, la relación con el campo pedagógico, didáctico y/o educativo es escasa y no cuenta con suficientes investigaciones, producción académica y publicaciones.

Por ende, para la búsqueda de información en esta investigación se llevó a cabo una revisión de publicaciones académicas, específicamente aquellas donde se mencionen aspectos didácticos y pedagógicos relacionados con Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina efectuados durante los últimos 10 años a nivel internacional como nacional. Por tanto, durante la revisión se consultó en la base de datos Scopus, hemerotecas como: Dialnet, Redalyc, y repositorios de las universidades: Nacional, los Andes, Distrital Francisco Jose de Caldas, Pedagógica Nacional, empleando las palabras clave: Nanociencia en educación, propuestas didácticas en Nanociencia, didáctica de la Nanociencia, Nano educación, enseñanza de la Nanomedicina en educación media.

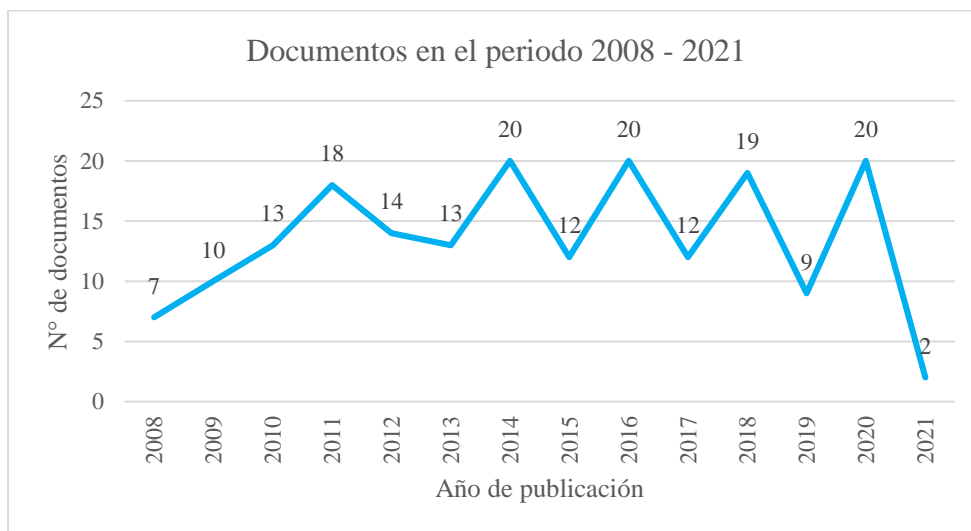
#### *5.1.1 Análisis bibliométrico*

Con el propósito de verificar la pertinencia de esta investigación fue necesario realizar un estudio bibliométrico en español, donde se puede apreciar un diagnóstico general del objeto de estudio a nivel internacional y nacional durante el periodo del año 2008 a 2021. En ese sentido, se efectuó una búsqueda documental en bases de datos proporcionadas por la Uptc principalmente en Scopus y diversos motores de búsqueda: Google Dataset Search, Science Direct, Latindex, DOAJ,

Redalyc y Dialnet. Repositorios de instituciones como: Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia y Universidad de los Andes y gestores bibliográficos como Mendeley, haciendo uso de las siguientes palabras clave: Nanociencia, Nanotecnología, Nanoeducación y Nanomedicina.

Según los resultados arrojados en Scopus, se identificaron 214 documentos entre artículos, reviews, editorial y documento de sesión, sin tener en cuenta las notas, cartas y fe de erratas. Por lo tanto, la muestra final fue de 189 documentos. Cabe señalar que la información identificada nos da una apreciación de la cantidad de publicaciones por año, los países iberoamericanos que investigan en este tema, las instituciones activas en la investigación y el tipo de documento.

### 5.1.2 Resultados

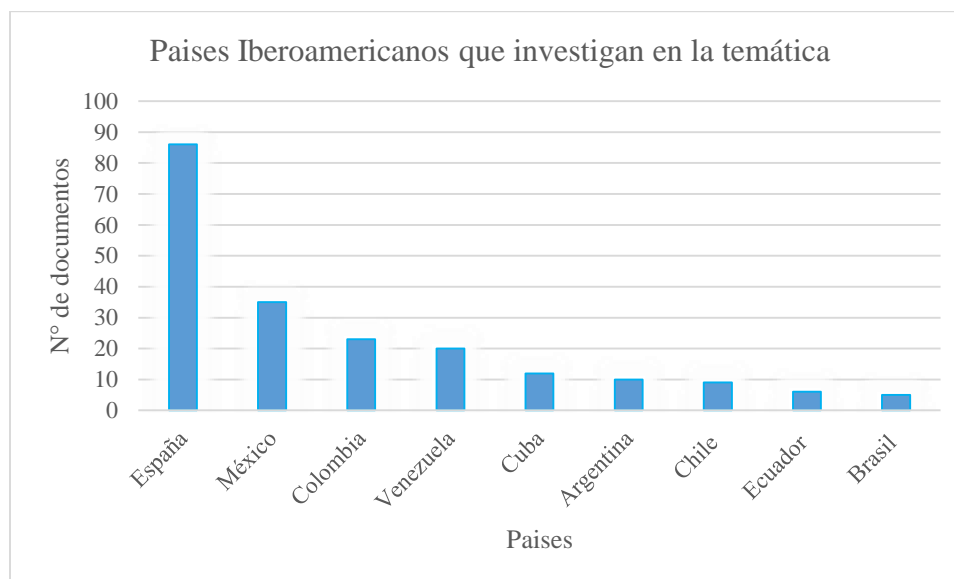


*Figura 1. Número de publicaciones sobre investigación en Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina y nanoeducación durante el periodo de 2008 a 2021.*

Nota: Los datos corresponden con el análisis en español efectuado en Scopus.

Tal como se puede apreciar en la figura 1, la cual muestra el número de publicaciones registradas según la búsqueda en español durante el periodo de 2008 a 2021 con un total de 189

documentos. De esta manera, el mayor índice de publicaciones se dio en los años 2014, 2016 y 2020 (con 20 publicaciones). Seguido del año 2018 y 2011 (con 19 y 18 publicaciones respectivamente), año 2012 (con 14 publicaciones), año 2010 y 2013 (con 13 publicaciones), año 2015 y 2017 (con 12 publicaciones) y para los años 2008, 2009, 2019 y 2021 las publicaciones oscilan entre las 2 a 9 publicaciones. Se puede inferir que desde el año 2008 hasta el 2011 se dio un crecimiento en función de los estudios centrados en esta temática. Sin embargo, durante los años siguientes es posible detallar una fluctuación en las publicaciones que no superan las 20 por año.



*Figura 2. Principales países Iberoamericanos que desarrollan investigación en Nanociencia, Nanotecnología en educación.*

Nota: Los datos corresponden con el análisis en español efectuado en Scopus.

La anterior figura, muestra la relación entre los documentos encontrados y los países que investigan sobre la temática, España ocupa el primer lugar con el mayor número de publicaciones (86) evidenciando así una tendencia de la península ibérica en este tipo de investigaciones. Consecutivamente se encuentra México con (35) publicaciones, siendo el mayor exponente para

el continente americano seguido de Colombia con (23) publicaciones y Venezuela con (20) publicaciones. Por su parte Cuba y Argentina presentan (12 y 10) publicaciones respectivamente. Mientras que países como Brasil, Ecuador y Chile sus publicaciones oscilan entre las (5 y las 9).

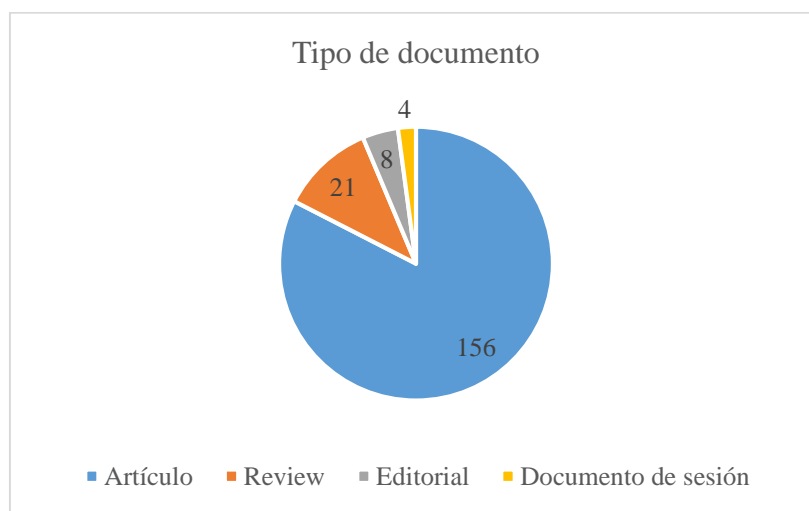


*Figura 3. Instituciones Iberoamericanas de educación superior, centros, agencias e institutos de investigación que trabajan Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina.*

Nota: Los datos corresponden con el análisis en español efectuado en Scopus.

Como se evidencia en la figura anterior, se presentan las principales instituciones de educación superior, centros, institutos y agencias estatales de investigación más influyentes en la temática de investigación. Por lo tanto, es posible denotar la tendencia de los centros y universidades españolas y su interés por desarrollar investigación en torno a la nanociencia como el centro de investigaciones en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina CIBER registro (39) documentos, seguido de la Universitat Autònoma de Barcelona con (20) publicaciones, la universidad de Alcalá con (8) documentos, el Centro de Investigaciones en Nanomateriales y Nanotecnología CSIC con (7) documentos, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con

(6) documentos y la Universitat de Barcelona con (5) publicaciones. Para el contexto latinoamericano se encuentra el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y la Universidad Nacional Autónoma de México con (14) documentos respectivamente. Consecutivamente instituciones de educación superior como la Universidad Central de Venezuela con (9) menciones, mientras que, en un rango de 5 a 6 publicaciones se encuentra el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad de la Habana, la Universidad Veracruzana. En el contexto colombiano sus máximos exponentes provienen de la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional de Colombia con (5 y 4) documentos respectivamente. Finalizando así, con la Universidad de Buenos Aires con (2) menciones. Dando una perspectiva positiva frente al crecimiento investigativo que está presentando el contexto latinoamericano en estos temas emergentes.



*Figura 4. Tipo de documento en función de la temática de investigación*

Nota: Los datos corresponden con el análisis en español efectuado en Scopus.

En relación con el tipo de documento por Scopus es posible evidenciar la tendencia en la publicación principalmente la tiene los artículos con (156) menciones, siendo la forma de

comunicación investigativa más práctica en estos campos. sucesivamente están los artículos de revisión o mejor conocidos como reviews con (21) documentos. Así mismo, en menor proporción se ubican documentos provenientes de editoriales y documentos de sesión con 8 y 4 menciones respectivamente.

### ***5.1.3 Antecedentes internacionales***

Según lo mencionado por Laherto (2010) en su investigación “Un análisis de la importancia educativa de la nanociencia y la nanotecnología en la alfabetización científica y tecnológica”. Tuvo como objetivo examinar la importancia educativa de la nanociencia y nanotecnología sobre la bibliografía existente sobre su naturaleza, así como de los aspectos sociales desde una perspectiva crítica de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Destaca que la NTS son campos interdisciplinarios que avanzan rápidamente y presentan nuevos enfoques de investigación y desarrollo y están adquiriendo una importancia educativa cada vez mayor. Sin embargo, se ha expresado la necesidad de impartir estos temas junto con la alfabetización científica en los planes de estudio de primaria y secundaria que incluso tenga en cuenta aspectos sociales. El estudio presentado está bajo un modelo de reconstrucción educativa el cual consta de 3 componentes: 1) Análisis de la estructura del contenido. 2) Investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje. Y 3) Diseño de entornos de aprendizaje. Según el análisis bibliográfico las características investigativas, epistemológicas, sociales, educativas y filosóficas de la NTS pueden desempeñar un papel importante en la alfabetización científica para así lograr que los estudiantes puedan formarse no solo a nivel disciplinar sino también a nivel social y ético con el ánimo de ofrecer una visión más actualizada de la naturaleza de la ciencia.

Pozuelo y Cascarosa (2018) en su artículo “Inmersión en el mundo de la nanociencia a través de una experiencia de indagación guiada con alumnos de educación secundaria” tuvo como



objetivo analizar las destrezas desarrolladas por alumnos al trabajar conceptos de nanociencia y nanotecnología a través de la indagación en grupo colaborativo procurando la construcción reflexiva en los estudiantes. La metodología se basó en una actividad de iniciación a la indagación desde un enfoque colaborativo y de experiencia guiada planteado en 3 etapas: 1ra preparación de la actividad y observación, 2da búsqueda de información y 3ra presentación de la información y conclusiones; la población estuvo conformada por 20 estudiantes de 4º de ESO que cursaban la asignatura de Cultura Científica de un centro público de Aragón, España. Los resultados mostraron que la valoración de la actividad de indagación es satisfactoria. Por otra parte, los niveles de desempeño en relación con la planificación y observación son bajos principalmente por las dificultades para concretar planteamientos propios, la falta de experiencia en este tipo de actividades y la escasa formación en destrezas propias de la práctica científica así mismo indica la necesidad de formas a los estudiantes en este tipo de actividades y temáticas relacionadas con el mundo microscópico.

Según lo planteado por el Instituto de Nanociencia de Aragón (n.d.), perteneciente a la Universidad de Zaragoza en su unidad didáctica que lleva por título ¡Bienvenido a la nano dimensión! Tuvo por objetivo dar una visión global de la nanociencia desde una exposición dirigida, al público infantil y familiar a través de módulos manipulativos e interactivos con materiales y recursos educativos. Así mismo, se establece como herramienta para los docentes y tengan los elementos y aspectos teóricos necesarios en nanociencia y nanotecnología para transmitirlos a sus estudiantes. La metodología utilizada se divide en 3 zonas: la primera denominada ¿Qué es la nanociencia?, la segunda ¿Dónde encontramos la nanociencia? Y tercera El INA ¿Quiénes somos? incluyen actividades de exploración, indagación, estudios de casos y módulos de experimentación los cuales contribuyen significativamente al desarrollo no solo de

pensamiento y habilidades científicas a quienes lo desarrollan sino también al conocimiento y motivación por el nanomundo y su relación con otros campos de conocimiento y aplicaciones en la robótica, biología, biomedicina, construcción, el medio ambiente, energía, TIC y electrónica, transporte y cosmética entre otras.

Por su parte Quirola *et al.* (2018) en su artículo titulado “Propuesta didáctica para incluir la Nanociencia y la Nanotecnología en el plan de estudios de la escuela secundaria que vincula la Física, la Química y la Biología” en esta investigación se planteó incluir temas de nanociencia y nanotecnología (N&N) en los planes de estudio actuales de la escuela secundaria en Chile para aumentar la comprensión de los contenidos actuales y dar una visión interconectada de los cursos de física, biología y química a través de los diferentes conceptos y aplicaciones de N&N. la metodología se basó en 5 etapas: iniciando con el análisis del plan de estudios actual y la búsqueda de contenidos relacionados con N&N, seguido de un análisis de los avances teóricos de la educación así como de los recursos educativos para evaluar pertinencia y utilidad para luego efectuar el diseño de recursos educativos teniendo en cuenta el contexto y la realidad educativa chilena y por último se diseñó la secuencia didáctica en N&N y un manual para docentes con instrucciones y recomendaciones para su aplicación. La secuencia didáctica contiene 3 unidades curriculares que armoniosamente se articulan de manera interdisciplinar en el siguiente orden, el área de física “El átomo y su núcleo”. El área de química “Polímeros” finalizando con el área de biología con “Sistema inmune”. Los resultados evidenciaron fortalezas frente a su aplicación adecuada en los currículos educativos para cada curso de ciencias. El uso de diferentes métodos educativos es importante para incentivar y estimular a los estudiantes, sin embargo, existen dificultades como la falta de educación en N&N por parte de los docentes y el trabajo colaborativo entre las distintas disciplinas.

Según lo planteado por Serena (2013) en su investigación “Una experiencia en nano-educación: el taller “explorando el nanomundo”” tuvo por objetivo presentar el lado fascinante de la nanociencia, a través de la vinculación de diversas actividades de ágil desarrollo, que los participantes adquieran unos conocimientos básicos sobre la nanotecnología y sus aplicaciones. En cuanto al desarrollo metodológico estuvo comprendido en siete actividades: I Recepción de participantes y definición de equipos, II Un viaje desde lo más grande a los más pequeño, III El lego atómico, IV palpando el macromundo, palpando el nanomundo, V Nano-objetos, VI la nanotecnología cambiara nuestras vidas y VII ¿Cuánto sabemos ya de nanotecnología? La población y muestra se conformó por 80 niños entre los 8 y 11 años de una institución de enseñanza en Madrid, España. Así mismo se utilizó el cuestionario como instrumento para la recolección de información. Los principales resultados mostraron aspectos satisfactorios puesto que los estudiantes adquirieron algunos conocimientos básicos sobre nanotecnología, sus fundamentos y aplicaciones a pesar de ser actividades orientadas a estudiantes de niveles educativos superiores sirven de base para la elaboración y diseño de futuros contenidos destinados a estudiantes y profesores de primaria.

Por su parte los investigadores Bruno-Alfonso *et al.* (2013) en su artículo titulado “Propuestas para introducción de nanociencia y nanotecnología en escuelas preuniversitarias” el punto central se basó en abordar una inserción de los contenidos de Nanociencia y Nanotecnología en una escuela de nivel medio en Brasil. La metodología se basó en un estudio de tipo mixto; la población perteneció a una escuela brasileña del estado de São Paulo y la muestra se conformó por 80 estudiantes adolescentes del primer, segundo y tercer año; se utilizó el cuestionario como técnica y como método el análisis de dos cuestionarios. Este estudio permitió establecer un diagnóstico frente a la evolución y comprensión sobre el tema expuesto. La interdisciplinariedad

se puede enfocar desde acciones simultaneas entre los docentes de educación media de Física, Química, Biología y Matemáticas son fundamentales, sin embargo, otras asignaturas como Geografía, Artes e Idiomas pueden jugar un papel importante para aprender, enseñar y profundizar en nanotecnología. Los resultados muestran la evolución progresiva frente a temas relacionados con nanociencia y nanotecnología. Por otra parte, evidencian la necesidad de fortalecer la alfabetización científica, así como de los conceptos no solo desde los niveles superiores sino también desde la educación básica con la finalidad de establecer relaciones críticas y reflexivas de los impactos de esas tecnologías en la sociedad.

Según lo planteado por Díaz Vázquez *et al.* (2019) en su artículo “El Nanocirco: un diseño interdisciplinario para la divulgación y enseñanza de la nanociencia y la nanotecnología”. Tuvo como objetivo la enseñanza de cuatro conceptos de nanociencia y nanotecnología a partir de la integración interdisciplinar del circo, el teatro y la ciencia. La metodología se basó en un estudio principalmente cualitativo, con algunos datos cuantitativos, desde la investigación-acción. La población estuvo conformada por estudiantes y público en general; la muestra fue de 223 espectadores, 65 colaboradores del Nanocirco entre estudiantes, artistas y profesores de química, humanidades, ciencias naturales. Los resultados evidenciaron en un 72% la favorabilidad del espectáculo, además, este tipo de actividades resultan una oportunidad en la que pueden aprender ciencia en un 72%, aprender ciencia de manera divertida con un 88%, y los motivo a aprender más ciencia con un 85%. Dando la percepción que la comprensión de estos conceptos pudo estar relacionada con la variedad de elementos didácticos usados en cada acto escénico. Por otra parte, al ser una experiencia educativa innovadora incluso única que integra la ciencia y las artes escénicas son pertinentes para motivar al aprendizaje y la comunicación de la ciencia en contextos

no formales que pueden llegar a nutrir la cultura científica y nuevas perspectivas de enseñanza en relación con la Nanociencia y Nanotecnología.

#### ***5.1.4 Antecedentes nacionales***

Jaramillo *et al.* (2013), en su investigación “Formación en habilidades y competencias científicas con base en la nanociencia y la nanotecnología en la básica secundaria y media” cuyo objetivo fue implementar estrategias de acercamiento a procesos investigativos para la formación de habilidades y competencias científicas en la institución educativa rural el Tambo. La práctica educativa se basó en la formación de habilidades investigativas y competencias científicas integrándose transversalmente en tres áreas fundamentales: Ciencias Naturales (Física, Química y Biología), Matemáticas (Aritmética, Geometría y Estadística) y Ciencias Sociales (Derechos Humanos) tomando como estructura conceptual tres temas en relación con el contexto de la población estudiantil: el agua, la energía y el aire. En ese sentido, desde el grado sexto a noveno centran su esfuerzo en la energía y el agua desde aspectos nanotecnológicos y ambientales. En cambio, los grados decimo y undécimo en colaboración con la Universidad de Antioquia realizan procesos investigativos frente a la robótica, tipos de energía, nanociencia y nanotecnología ligados a procesos bioquímicos, políticas ambientales y biodegradables. De esta manera ha sido posible desarrollar una mirada disciplinar, interdisciplinar y flexible en el currículo, estableciendo líneas de formación entre docentes y estudiantes los cuales crean un ambiente escolar colaborativo y motivacional al tiempo que incentivan la investigación en Ciencias Naturales.

Teniendo en cuenta a Rubiano (2013) quien realizó un estudio sobre la enseñanza de conceptos y términos más usados en nanociencia a partir de la indagación y la investigación en Bogotá, Colombia. Tuvo como objetivo general la construcción de una unidad didáctica para estudiantes de ciclo 5° a través de la propuesta pedagógica enseñanza de las ciencias basada en

indagación (ECBI). La metodología se basó en un estudio cualitativo, desde la recolección, análisis y selección del material que para este caso fue la revisión conceptual e histórica de la nanociencia en múltiples textos que sustentan el diseño de la unidad didáctica, seguido del diseño del marco conceptual, construcción de las secuencias, instrumentos de verificación para finalizar con las reflexiones. Los principales resultados demostraron que es posible diseñar propuestas que modifiquen las relaciones: Docente-estudiante-conocimiento-contexto-actualidad. Por otra parte, la implementación de la metodología (ECBI) permitió en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de las diferentes etapas de la investigación sumado a esto, la nanociencia por ser un campo interdisciplinar permite dar otra visión al concepto de ciencias separadas para trabajarlas de manera secuencial.

Según lo mencionado por Hernández & Ruano (2016) en su artículo titulado “NANOBOX: Un material educativo en nanomateriales que promueve la creatividad científica”. Determinaron algunas falencias en el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes de educación media que están ligados a problemas particularmente en la enseñanza de la física por esta razón, esta investigación tuvo como objetivo proponer un método alternativo de enseñanza fundamentado en la indagación en las clases de física para estudiantes de grado 11° en un colegio privado de la ciudad de Bogotá. En ese sentido, la metodología utilizada fue de tipo cualitativo la cual estuvo compuesta por 5 etapas: Investigación, desarrollo del material, probar el material, corrección del material y análisis de resultados. La población la conformaron 59 estudiantes de los grados 1101 y 1102. Se utilizaron técnicas investigativas como encuestas (dirigidas a estudiantes) y entrevistas (dirigidas a profesores y padres de familia). Los resultados posteriores a la aplicación del “NanoBox” incrementaron significativamente las ideas previas de los estudiantes frente al estudio de la física, así como de su enseñanza una vez aplicado este material se logró aumentar en un 41%

la curiosidad científica de los estudiantes y en un 51% la motivación científica. En ese orden de ideas mejoro en un 11% la concepción de la utilidad de la física en la cotidianidad logrando disminuir en un 41% la percepción de los estudiantes frente a las dificultades del aprendizaje de la física por tanto NanoBox logro ser un material educativo efectivo de motivación, interacción y aprendizaje en el aula de clase.

En la tesis de maestría de Torres (2018) ““Docente-nano”: Una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales en la educación media”. Tuvo como objetivo general diseñar una propuesta educativa para docentes de Ciencias Naturales de educación media (ciclo V) para la divulgación y enseñanza del concepto de nanomateriales, a partir de las dimensiones de alfabetización científica y tecnológica. La metodología se basó en un estudio de tipo cualitativo, desde el diseño de investigación-acción comprendida en 5 etapas: Selección de conceptos, definición de elementos y estructura, elaboración, implementación y evaluación; la población se conformó por 75 docentes en formación inicial y en ejercicio de las áreas de Física, Química y Biología de instituciones como la Universidad Antonio Nariño (UAN) y la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) de la ciudad de Bogotá.

Los resultados evidenciaron que el diseño de propuestas para la enseñanza y divulgación de la Nanotecnología en educación media bajo las dimensiones de alfabetización científica y tecnológica mejoraron los niveles de alfabetización en los participantes de igual manera, se reconoce que la mayor desventaja radica en la desactualización por parte de los docentes, así como el no contar con programas de capacitación para enseñar Nanotecnología a nivel didáctico y disciplinar. También fue posible demostrar que la enseñanza de este tema puede ser abordado desde distintas áreas de las ciencias naturales como (Física, Química y Biología) y podría aplicarse en grados inferiores inclusive desde la educación primaria.

Desde la perspectiva de enseñanza de la Nanomedicina, resulta complejo identificar estudios e investigaciones que propongan y aborden estrategias de enseñanza o experiencias de aula concretas. Aun cuando existen algunas publicaciones, resultan insuficientes para estimar un diagnóstico del estado actual. En ese sentido, se destacan varios de los autores anteriormente citados como (Serena, 2013) liberación de fármacos, (Alassia *et al.*, 2014) nanomateriales en medicina, y (Pájaro *et al.*, 2013) tratamiento y prevención de enfermedades mediante el uso de nanosensores, nanopartículas y nanotubos. Sin embargo, según la revisión bibliométrica el componente pedagógico y didáctico no ha sido concretamente explorado.

### **Prospectivas investigativas**

Cabe señalar, que uno de los mayores intereses en siglo XXI ha sido el desarrollo tecnológico e investigativo a escala nano, por lo que países como Estados Unidos han proyectado diferentes eventos de discusión en torno al desarrollo y proyección de una educación en nanociencias que permita una nueva generación científica enfocada en el campo, en hechos concretos, se realizan congresos y espacios de divulgación científica que integran los diferentes niveles de formación y otros sectores sociales diferentes a la educación que se encuentran interesados en el tema (Jackman, et al 2016;Fazarro *et al.*, 2011).

De acuerdo con Srinivas (2014) a nivel mundial el estudio e inserción de la nanociencia y nanotecnología en los currículos se realiza en programas pregrado, maestría y doctorado en universidades de Estados Unidos como: University of North Carolina at Charlotte, Louisiana Tech University, The State University of New York y la University of Central Florida. Así mismo, en el Reino Unido se encuentran las siguientes universidades: University of Manchester, University of Cambridge, University College London, University of Oxford, University of Sussex y University of Leeds. De igual manera, la India trabaja en diversas instituciones como: Andhra



University Visakhapatnam, Nano Indian: India's nanotechnology education and research portal, University of Madrás, Jadavpur University at Kolkata y Amity University, Noida. En ese sentido, Canadá ofrece programas nanotecnológicos en: University of Alberta, University of Toronto y University of Waterloo.

De igual manera, como lo expresa Srinivas (2014) en términos de formación profesional en Latinoamérica las universidades más relevantes que ofrecen programas nanotecnológicos en los distintos niveles de formación son: la Universidade Federal do ABC y el Centro Universitário Franciscano, UNIFRA en Brasil y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica y la Universidad de las Américas en México. Teniendo en cuenta lo anterior, es evidente que países desarrollados, así como sus instituciones de educación superior se interesen por ofrecer diversos programas académicos en Nanociencia y Nanotecnología, por lo tanto, esto genera un impacto no solo en el desarrollo tecnológico de este campo sino también en el diseño de estrategias que permiten llevar estos avances al campo educativo. En ese sentido, Meyyappan (2004) resalta el trabajo que países como Estados Unidos realiza para aunar esfuerzos entre diferentes institutos, centros de investigación y universidades con el objetivo de formar a las futuras generaciones desde niveles académicos iniciales desde actividades y estrategias que permiten el reconocimiento de los conceptos nanotecnológicos.

Como conclusión, se puede plantear que los retos en términos de investigación en didáctica de la nanomedicina para Colombia son:

**1. Generar espacios de divulgación científica entorno a la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina.**

En Colombia es necesario el fortalecimiento de los espacios planteados que ejercen la divulgación científica como los centros de ciencia, los clubs y los escenarios no convencionales de educación, de manera que generen estrategias de divulgación que incluyan este tipo de ciencias y que dichos acercamientos procuren darse desde los aspectos lúdicos y de esparcimiento, incluyendo las aplicaciones a la vida cotidiana que los dispositivos nanométricos puedan presentar

## **2. Plantear carreras y perfiles profesional que permitan el desarrollo científico disciplinar de esas ciencias.**

Según García Betancourt (2017) las problemáticas actuales demandan profesionales licenciados e ingenieros competentes con habilidades, conocimientos y perspectivas desde lo multidisciplinar y lo interdisciplinar con el propósito de generar nuevo conocimiento, aplicaciones, patentes que permitan potenciar el desarrollo tecnológico del país en lo referente a la nanotecnología, es aquí donde la educación toma especial relevancia por los aportes que puede ofrecer, desde la creación de nuevos modelos, estrategias y planes para el crecimiento de este campo emergente de conocimiento y la enseñanza de las ciencias.

En Colombia se reconoce la labor que vienen realizando las siguientes universidades que ofrecen programas en los distintos niveles académicos tal como se presenta en la siguiente tabla.

*Tabla 1. Programas de formación académica en relación con la nanociencia y nanotecnología en Colombia*

<b>Programa</b>	<b>Universidad</b>	<b>Grado académico</b>
Ingeniería en Nanotecnología	Universidad pontificia bolivariana	Pregrado
Bioingeniería y nanotecnología	Universidad central	Maestría
Nanotecnología aplicada en ciencias de la salud	Universidad del rosario	Educación continua

Estos esfuerzos que realizan las instituciones de educación superior anteriormente mencionadas son importantes porque promueven el desarrollo tecnológico del país ampliando la capacidad productiva, la revolución tecnológica, la producción de conocimientos entre otras (Jimenes & Armando, 2013) por lo que se tiene que seguir incentivando las vocaciones científicas en el área, desde niveles de educación básica, media y vocacional.

### **Desarrollar estrategias y materiales didácticos aplicados a los distintos niveles académicos incluyendo la formación docente**

Un aspecto importante que conecta todo lo anterior y que toma especial relevancia en el campo educativo es el diseño de estrategias y material didáctico para la enseñanza de la nanociencia y nanotecnología. En ese sentido, diferentes países han desarrollado algunos acercamientos curriculares desde estrategias didácticas de acercamiento a esta ciencia como las propuestas por (Mandrikas *et al.*, 2019) esta estrategia busca a partir de experiencias sencillas desarrollar la comprensión de los conceptos nano en estudiantes de Grecia. De igual manera, otros acercamientos se han hecho desde Meyyappan (2004) con los programas de la Nasa en el centro de investigación para niveles superiores de formación y se desarrolló desde temáticas como: nano propiedades, las técnicas de procesamiento (ascendentes y descendentes) y de microscopia electrónica, fuerza atómica y de efecto túnel, nanomateriales, nano electrónica entre otros.

Se evidencio anteriormente que en Colombia se están dando iniciativas que van desde la incursión de contenidos de Nanociencia y Nanotecnología en los micro currículos para básica media para la formación de habilidades científicas (Jaramillo *et al.*, 2013). El reconocimiento de

los conceptos y términos más usados en la Nanociencia (Rubiano, 2013). La divulgación y enseñanza del concepto de nanomateriales (nanotubos de carbono, fullerenos, dendrímeros) para estudiantes de educación media (Torres, 2018). El diseño de material educativo para la enseñanza de nanomateriales en estudiantes de básica media (Hernández & Ruano, 2016). De estas experiencias se busca propiciar estos espacios con el ánimo de generar nuevas estrategias y material didáctico y la forma de hacer aumentar esas estrategias es mediante la formación docente en el campo nanotecnológico.

## **5.2 Marco teórico**

### *5.2.1 Interdisciplinariedad*

La interdisciplinariedad tiene su origen en el siglo XX como un movimiento académico producto de diversos cuestionamientos filosóficos (López, 2012). En los últimos años, a raíz de los diversos avances en materia de conocimiento e investigación ha tomado importante relevancia para el estudio y desarrollo de nuevo conocimiento específicamente en el campo científico, pues la naturaleza cambiante de la sociedad exige analizar las diversas problemáticas desde una visión holística (Llano *et al.*, 2016). Precisamente el progreso de la ciencia ha sido producto del trabajo mancomunado y la interacción entre diversas disciplinas del conocimiento dando como resultado nuevas formas de concebir y dar respuesta a problemas cada vez más complejos (Ortiz, 2012)

Como señala Ortiz (2011) en la actualidad no solo se concibe la interdisciplinariedad también resulta pertinente hablar de transdisciplinariedad, multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad y polidisciplinariedad, sin embargo, son el resultado de pretender un abordaje más completo e integrado de los diversos fenómenos y la realidad (p. 4). En ese sentido, la interdisciplinariedad y su significado varía dependiendo el contexto en el que sea mencionada. Según Carvajal (2010) como se citó en (Van del linde, 2007) puede entenderse como una estrategia

pedagógica que involucra la interacción de diversas disciplinas que se valen del dialogo y la colaboración con el propósito de generar nuevo conocimiento (p. 159).

Por su parte, autores como Llano *et al* (2016) resaltan la importancia que presenta la interdisciplinariedad en función del cambio de actitud frente al conocimiento. Así mismo, si se realiza un abordaje pedagógico puede fomentar conocimientos, habilidades y formas de actuación a partir de la interacción entre distintas disciplinas. Del mismo modo, presenta diversas ventajas pues reconoce una perspectiva integral al tiempo que no solo estimula nuevos conceptos y rutas metodológicas para la comprensión de los fenómenos científicos sino también puede incrementar el potencial teórico de la ciencia (Ortiz, 2012). Por otra parte, frente a la articulación de la interdisciplinariedad en los procesos educativos cabe señalar que se existe una necesidad de generar espacios en los que sea posible constituir conexiones, relaciones y perspectivas propias de las diferentes disciplinas que garanticen al estudiante una formación integral (Espinoza Freire, 2018).

### *5.2.2 Análisis de libros de textos*

Particularmente, el libro de texto escolar se constituye no solo como mediador del aprendizaje por el estudiante sino también como un material curricular de uso común en los docentes (Braga & Belver, 2016). Para otros, han sido y siguen siendo un recurso de actualización científica del profesorado (De Pro *et al.*, 2008). Como cualquier recurso orientado a intervenir en el aprendizaje de los estudiantes, el libro de texto debe ser valorado en relación con la calidad didáctica de sus aspectos formales. Resulta pertinente analizar las imágenes y su vínculo con los mensajes textuales. Por otra parte, se han considerado desde una mirada técnica. En especial, el grado de realismo, calidad estética y valor ilustrado. Sin embargo, comentarios y criticas

mencionan en algunos la baja calidad, gráficos con frecuencia mal elaborados, esquemas incompletos y descontextualizados que dificultan su comprensión (Braga & Belver, 2016).

Del mismo modo, es oportuno analizarlo desde su potencialidad para favorecer la reflexión curricular en las aulas. El material curricular debe sustentar las bases didácticas que lo soportan además de la coherencia, aplicabilidad y la flexibilidad con la que otros puedan replicar y adaptarlo a su práctica de manera innovadora. Así mismo, debe contener estrategias, actividades y datos que promuevan la reflexión. Por ende, no es complejo deducir que los libros de texto están lejos de lograr los criterios anteriormente mencionados generalmente no manifiestan el proceso de elección que efectúan ni mucho menos presentan la procedencia de sus fuentes de información. (Braga & Belver, 2016).

*Tabla 2. Principales líneas de análisis para libros de texto*

<b>Línea de análisis</b>	<b>Descripción</b>
Análisis de los aspectos formales	Aspectos estéticos, formato estructurado o flexible, tipografía, índice, instrucciones de uso, resúmenes, introducciones, adecuación del lenguaje utilizado a los destinatarios, interacción entre el lenguaje verbal y la imagen, calidad didáctica de las ilustraciones, estrategias utilizadas para facilitar la lectura, etc.
Análisis metodológico	<b>Estructura y estilo de las tareas:</b> ¿Se resuelven con el propio material o es necesario acudir a otras fuentes? ¿Son tareas de diferente grado de complejidad? ¿Existen tareas que se deban resolver en largos periodos de tiempo? ¿Mayoritariamente individuales o colectivas? ¿Homogéneas/heterogéneas? ¿Qué tipo de aprendizaje promueven? ¿La secuencia de tareas se repite de unidad a unidad? ¿Promueven formas de expresión variadas y alternativas al lápiz y al papel? ¿El libro sugiere agrupamientos flexibles? <b>Evaluación:</b> ¿Qué criterios y procedimientos de evaluación promueve el libro de texto?
Análisis de mensajes	<b>Análisis del contenido:</b> actualización, relación con problemas sociales o de la vida cotidiana del alumnado, diversidad de fuentes utilizadas, presencia o ausencia de saberes populares, enfoque

Implicaciones para la profesionalidad docente	<p>estrictamente disciplinar o globalizador, presencia o ausencia de temas transversales, presencia o no de temas conflictivos en la propia comunidad científica. ¿Se justifica el porqué de la selección del conocimiento que se ha llevado a cabo? ¿Se incluyen referencias a la construcción histórica del conocimiento?</p> <p>¿Se explicitan las justificaciones de sus opciones y el proceso de toma de decisiones seguido? ¿Es un material didácticamente coherente? ¿Está experimentado? ¿Se incluyen recursos complementarios al propio libro tanto para profesorado como para alumnado? ¿Se incluye un libro del profesor/a con una programación completamente diseñada? ¿Sugiere en algún momento que los profesores/as preparen actividades complementarias? ¿Es un material diseñado para ser usado de una determinada forma? ¿Prevé posibles dificultades en su puesta en práctica? ¿Sugiere en algún momento estrategias de coordinación docente?</p>
Otras valoraciones	<p>Compara la propuesta curricular que hace el libro de texto con el currículum oficial. Compara el libro que has elegido con su equivalente en otra comunidad autónoma. Compara tu libro con otro de otra editorial para el mismo curso y materia. Compara tu libro con versiones digitales de la misma editorial.</p> <p>Valoración final y propuesta de mejora</p>

---

Fuente Braga y Belver (2016)

### 5.2.2 *Las ideas de Richard Feynman*

El siglo XX se caracterizó por diversos acontecimientos que dieron lugar a descubrimientos importantes en el campo científico como lo fue la estructura atómica. Al terminar la segunda guerra mundial el auge científico y tecnológico prosperó con el desarrollo de robots controlados, computadoras con software desarrollado entre otros. Así mismo, dio pie para iniciar una revolución tecnológica principalmente en el campo espacial frente al desarrollo de productos con base en materiales resistentes a las variaciones térmicas, el estudio de nuevos materiales y de sus

propiedades mostraron nuevas perspectivas hacia la ciencia, es aquí donde emergió el estudio de la nanociencia y nanotecnología (Alassia *et al.*, 2014).

En 1959 un físico llamado Richard Phillips Feynman presento su conferencia en la reunión anual de la Sociedad Americana de Física en el Instituto de Tecnología de California titulada “There’s is plenty of room at the bottom” (Hay mucho espacio en el fondo) en la que revoluciono la forma de concebir e imaginar la ciencia dando como resultado el origen a un campo de estudio conocido en la actualidad como nanotecnología (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2013).

En esta conferencia Feynman formulo al auditorio la siguiente pregunta “¿Por qué no podemos escribir los 24 volúmenes completos de la enciclopedia británica en la cabeza de un alfiler?” Dando así no solo una perspectiva distinta sino también una posibilidad de manipular, controlar y fabricar objetos desde una escala atómica (Alassia *et al.*, 2014; Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2013).

Feynman pronuncio las siguientes palabras textualmente como se citó en (Rubiano Ávila, 2013) “Los principios de la física, tal y como yo los entiendo, no niegan la posibilidad de manipular las cosas átomo por átomo... sería posible, en principio, para un físico sintetizar cualquier sustancia que el químico proponga. ... Se colocan los átomos donde diga el químico, y así se hace la substancia. Se podría ayudar a resolver los problemas de la química y de la biología si desarrollamos nuestra habilidad para ver lo que estamos haciendo, y para hacer cosas al nivel atómico". Richard Phillips Feynman 1959.

Cabe señalar que este discurso no fue bien recibido por la comunidad científica del momento como lo afirma Rubiano (2013) precisamente por pensar en una manipulación de los



objetos a escala atómica puesto que, lo común era hacerlo de lo macro a lo micro (Top-down) y no de lo micro a lo macro (bottom-up) como lo planteaba. Estas ideas junto con las preguntas que acompañaban su discurso generaban nuevas perspectivas de concebir la ciencia como ¿Cuáles son los problemas más fundamentales de la biología hoy? ¿Cuál es la secuencia de bases en el ADN? ¿Qué ocurre cuando hay una mutación? ¿Cuál es la organización de los microsomas? ¿Cómo se sintetizan las proteínas? En la fotosíntesis ¿Dónde está la clorofila? (p 57)

### *5.2.3 Concepto de Nano*

Proviene de la palabra griega *vávoç* (nanos) que significa enano. Así que, en la ciencia y la tecnología, el prefijo nano se utiliza en unidades de medida que van desde los 0,1 hasta los 100 nm. A manera de ejemplo, 1 nanómetro (abreviado como nm) desde una escala de longitud, es una milmillonésima parte de un metro, definición que resulta algo abstracta. Para comparar una perspectiva más tangible, un solo cabello humano tiene unos 80.000 nm, un glóbulo rojo tiene aproximadamente 7.000 nm de ancho y una molécula de agua tiene casi 0,3nm de ancho. Dicho de otro modo, 1 nanómetro puede representar el espesor de unos pocos átomos (aproximadamente 0,2 nm) como por ejemplo una lámina de grafeno de una sola capa hasta materiales y moléculas más complejas como el ADN (Karanassios, 2018; The Royal Society, 2004).

### *5.2.4 Nanociencia*

En el año 2004 se publicó: “La nanociencia es el estudio de los fenómenos y manipulación de materiales a nivel atómico, molecular y macromolecular, donde las propiedades pueden ser muy diferentes a las presentadas en una escala mayor” (The Royal Society, 2004), siendo una de las definiciones ampliamente reconocidas a pesar de no incluir unidades de escala. En ese sentido, la nanociencia tiene como complemento la Nanotecnología, la cual, abarca una variedad amplia de herramientas, técnicas y aplicaciones potenciales.

Autores como Alassia *et al*, 2014, mencionan que la nanociencia da las pautas para pensar en una ciencia que procura representar modelos de lo diminuto, tomando como referencia la nano escala y las interacciones que ocurren entre dimensiones de 1 y 100 nanómetros. Mientras que la nanotecnología es la aplicación tecnológica de la nanociencia. (p 34)

#### *5.2.5 Nanotecnología*

Las nanotecnologías son el diseño, la caracterización, la producción y la aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas mediante el control de la forma y el tamaño a escala nanométrica. Desde luego, estas dos ciencias no son nuevas, los químicos han venido trabajado en la fabricación de polímeros (grandes moléculas formadas por subunidades a nanoescala), Inclusive, las aplicaciones van desde chips para ordenadores y dispositivos electrónicos hasta herramientas que permiten examinar y sondear moléculas y átomos con mayor precisión (The Royal Society, 2004).

Desde el punto de vista de Lechuga (2011) se define como el “desarrollo de ciencia y tecnología a niveles atómicos y moleculares, en la escala de aproximadamente 1-100 nm, para obtener una comprensión fundamental de fenómenos y materiales en dicha escala nanométrica y para crear y usar estructuras, dispositivos y sistemas que tengan nuevas propiedades y funciones debido a su tamaño” (p. 98).

#### *5.2.6 Nanomedicina*

Como tal, las referencias del uso de nanopartículas en relación con la medicina aparecieron a finales de la década de 1970 que hasta hoy suma más de 10.000 publicaciones anuales. Es así que, el término “Nanomedicina” surgió finalizando el siglo XX y, solo hasta el año 2005 algunas publicaciones incluían este término. Para el año 2015, la Web of Science informa que más de 1000 artículos fueron publicados sobre nanopartículas de uso biomédico. La Fundación Europea de la

Ciencia afirma que “La Nanomedicina utiliza herramientas de tamaño nanométrico para el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades cuyo propósito es lograr una mayor comprensión de la compleja patofisiología subyacente de las enfermedades y, cuyo objetivo final es mejorar la calidad de vida” (European Science Foundation, 2005).

Sin embargo, algunos autores como Boisseau & Loubaton (2011) discrepan frente a la definición adecuada de “Nanomedicina”. A pesar de ser una expresión ampliamente conocida y mencionada afirman que no hay Nanomedicina, sino nanotecnología aplicada a la medicina. Además, los autores exponen que esta definición difiere levemente a ambos lados del Océano Atlántico. Como se citó en (Boisseau & Loubaton, 2011) “The US National Nanotech Initiative parte de reconocer la nanotecnología para comprender y controlar la materia en dimensiones entre 0,1 y 100 nm con ayuda de la ciencia, la ingeniería, y la tecnología de la nanoescala. Por ende, la Nanomedicina es la aplicación de la nanotecnología a la medicina (p. 2). Mientras que, la Fundación Europea de la Ciencia, señala que el campo de la Nanomedicina es la ciencia y la tecnología del diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones traumáticas para aliviar el dolor, valiéndose de herramientas moleculares y el conocimiento molecular del cuerpo humano (European Science Foundation, 2005).

Los nanomateriales usados en esta Nanotecnología ofrecen una alta sensibilidad y selectividad por sus propiedades físico-químicas y relación superficie-volumen que adquieren en la escala nanométrica  $10^{-9}$  m (nano =  $10^{-9}$ ) (Quirola *et al.*, 2018). Por ejemplo, si un nanomaterial se diseña para ser selectivo en la marcación de una célula cancerígena, las técnicas de imagen nos ayudan a hacer el seguimiento y adquirir la información de la morfología de este cumulo de células y de esta manera aplicar metodologías para destruir solo este tipo de células sin afectar células sanas, evitando que la enfermedad se propague a sus estados más avanzados (D.-H. Kim, 2018).

El sistema inmunológico es una barrera en la aplicación directa de nanomateriales, porque sus propiedades bloquean la acción de los nanomateriales, sin embargo, estas propiedades del sistema inmunológico son aprovechadas por los investigadores para volver invisible los nanomateriales dentro del cuerpo humano (Farokhzad, 2015). Los investigadores cubren los nanomateriales en membranas de celulares como las plaquetas, evitando que el sistema inmunológico las capte y evite su acción en la célula específica (Moghimi *et al.*, 2016). Cuando el nanomaterial llega al alvo, libera su principio activo por medio de la interacción con técnicas físicas o químicas externas para tratar la enfermedad puntualmente y tener control de su eliminación del cuerpo, sin afectar los procesos de coagulación de la sangre (Farokhzad, 2015; Moghimi *et al.*, 2016).

Los conceptos interdisciplinarios entre las ciencias puras e ingeniería son fundamentales para el diseño de los nanomateriales (Jackman, *et al.*, 2016; Park, 2019; Yawson, 2010). Cuando se aplican estos conceptos interdisciplinarios a las propiedades fisicoquímicas del nanomaterial, los investigadores lo tornan funcionales. La funcionalización de los nanomateriales permite nuevas propiedades para activación del nanomaterial en condiciones específicas en el cuerpo humano (Karimi *et al.*, 2017; Yoshida & Lahann, 2008). Por ejemplo, un nanomaterial se puede funcionalizar física o químicamente uniéndolo a su superficie biomoléculas como proteínas, aptámeros, anticuerpos específicos, fluoróforos, etc, para que de esta manera adquieran funciones de tratamiento, diagnóstico o terapia en los tejidos o células de interés médico (Ku *et al.*, 2010; Veerapandian & Yun, 2011; Wu *et al.*, 2015).

#### *Nanomateriales para el diagnóstico y el tratamiento*

El diseño adecuado de estos nanomateriales es crucial en nanomedicina, conocer y caracterizar sus propiedades fisicoquímicas como estabilidad (Barhoum *et al.*, 2018), morfología

(Mayeen *et al.*, 2018), carga superficial (Barhoum *et al.*, 2018), dispersión de tamaño (DeLoid *et al.*, 2017), solubilidad (Barhoum *et al.*, 2018), biodispersión (R. Chen & Riviere, 2017) y posible toxicidad (Rycroft *et al.*, 2018) es muy importante para alcanzar los estándares de calidad para la aplicación en el cuerpo humano (Germain *et al.*, 2020). Por ejemplo, para la liberación de fármacos (*drug delivery*), los fármacos pueden ser incorporados en nanopartículas por medio de la funcionalización por enlaces covalentes o adsorbidos electrostáticamente en su superficie (Journal *et al.*, 2016).

Estos abordajes pueden ser entendidos desde nuestros conocimientos básicos en física, química y biología (Quirola *et al.*, 2018), lo cual torna esta nanotecnología interesante en el diseño de metodologías didácticas para educación media, usando como insumo principal las propiedades físicas de los nanomateriales en problemas actuales de la nanomedicina, principalmente en diagnóstico, tratamiento y terapia.

Lo fundamental a este punto, es conocer qué tipo de nanomaterial es más eficiente para las diferentes aplicaciones propuestas en nanomedicina, por consiguiente, se presenta los principales nanomateriales desde sus propiedades físicas-químicas.

#### *Nanomateriales Metálicos.*

Los metales en la escala nanométrica  $10^{-9}$ , presenta propiedades ópticas, catalíticas y electrónicas propias por su estructura cristalina (Ovid'ko *et al.*, 2018). Estas propiedades se aprecian en la interacción con la radiación electromagnética, que en frecuencias específicas produce oscilación coherente de los electrones libres de su superficie cuando entran en resonancia con la radiación, esta oscilación es conocida como resonancia plasmónica de superficie (*SPR*, *Surface plasmon resonant*) (Wu *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2018).

El oro a escala nanométrica es ampliamente usado en Nanomedicina debido a su elevada estabilidad y absorción de la luz en el espectro electromagnético visible, óptimo para aplicaciones médicas (Manuguri *et al.*, 2018; Materials, 2015; J. Xu *et al.*, 2014). Nanopartículas en oro con diámetros entre 4 y 50 nm interactúan con la radiación electromagnética en las longitudes de onda entre 510 nm y 530 nm, activando la *SPR* (Jung *et al.*, 2012; Salimi *et al.*, 2018; Toubanaki *et al.*, 2016). Estas nanopartículas pueden ser usadas en aplicaciones de diagnóstico de enfermedades como biosensores y como sistema de transporte de moléculas en drug delivery (Carabineiro, 2017).

Otra interesante aplicación de la interacción de la radiación electromagnética con nanomateriales metálicos es la conversión de la luz absorbida en calor (J. Kim *et al.*, 2016). Este calor es aprovechado en nanomedicina para destruir selectivamente células cancerígenas, en un proceso llamado fototerapia (F. Chen & Cai, 2015). Las radiaciones óptimas para estas aplicaciones en pacientes están en la radiación infrarroja-cercana (650 nm a 900nm) ya que esta radiación penetra los tejidos, donde la radiación no afecta la hemoglobina y el agua ya que tienen un coeficiente de absorción bajo en esta radiación (F. Chen & Cai, 2015).

Esto es una ventaja respecto a los materiales fototérmicos convencionales aplicados en medicina, ya que el nanomaterial puede ser adaptado en su morfología y forma, por ejemplo, manipular el nanomaterial de una forma esférica (nanopartícula) a un nanobastón (*nanorods*) para aprovechar su relación superficie-volumen y aumentar la absorción electromagnética (F. Chen & Cai, 2015), además de esto, funcionalizar con un fármaco para liberarlo en el proceso de calentamiento, tornándose un nanomaterial teranóstico útil en terapia génica, diagnóstico temprano de enfermedades y destrucción selectiva de células cancerígenas (Lammers *et al.*, 2011).

### *Nanomateriales de carbono*

El carbono es uno de los elementos químicos más abundante en la naturaleza y mejor aprovechados por la nanotecnología (Dresselhaus & Dresselhaus, 1997). Nanomateriales de carbono con enlaces  $sp^2$  tienen propiedades ópticas, electrónicas, mecánicas y químicas únicas para muchas aplicaciones en nanomedicina (Dresselhaus & Dresselhaus, 1997; Pyun, 2011). Los nanotubos (nanomateriales de una dimensión, 1D) y el grafeno (nanomateriales de dos dimensiones, 2D) son los más interesantes y con un gran potencial en la nanomedicina (Mao *et al.*, 2013; Marchesan *et al.*, 2015). Los biosensores de nanomateriales de carbono han mostrado un alta selectividad y sensibilidad en una gran diversidad de biomoléculas que conllevan a enfermedades (Q. Wang & Wang, 2018), en *drug delivery* es muy importante por la facilidad de funcionalizar y soportar ambientes ácidos como el de las células cancerígenas, liberando la sustancia activa de forma efectiva (Iannazzo *et al.*, 2017). Además son aplicados en fototerapia, ya que posee una absorción electromagnética en el infrarrojo sobresaliente sobre materiales convencionales en medicina tradicional (De Melo-Diogo *et al.*, 2019).

Los nanotubos de carbono funcionalizados con polietileno glicol (PEG), un polímero biocompatible y biodegradable en el cuerpo humano y paclitaxel un anticancerígeno quimioterapéutico han conseguido una mayor supresión del crecimiento de las células cancerígenas de mama debido a la adherencia del nanomaterial funcionalizado en estas células por interacciones fisicoquímicas y aumentado la captación del anticancerígeno en las células albo (Son *et al.*, 2016).

### *Puntos cuánticos*

Más conocidos como quantum dots (*Qdots*), son nanopartículas semiconductoras luminiscentes usadas en imágenes molecular y drug delivery (Kamila *et al.*, 2016). De la misma

manera que los nanomateriales de carbono, los quantum dots son tóxicos para el cuerpo humano ya que liberan selenio y cadmio, lo cual produce especies reactivas de oxígeno que en exceso mata las células (Kamila *et al.*, 2016). En la actualidad los quantum dots se usan como nanomateriales de biodistribución y farmacología en sistemas *in vivo*, ya que por su tamaño 2nm a 10nm en interacción con radiación electromagnética genera picos de emisión óptimos para el diagnóstico por imagen especialmente microscopia de fluorescencia (G. Xu *et al.*, 2016). Por su tamaño y liberación de sustancias toxicas, el diseño del material tiene que cumplir con estándares de seguridad óptimas para el uso en sistemas vivos (J. Wang *et al.*, n.d.).



## 6. METODOLOGÍA

Los siguientes apartados, describen y establecen los aspectos propios para materializar esta investigación como lo son: enfoque, tipo de investigación, participantes Finalizando, con las diferentes fases o etapas a desarrollar, así como de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

### ***6.1 Enfoque de la investigación***

Esta investigación se enmarca dentro del enfoque cualitativo, cuya naturaleza permita estudiar la realidad del contexto educativo frente a la articulación de Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina en libros de texto de uso común en la educación media. De modo que, se pretende estudiar la relación que establecen las personas con los significados que les confieren particularmente a los hechos y sus experiencias como fuente de conocimiento que les permite una visión e interpretación de su mundo (Vasilachis de Gialdino *et al.*, 2006).

### ***6.2 Tipo de investigación***

Por ende, resulta conveniente para este estudio acoplar un paradigma de tipo descriptivo puesto que, presenta una serie de planteamientos y perspectivas al momento de describir las características, propiedades y dimensiones inherentes al contexto del objeto de estudio o determinada variable (Niño, 2011). Así que, nuestro objeto de estudio se fundamenta en el análisis de los libros de texto de física de uso frecuente en los docentes participantes para secundaria básica (grados 10° y 11°) en relación con la articulación de conceptos o temáticas relacionadas con la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina.

### ***6.3 Participantes e instituciones participantes***

Para el desarrollo de esta investigación se contó con la participación de 6 docentes pertenecientes a instituciones educativas públicas y privadas quienes orientan la asignatura de

física en educación media en los departamentos de Boyacá y Antioquia. De los cuales dos son Licenciados En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental. Así mismo, dos de los docentes son licenciados en Física nombrados por el magisterio en Boyacá. Por último, los dos docentes restantes tienen sus títulos en Física pura e Ingeniería mecánica respectivamente, los cuales tienen estudios en pedagogía e investigación.

### *6.3.1 Descripción general de las instituciones participantes*

En cuanto a las instituciones participantes a continuación, se describe aspectos como: carácter de la institución, niveles académicos, articulación con la media técnica, algunos apartados de la misión y su modelo pedagógico.

#### **Institución educativa (I1)**

Colegio técnico de carácter público y mixto ubicado en el municipio de Chiquinquirá en el departamento de Boyacá. Ofrece educación en todos los niveles académicos desde preescolar, primaria, secundaria y básica media, actualmente está articulada con la media técnica en especialidades académicas e industriales tales como: Electricidad, Diseño, metalmecánica, sistemas y fundición, ofrecidas por diversas instituciones de carácter público y privado del departamento. Lo cual, garantiza a sus estudiantes una formación integral, competente y líderes generadores de cambio para su comunidad con proyección laboral.

#### **Institución educativa (I2)**

Institución educativa del municipio de Itagüí en el departamento de Antioquia de carácter público, mixta, incluyente y humanista que ofrece una formación en los niveles de básica primaria, secundaria, media básica, educación para adultos y modelos flexibles. Este año la institución inicio procesos de articulación tecnológica con la media. De esta manera, pretende formar personas

integradas con capacidades críticas desde 3 dimensiones: el ser, el que hacer y el saber con un marcado modelo pedagógico social frente a diversos aspectos como son la sexualidad, los derechos humanos y la convivencia.

### **Institución educativa (I3)**

Institución educativa urbana mixta situada en la ciudad de Tunja en el departamento de Boyacá de carácter público, la cual brinda educación en los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y básica media y vocacional así mismo, se articula con programas complementarios de formación técnica. Su modelo pedagógico es de tipo humanista e incluyente enfocado hacia la educación para la productividad que propende por la formación de personas autónomas, con valores íntegros y capaces de adaptarse al mundo globalizado.

### **Institución educativa (I4)**

Colegio técnico de corte industrial y mixto situado en el municipio de Villa de Leyva en el departamento de Boyacá de carácter público que ofrece educación en los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y media bajo un enfoque técnico e industrial en diversas especialidades como; Dibujo técnico, metalistería, mecánica industrial y electricidad donde se forman estudiantes con valores éticos y morales, autónomos e innovadores ante los constantes cambios del mundo laboral.

### **Institución educativa (I5)**

Fundación pedagógica de carácter privado ubicada en la ciudad de Tunja en el departamento de Boyacá. Brinda educación mixta desde los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y media la cual está fundamentada en una filosofía en pro del desarrollo de habilidades en tres dimensiones: la comprensión de sí mismo, del otro y de lo otro donde los estudiantes son

participes de su proceso formativo apoyado en la investigación, líneas de pensamiento y electivas de profundización que le permiten contar con las herramientas necesarias para una mejor comprensión del entorno.

### **Institución educativa (I6)**

Colegio de corte religioso y de fundamento humanista, situado en el municipio de Duitama en el departamento de Boyacá, cuenta con educación en los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y educación media y vocacional. Caracterizado por la formación integral de los estudiantes desde los valores religiosos, éticos y morales.

## ***6.4 Momentos para el desarrollo de la investigación***

### **Fases metodológicas**

A continuación, se describen las fases e instrumentos de recolección y análisis de datos para llevar a cabo esta investigación.

*6.4.1 Fase exploratoria y de elaboración de instrumentos de recolección de la información:* Durante esta fase, se realizó una revisión documental en la base de datos Scopus, motores de búsqueda como Google académico, Google Dataset Search, Redalyc, Dialnet, Scielo, repositorios de diferentes instituciones como Universidad Nacional del Colombia, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia y Universidad Distrital Francisco José de Caldas, revistas académicas y artículos enfocados principalmente hacia la enseñanza y divulgación de la Nanociencia, la Nanotecnología y la Nanomedicina en los contextos escolares de básica media tanto a nivel internacional como nacional. Una vez identificados los autores y sus publicaciones se destinaron al gestor bibliográfico Mendeley.

La segunda parte de esta fase, consistió en la elaboración y adaptación de una entrevista semiestructurada como instrumento de recolección de la información. Teniendo en cuenta las consideraciones éticas y el tratamiento de datos personales se elaboró el respectivo consentimiento informado donde se expresa el propósito de la investigación, los alcances, objetivos, recalando que el uso de dicha información tiene expresamente fines académicos e investigativos. (Ver anexo 1).

### **Entrevista semiestructurada**

Para complementar la información y con el ánimo de evitar sesgos en los datos, se implementó una entrevista semiestructurada teniendo como referencia autores como Calderero (2002) y su “Estudio de libros de texto de ciencias de la naturaleza mediante análisis cuantitativo basado en la teoría de los grafos” y Rojas Niño (2016) en su estudio “Análisis de libros de texto sobre la enseñanza de especies no carismáticas en la escuela primaria” donde se indaga la relación que los docentes establecen con los libros de texto de uso frecuente y su enseñanza en un contexto educativo particular. Las preguntas fueron adaptadas con el propósito de aplicarlo en el contexto educativo colombiano. Es preciso destacar, que para generar resultados concretos y dilucidar una opinión más amplia por parte de los docentes, se diseñaron 5 preguntas complementarias.

De esta manera, se presenta el formato de entrevista (Ver Anexo 2) el cual permitió indagar e identificar en los docentes sus percepciones sobre tres secciones tituladas: Perfil docente, Relación docente – libro de texto y ¿cómo enseño la física? De acuerdo con lo anterior, se presenta a continuación la tabla 3 que contiene las preguntas realizadas a los docentes participantes.

Tabla 3. Preguntas realizadas durante la entrevista a los docentes participantes

ENTREVISTA DOCENTE			
Sección	Objetivo	Preguntas	Preguntas complementarias
Perfil profesional	Identificar el perfil profesional de los docentes, así como su área de campo.	1. ¿Mencione concisamente su perfil profesional, título, experiencia como docente y asignaturas que orienta en la institución?	¿La institución es de carácter público o privado?  ¿Cuántos estudiantes tiene en grado 10 y 11 respectivamente?
Relación docente - libros de texto	Registrar la opinión de los docentes participantes en relación con el libro de texto en la enseñanza de la física.	2. ¿Qué libros de texto utiliza frecuentemente en sus clases de física?	En caso de no utilizar libros de texto ¿Qué tipo de recurso(s) articula para desarrollar sus clases de física?
		3. ¿Qué razones motivan a utilizar el (los) libro(s) de texto?	
¿Cómo enseñó la Física?	Conocer la manera que los docentes enseñan y organizan los contenidos curriculares para física en 10 y 11.	4. ¿Cómo Docente que le gustaría encontrar en esos libros de texto para enseñar física?	
		5. ¿De qué manera asume usted la enseñanza de la física en sus clases?	
		6. ¿Sigue los lineamientos curriculares del MEN en su planeación curricular?	
		7. Considera usted que desde los libros que utiliza ¿se aborda un componente interdisciplinar en la enseñanza de la física?	
		8. Cree usted que enseñar las ciencias de manera interdisciplinar puede lograr un mayor interés por las ciencias naturales en especial por la física ¿Por qué?	¿Conoce usted el potencial que presenta la nanociencia y nanotecnología en la enseñanza de las ciencias naturales específicamente de la física?  De ser así ¿aborda temas, conceptos o contenidos de nanociencia, nanotecnología

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4.1 Fase de recolección, selección de libros de texto y sistematización de la información

En esta fase, se realizaron en total 6 entrevistas a docentes que participaron voluntariamente en este trabajo de investigación, a partir de las respuestas proporcionadas, se procedió a la selección de los libros de textos de uso frecuente en los docentes de física con los que guían sus clases en el contexto de educación media en instituciones educativas de los departamentos de Boyacá y Antioquia.

Una vez identificados los libros de texto, fueron seleccionados aquellos que la institución suministra para el desarrollo de las clases de física, así mismo, tuvieron relevancia los textos de preferencia en los docentes participantes, con el objetivo de aplicar el respectivo análisis del contenido a partir de los criterios asignados. En ese sentido, los docentes proporcionaron 5 libros en su versión electrónica. Consecutivamente, los datos generales del libro de texto fueron agrupados en una tabla establecida por Rojas Niño (2016) como son: Título, autor(es), año, editorial, grado y cantidad.

*Tabla 4. Formato de registro para los libros de texto seleccionados*

N°	Título	Autor(es)	Año	Editorial	Grado

La información recolectada en las entrevistas fue transcrita sin omitir detalles, palabras y opiniones con el propósito de evitar sesgos en el análisis. Es por eso que las respuestas fueron consignadas en una base de datos en Microsoft Excel.

#### 6.4.2 Fase de análisis de la información

**Análisis de las percepciones docentes:** En cuanto al análisis y presentación de los resultados adquiridos durante esta investigación se basó desde las técnicas de clasificación y categorización aplicadas a entrevistas con preguntas abiertas que sugieren autores como Pozo (2001) para el tratamiento de datos en investigaciones cualitativas. Sus técnicas consisten básicamente en separar y clasificar de manera individual las respuestas frente a las percepciones principales en sub categorías y grupos de categorías generales.

Respecto a las respuestas producto de las entrevistas, estas fueron analizadas por medio del software de análisis cualitativo “ATLAS.ti” el cual permite establecer y organizar relaciones de palabras o ideas a partir de grupos de códigos y subcódigos dando como resultado redes semánticas. Por otra parte, en función de garantizar el anonimato de los docentes y de las instituciones se asignó a cada uno un código, por lo tanto, D1 (docente 1) corresponde a I1 (institución 1), D2 pertenece a la I2 así para cada uno de los 6 participantes.

**Análisis del contenido de los textos seleccionados:** En relación con la información suministrada y recopilada durante la aplicación de las entrevistas, se adaptó según el estudio de Rojas Niño (2016) una tabla para el análisis del contenido con la siguiente información: Nombre del libro, grado, número total de páginas, unidad, sección y página/contenido, en la que se detallan los contenidos presentados en los libros de texto seleccionados específicamente los relacionados con la enseñanza interdisciplinar y aquellos que pueden aproximarse al estudio de la nanotecnología y la nanomedicina.

*Tabla 5. Formato de anotación para el análisis de los libros de texto*

Nombre del libro	Grado	Total Páginas	Unidad	Sección	Página/contenido



De igual manera, fue necesario seleccionar criterios que permitieron efectuar el análisis de contenido en los libros de texto mediante una rúbrica. Estas categorías y criterios fueron extraídos a partir de dos estudios; el primero, realizado por Rojas Niño (2016) donde efectuaron un análisis del contenido a partir de 3 categorías (explicación del tema, Actividades desarrolladas y trabajo complementario). Mientras que el segundo efectuado por Klein et al (2004) en el cual aborda categorías y criterios de análisis enfocados principalmente en aspectos interdisciplinarios.

Por otra parte, la rúbrica se complementó con aspectos que permitieron verificar la pertinencia de los conceptos que se están presentando en los libros, así como también la contextualización de los mismos. De igual manera, su aplicación refleja en efecto, si los contenidos contemplan temas propios de la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina. Los datos obtenidos están sistematizados en el formato diseñado para su posterior análisis.

## 7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Conforme a las consideraciones éticas establecidas por la vicerrectoría académica, dirección de investigaciones y comité de ética para la investigación científica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el año 2014 en la cual, se presentan las normas éticas propias de la investigación científica, el manejo ético y confidencial de la información de acuerdo con las normas constitucionales y legales sobre la proyección de datos personales (ley de habeas data) entre otras consideraciones.

El propósito de esta investigación fue promover espacios para el análisis de contenido en libros de textos y planes de estudio utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en el contexto de educación media, Por tanto, esta investigación no representa ningún tipo de riesgo para la población participante que corresponde a docentes de educación media ni para las instituciones educativas. La información colectada tendrá un manejo ético tal y como lo dispone la resolución 8430 de 1993 en su capítulo 3, en la cual manifiesta la inclusión del consentimiento informado destinado a los participantes, es por ello que se tomara como modelo de referencia el establecido por el grupo de investigación WAIRA, ambiente, comunidad y desarrollo (Ver anexo 1). Donde se informa el objetivo y alcances de la investigación, su participación voluntaria con la respectiva firma de aceptación, así como la posibilidad de desistir cuando el participante lo considere.

En este sentido, en el estudio/investigación se obtendrán grabaciones de las entrevistas ofrecidas por profesores participantes. Así mismo, se les informara los propósitos de la investigación y para mencionar a los participantes si lo desean en los resultados, se utilizan códigos que permiten asegurar su anonimato: D1, D2, D3. De igual manera, para las instituciones I1, I2, I3 etc. En el caso de segmentos de las entrevistas se utilizarán nombres ficticios. Se aclara que los

resultados derivados durante y después de la investigación únicamente tendrán fines investigativos, académicos para la elaboración de artículos y presentaciones en eventos.

## 8. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos durante esta investigación dando respuesta a cada objetivo específico planteado:

### *8.1 Caracterización de las percepciones docentes sobre el uso de libros de texto y la enseñanza de nanotecnología y nanomedicina en el contexto de básica media.*

Respecto a lo anterior, se presentan los resultados extraídos desde las entrevistas de 6 docentes quienes en su mayoría laboran en instituciones educativas publicas mientras que, una minoría lo hacen en instituciones de carácter privado. A partir de esto, las respuestas de las entrevistas fueron analizadas con el programa informático ATLAS.ti a partir del uso de grupos de códigos y sub-códigos, y de esta manera relacionar y sintetizar semánticamente aspectos clave de las percepciones de los docentes frente a cada una de las preguntas planteadas. De manera general, se crearon 10 grupos de códigos, algunos presentan 1, 2 o 3 sub-códigos. Una vez codificadas las respuestas década una de las entrevistas se construyeron 10 redes semánticas. Por ejemplo: para la primera pregunta se estableció el grupo de código (Perfil docente) el cual está compuesto por 3 sub-códigos (Título profesional, asignaturas orientadas y experiencia docente) ahora bien, las citas (en realidad son las respuestas) se desprenden de cada uno de estos tal como se muestra en seguida.

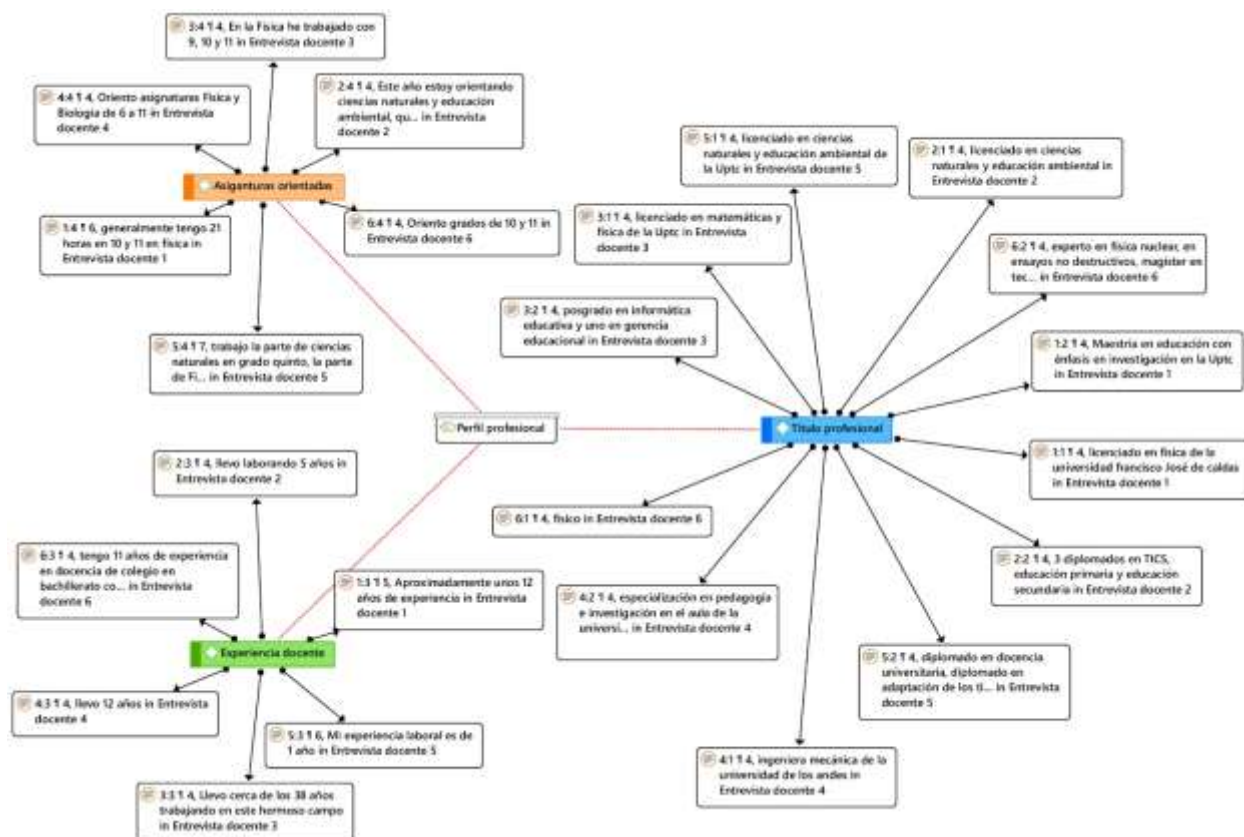


Figura 5. Red semántica pregunta (1) ¿Mencione brevemente su perfil profesional, experiencia como docente, asignaturas que orienta, grados en los que orienta y estudiantes por grado?

Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en la red semántica, en lo que respecta al título profesional, experiencia docente y asignaturas que orienta: El Docente 1 es licenciado en física con maestría en educación con 12 años de experiencia, orienta actualmente asignaturas de física para grado 10° y 11° y geometría y fisicoquímica de grado sexto a noveno. El Docente 3 también es licenciado en física y matemática con posgrado en informática educativa y en gerencia educacional, tiene 38 años de experiencia docente, este año orienta la asignatura de física de 9° a 11° grado. Por otra parte, los D2 y D5 son Licenciados En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental, D2 lleva 5 años en el ejercicio docente orientando por ahora física en los grados 9° y 11° mientras que D5 con 1 año de experiencia docente y orienta asignaturas de Física y Química desde grado 6° a 11°.

Por otra parte, la D4 es ingeniera mecánica con especialización en pedagogía e investigación en el aula con 12 años de experiencia en las aulas, actualmente orienta Biología y Física desde grado 6° a 11°. Por último, el D6 es físico experto en física nuclear y ensayos no destructivos, es magister en tecnologías universitarias de la información con experiencia en el campo docente en instituciones educativas como en universidades del departamento de Boyacá con 11 años de experiencia, orienta física únicamente en los grados 10° y 11°.

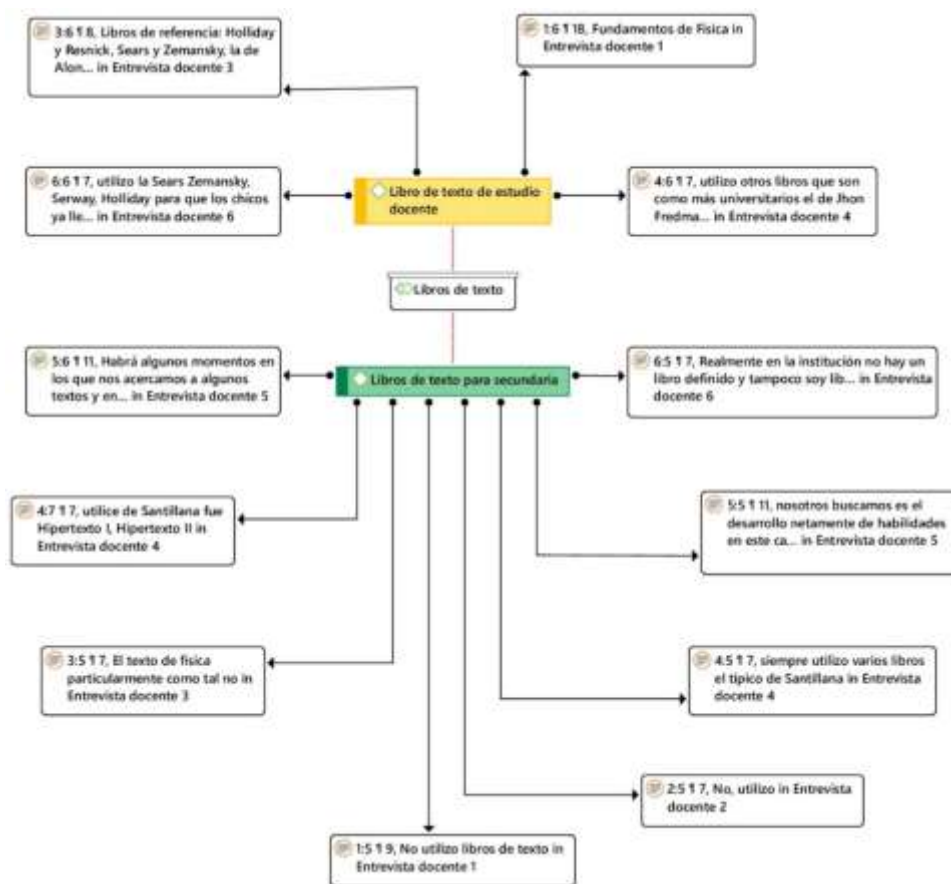


Figura 6. Red semántica pregunta (2) ¿Qué libros de texto utiliza frecuentemente en sus clases de física?

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior hace referencia al uso del libro de texto para la enseñanza de la física y/o para su actualización y formación constante por parte de los docentes, en ese sentido se puede

inferir que el grupo compuesto por D1, D2, D3 y D6 no utilizan un libro de texto definido como herramienta didáctica en los procesos de enseñanza de física. Por su parte D4 si utiliza libros de texto de la editorial Santillana como Hipertexto I y II y algunos de formación pre y universitaria como la Sears Zemansky y Serway. Las razones que motivan a los docentes a no utilizar libros de texto en estos momentos principalmente se da por la emergencia sanitaria producto de la pandemia del Covid-19 obligándolos a replantear sus metodologías y emplear material de internet, puesto que los textos son suministrados por lo general por la institución. Así mismo, D5 manifiesta que *“la filosofía de la institución está fundamentada en el desarrollo de habilidades científicas dirigidas hacia el área de física en la que lógicamente se da un abordaje conceptual pero no es un currículo centrado en las temáticas, ni en los libros de texto por tal razón no utilizamos un libro de texto que sea guía o frecuente en las clases”*.

Sin embargo, D1, D3, D4 y D6 utilizan algunos textos de referencia con el propósito de fortalecer y actualizar sus conocimientos, los textos mencionados por este grupo de docentes son: Física universitaria Sears Zemansky y de autores como Serway, Holliday y Resnick y Tipler. Es posible deducir que el libro de texto ya no es una herramienta de uso cotidiano en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de física a razón de las circunstancias por las que la educación y las instituciones han enfrentado desde el surgimiento de la pandemia del Covid-19 además como se pudo constatar en la respuesta de D5 los modelos pedagógicos y didácticos de algunas instituciones hacen hincapié en el desarrollo de competencias científicas desde procesos de enseñanza válidos y experimentales. Se resalta que los libros de texto siguen siendo uno de las fuentes de conocimiento y especialmente de formación para la mayoría de los docentes entrevistados.

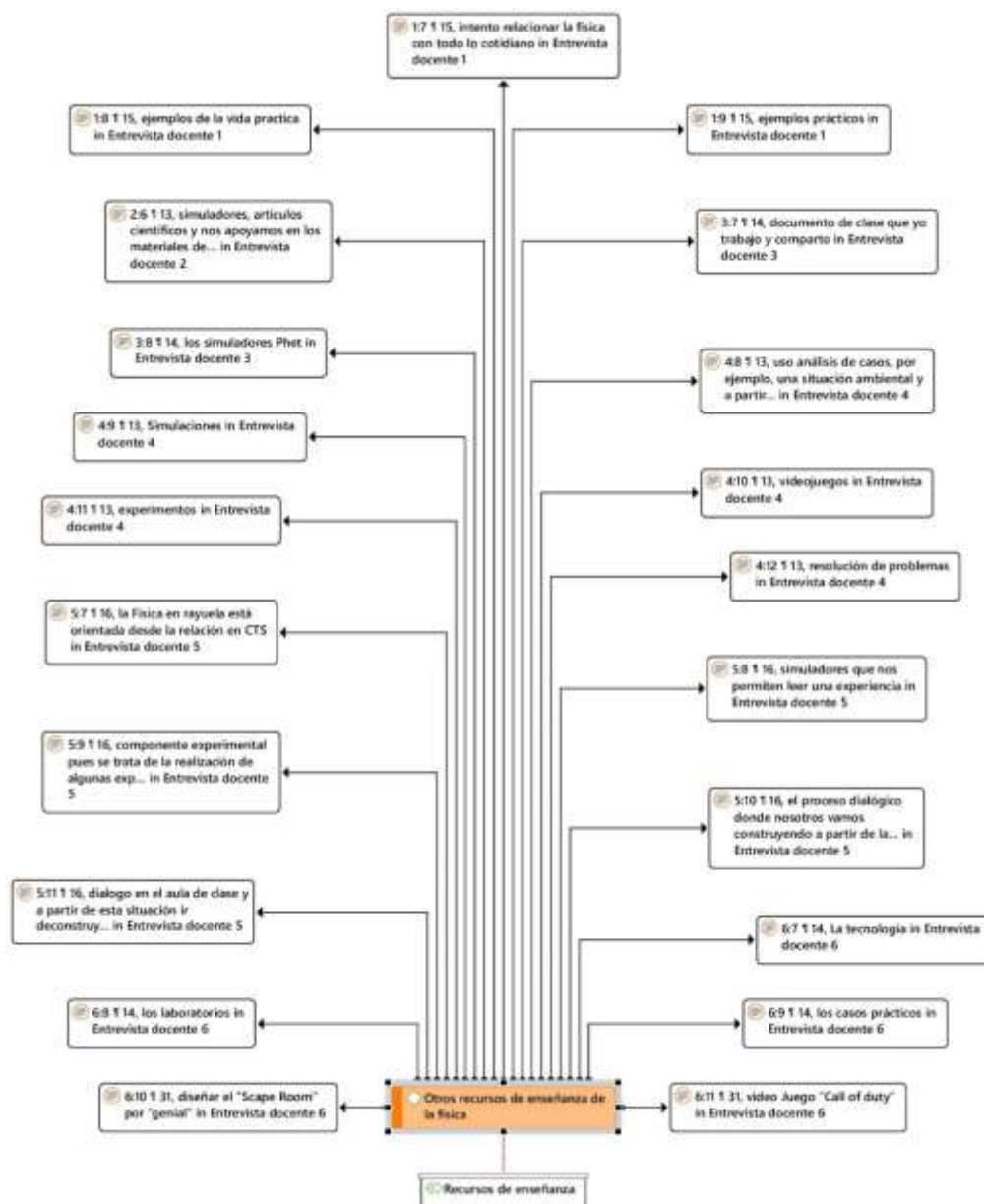


Figura 7. Red semántica pregunta complementaria (2) En caso de uno usar libros de texto ¿Qué recurso(s) articula para desarrollar sus clases de física?

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los docentes que articulan en su enseñanza recursos que refuerzan la dinámica de sus sesiones de clase encontramos diversas opiniones, el grupo compuesto por D1, D4 y D5 recurren frecuentemente a relacionar la física con situaciones cotidianas en el contexto del



estudiante, cabe señalar que D4 va más allá e intenta relacionar la teoría con *“el análisis de casos de situaciones ambientales donde los estudiantes reflexionan y analizan”* similar a los planteado por D5 quien menciona *“los recursos se orientan desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad”* además genera espacios donde se da un proceso dialógico en la clase de física.

De igual manera, se identificó que D2, D3, D4 y D5 aprovechan las ventajas que ofrecen los simuladores interactivos principalmente los ofrecidos por la University of Colorado Boulder mejor conocidos como los simuladores Phet por diversos motivos, por ejemplo, D3 menciona que *“estos simuladores cubren la mayoría de los temas, ya que en el colegio de adolece de laboratorios de física que sean específicos”*. Por su parte, D4 utiliza estas simulaciones *“para explicar el tema mas no para que lo apliquen puesto que algunos estudiantes no tienen acceso a internet y les resulta complicado”*. Mientras que D5 manifiesta que *“estos simuladores nos permiten leer una experiencia que nosotros no podemos tener cercana a nuestro contexto pero que podemos acercar a partir de la simulación”*.

Es preciso señalar que tanto D4 como D6 articulan los videojuegos como recurso didáctico en sus clases, por ejemplo, D6 vio la oportunidad de motivar a sus estudiantes a partir de una película *“Scape Room”* donde una serie de personas son sometidas a diferentes pruebas para escapar de un cuarto, el paso siguiente fue pedir a los estudiantes que diseñaran un *“Scape Room”* en un software en línea llamado Genially, donde los estudiantes diseñaron desde sus conocimientos en física, pistas científicas con el objetivo de superar ciertos niveles. De esta manera, los estudiantes se motivaron con este tipo de estrategias incluso lograron diseñar un recurso similar tomando como referencia la serie de videojuegos conocida como *“Call of Duty”* de la misma forma diseñaron misiones, niveles a partir de conceptos físicos, cabe señalar que los estudiantes no solo aprendían física sino también historia, el docente compartió el enlace del producto realizado por

sus estudiantes <https://view.genial.ly/5f4d5c86c736ca0d8fd6068b/game-breakout-proyecto-escape-room-1103> tal como lo afirma D6 “*Si nosotros no cambiamos la forma de enseñanza tradicional, la física sigue siendo el coco, el miedo, lo que nadie quiere*”.

Por otra parte, los docentes incluyen otro tipo de recursos que también facilitan la comprensión y conceptualización de conceptos físicos D2 articula artículos científicos y materiales para pre-icfes de “Instruimos”. Mientras que, D3 por su parte diseño un documento didáctico que cada año modifica dependiendo las necesidades de sus estudiantes. En conclusión, los docentes se apropian de su vocación buscando la mejor manera para romper el paradigma de considerar a la física como algo abstracto o que solo es para ciertas personas, sin duda estas nuevas formas de concebir los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula hacen que los estudiantes se motiven por su estudio y comprendan las diversas utilidades que ofrece no solo en el campo científico sino también en su vida cotidiana.

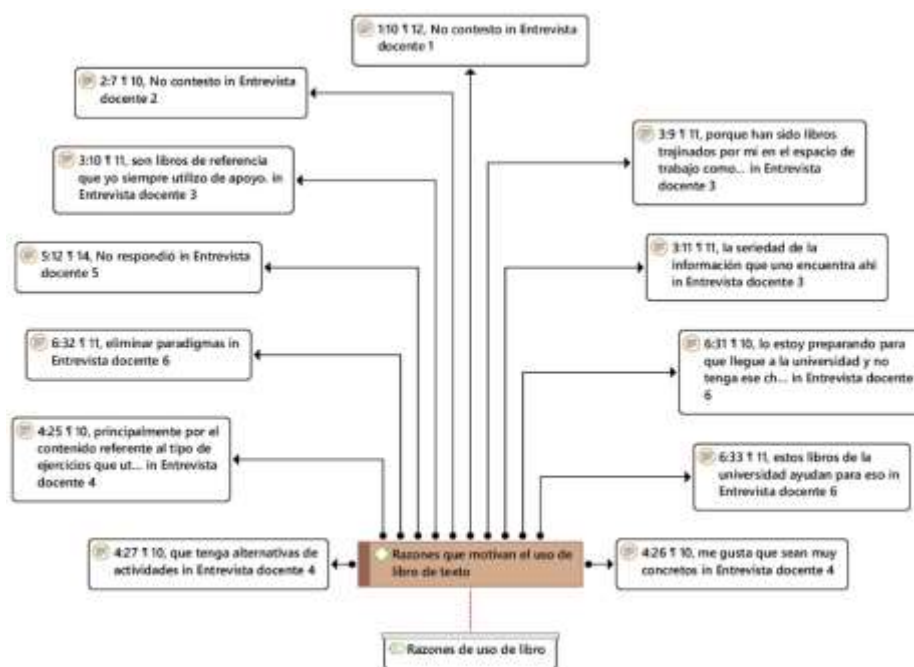


Figura 8. Red semántica pregunta (3) ¿Qué razones le motivan a utilizar el(los) libro(s) de texto?

Fuente: Elaboración propia

Según la red semántica anterior, se puede inferir en primer lugar que esta pregunta no fue relevante para D1, D2 y D5 puesto que estos docentes no utilizan libros de referencia específicos. A diferencia del resto de los docentes como D3 quien manifiesta sus razones que le motivan a elegir los libros de texto para la enseñanza de la física son “*porque han sido libros trajinados por mí en el espacio de trabajo como estudiante y como catedrático*” porque “*son libros de referencia que yo siempre utilizo de apoyo*” y por “*la seriedad de la información que se encuentra allí*”. En ese orden de ideas D4 resume que su motivación radica “*principalmente por el contenido referente al tipo de ejercicios que utiliza*” así mismo “*me gusta que sean muy concretos y que tengan alternativas de actividades*”. Mientras que D6 presenta una preocupación frente a la manera en que los estudiantes salen con vacíos conceptuales en física aún más cuando optan por elegir carreras afines “*los estoy preparando para que lleguen a la universidad y no tenga ese choque tan fuerte*” por lo tanto, “*estos libros ayudan a evitar eso y a eliminar paradigmas*”.

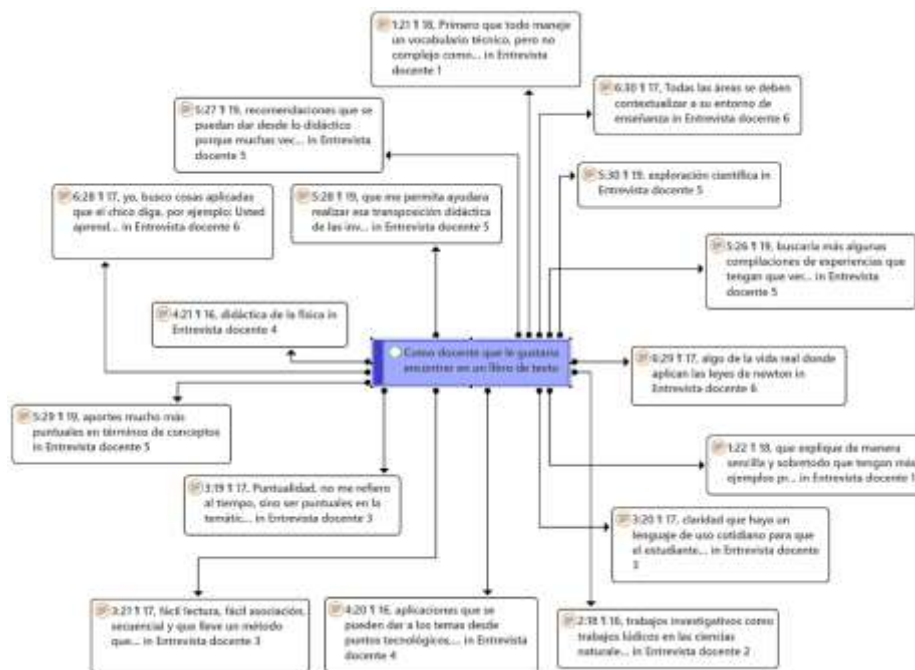


Figura 9. Red semántica pregunta (4) ¿Cómo docente que le gustaría encontrar en esos libros de texto para enseñar física?

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la red semántica anterior, existen diversas percepciones frente a la pregunta planteada, la principal radica en la manera como estos deben presentar los contenidos no solo en términos de lenguaje cotidiano y contextualizado sino también en los componentes y experiencias de carácter experimental desde diversos puntos ambientales, tecnológicos y didácticos. En ese sentido, D2, D3, D4, D5 y D6 lo infieren de esta manera. D2 propone que el libro debe contener *“tenga trabajos investigativos como trabajos lúdicos en las ciencias naturales donde nos permiten experimentar”*. D2 manifiesta que el libro sea *“de fácil lectura, fácil asociación, secuencial y que lleve un método que se ajuste y facilite la visión de la física”*. Mientras que D4 presenta un marcado pensamiento ambiental evidenciado en respuestas anteriores *“aplicaciones que se puedan dar a los temas desde puntos tecnológicos, desde situaciones ambientales”*. Por su parte D5 muestra su interés hacia *“buscaría más algunas compilaciones de experiencias que tengan que ver con el desarrollo experiencial de la física”*. Del mismo modo, D6 expone *“yo, busco cosas aplicadas que el chico diga, por ejemplo: Usted aprende las leyes de newton y bueno ¿para qué? El estudiante sabe que hay 3 leyes de newton, pero no saben para que sirven”*.

En ese sentido, D1 manifiesta que el libro de texto *“primero que todo maneje un vocabulario técnico, pero no complejo como algunos libros o hacen”* a diferencia de la opinión de D3 quien establece que el libro debe contener *“claridad, que haya un lenguaje de uso cotidiano para que el estudiante se le facilite comprender la temática”*. Es notorio que la experiencia docente de D3 le hace buscar un libro que le sirva más al estudiante y con el que pueda formar un vínculo de interés durante su lectura.

Es importante señalar que D4 y D5 argumentan la necesidad de articular un verdadero componente didáctico en estos libros de texto que les permitan realizar un proceso de enseñanza eficaz y sólido en sus estudiantes. Por su parte, D5 buscaría en un libro “*que me permita ayudar a realizar esa transposición didáctica de las investigaciones que están sucediendo, por ejemplo, en el instituto de ciencia para llevarlos a un ambiente contextual*”. Mientras que D4 confirma que no existe tal componente en los libros que ha usado durante sus años de experiencia en las aulas. Por lo tanto, es un punto al que debe prestársele atención ya que puede mejorar la manera como los conceptos son presentados ante los estudiantes.

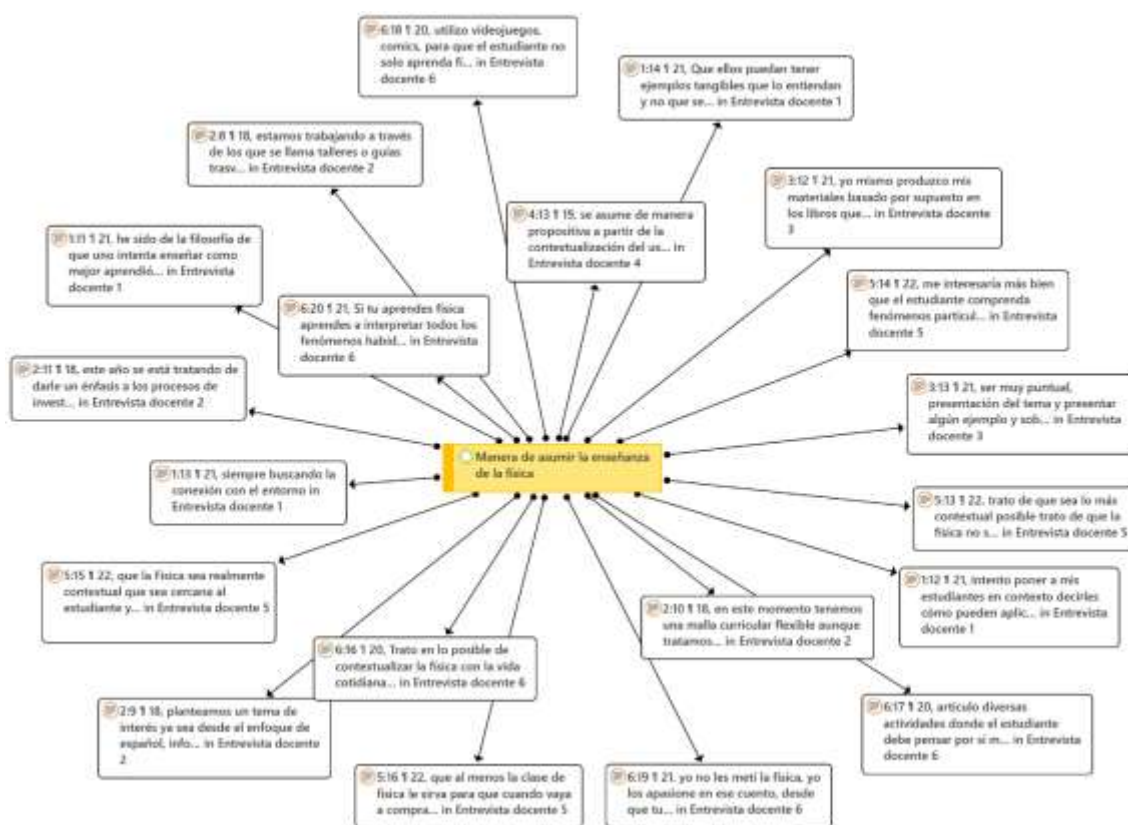


Figura 10. Red semántica pregunta (5) ¿De qué manera asume usted la enseñanza de la física en sus clases?

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la red semántica anterior, es evidente la diversidad de percepciones frente a la actitud de enseñanza de la física, la gran mayoría de docentes como D1, D3, D4, D5 y D6, tienen un marcado pensamiento especialmente por llevar los fenómenos y conceptos físicos a la cotidianidad y contexto de los estudiantes. Siendo una manera de motivar al estudiante al tiempo que genera espacios que permitan afianzar competencias científicas. En ese sentido, D1 expone *“Intento poner a mis estudiantes en contexto decirles cómo pueden aplicarlo en donde se aplica y llevarlo a la vida real siempre buscando la conexión con el entorno. Que ellos puedan tener ejemplos tangibles que lo entiendan y no que sean en el ideal de “si un móvil se mueve de un punto (A) hasta un punto (B) pues ellos poco lo abstraen cosa diferente decirles “si usted se viene desde su casa hasta el colegio””*.

D3 menciona que cuenta con un tiempo limitado a la semana para presentar su temática y recalca *“ser muy puntual, presentación del tema y presentar algún ejemplo y sobre ese ejemplo desarrollar y analizar la problemática y a partir de esto analizar situaciones problema que rayen con situaciones cotidianas de la casa del colegio”*. Por su parte, D4 propende por el desarrollo de competencias científicas desde la argumentación y la reflexión tomando como referencia las situaciones actuales *“se asume de manera propositiva a partir de la contextualización del uso de estudios de caso para desarrollar argumentación en los estudiantes”*.

En esa misma línea de pensamiento esta D5, quien a pesar de su corta experiencia en el aula presenta interesantes perspectivas, al igual que los docentes anteriores manifiesta su interés por contextualizar la física y a partir de esto construir y reconstruir los conceptos y fenómenos *“trato de que sea lo más contextual posible trato de que la física no sea algo abstracto, sino que sea algo cercano que le va a ser útil al estudiante, que la Física sea realmente contextual que sea cercana al estudiante y que la pueda utilizar para algo”* además, el docente saca provecho a sus

clases desde los aportes que otras áreas del conocimiento pueden aportar al desarrollo de habilidades científicas en sus estudiantes *“me interesaría más bien que el estudiante comprenda fenómenos particulares de su vida que involucran la física, esto tiene que ver con la biofísica, uso y administración de las energías, tiene que ver con las particularidades del movimiento que se dan dentro de su propio contexto”*. Así mismo, intenta que sus estudiantes durante su formación como ciudadanos se apropien de su entorno y puedan ser autónomos tomando decisiones por sí mismo y no que otros decidan por ellos. Por último, D6 concuerda con sus colegas frente a la relación de la física con el entorno *“trato en lo posible de contextualizar la física con la vida cotidiana del estudiante, que el vea para que le va a servir esto en la vida”* para lograr su objetivo el docente menciona que *“articulo diversas actividades donde el estudiante debe pensar por sí mismo y no buscar la solución en un libro”* las actividades que propone D6 están encaminadas a ir más allá de los conceptos físicos y aprenda otros conceptos *“utilizo videojuegos, comics, para que el estudiante no solo aprenda física sino también otros conceptos que están ligados”*.

Por otro lado, D2 presenta una perspectiva interesante de trabajo interdisciplinar sumado a eso reciben apoyo de la alcaldía municipal en sus procesos de construcción de mallas curriculares y trabajo con otras instituciones de la región. Tal como lo manifiesta *“estamos trabajando a través de los que se llama talleres o guías transversales en donde por comité de las diferentes áreas planteamos un tema de interés ya sea desde el enfoque de español, informática, química, filosófica o sociales y a partir de ese tema de interés planteamos estrategias”* este tipo de estrategias sin duda, son pioneras en la región ya que los docentes muchas veces no generan equipos de trabajo dinámicos posiblemente porque no ven el potencial que otras áreas del conocimiento pueden aportar en sus planeaciones de clase incluso en sus mallas curriculares. En ese sentido, el proceso que han adelantado en los últimos años ha sido fructífero como lo expone la siguiente afirmación

“en este momento tenemos una malla curricular flexible, aunque tratamos de respetar los lineamientos curriculares que propone el ministerio de educación tratamos de ser lo más flexible posible para que encaje con el eje temático”.

Por último, D3 aprovecha su amplia experiencia en su labor docente y genera materiales didácticos propios para sus estudiantes “yo mismo produzco mis materiales basado por supuesto en los libros que le he mencionado, ese material primero busca que sea secuencial, que sea lo más resumido posible sin omitir algunos temas importantes, ser puntuales”. De esta manera podemos inferir que la mayoría de los docentes son conscientes que la enseñanza de la física no puede ser metódica ni mucho menos abstracta ya que este tipo de estrategias generan apatía en los estudiantes y su apuesta precisamente es cambiar esos paradigmas y mostrar la importancia que tiene esta ciencia en cada uno de los contextos no solo para construir conocimientos sino también para fortalecer competencias argumentativas y pensamiento crítico en estos estudiantes.

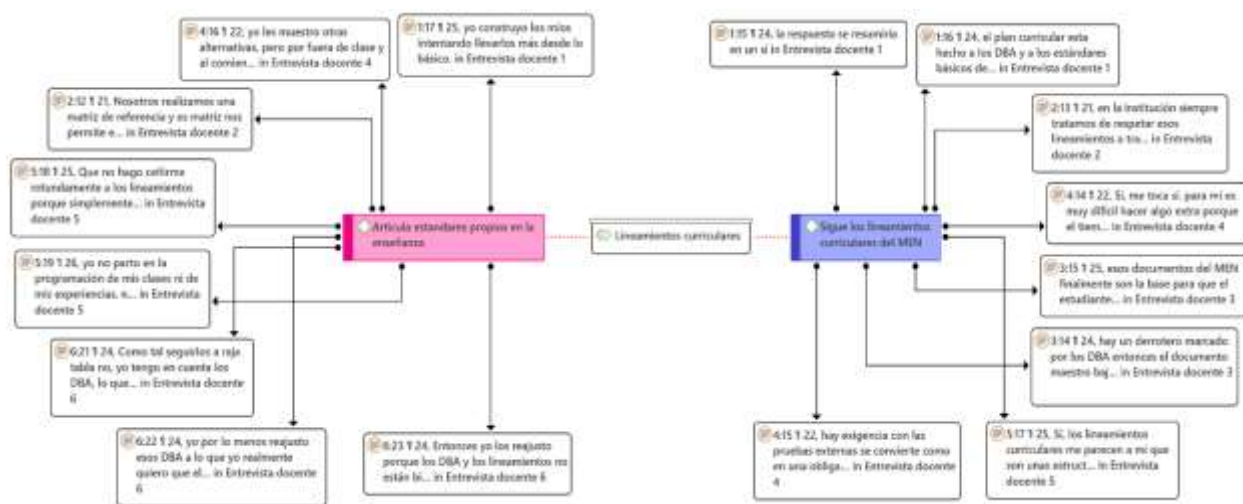


Figura 11. Red semántica pregunta (6) ¿Siguen los lineamientos curriculares del MEN en su planeación curricular?

Fuente: Elaboración propia



Tal como se puede apreciar en la figura anterior, existen dos posturas frente a la utilización de los lineamientos curriculares establecidos por el MEN. Por un lado, marcado con color azul encontramos las posturas de los docentes que siguen a cabalidad dichos lineamientos mientras que en color púrpura están las de aquellos docentes que los articulan, pero no basan sus temáticas totalmente en estos, por el contrario, incluyen otros que a consideración profesional han dado mejores resultados. Cabe señalar, que algunos docentes se encuentran en los dos grupos anteriormente mencionados.

En el grupo azul están los docentes D3 y D4 quienes argumentan su uso principalmente por reglamentación de la institución educativa y del Ministerio de Educación Nacional, así mismo son importantes puesto que sirven como preparación para el examen de estado saber pro en estudiantes de grado 11°. D3 expone *“hay un derrotero marcado por los DBA entonces el documento maestro bajo el cual en este momento nosotros desarrollamos nuestra planeación para este año están fundamentados en esos DBA que el MEN ha previsto desde hace unos años atrás”* agrega que *“esos documentos del MEN finalmente son la base para que el estudiante tenga conocimientos elementales a la hora de presentar su examen ICFES”*. Mientras que D4 manifiesta lo siguiente *“Sí, me toca sí. para mí es muy difícil hacer algo extra porque el tiempo no me da, hay exigencia con las pruebas externas se convierte como en una obligación seguir al pie los lineamientos del MEN”*.

Seguidamente, solo 1 docente (D6) no se rige bajo estos lineamientos, sino que los reajusta para generar dinamismo en sus clases. Desde esta mirada D6 explica que *“Como tal seguirlos a raja tabla no, yo tengo en cuenta los DBA, lo que pasa es que el MEN omite un montón de temas”* a partir de esta percepción, el docente como lo manifiesta opta por reorganizar los contenidos para sus estudiantes *“yo por lo menos reajusto esos DBA a lo que yo realmente quiero*

*que el chico logre cuando llegue a la universidad” sus razones son el resultado del análisis que como docente realiza a estos documentos oficiales tal como lo argumenta en la siguiente respuesta “entonces yo los reajusto porque los DBA y los lineamientos no están bien ajustados a lo que pide el entorno profesional”.*

Por último, están los docentes con opiniones divididas en esta clasificación tales como: D1, D2, D4 y D5 quienes mencionan su uso mas no su adaptación total en sus planes y dinámicas de clase. Por su parte, D1 expone lo siguiente *“yo construyo los míos intentando llevarlos más desde lo básico”*. En ese orden, D2 indica que respetan las reglamentaciones del MEN tal como se puede ver en su respuesta *“en la institución siempre tratamos de respetar esos lineamientos a través de acciones como son competencias uso de concepto, competencias de explicación de fenómeno y procesos por indagación que proponen frente al pensamiento del entorno físico en este caso que estamos hablando se física”*. Sin embargo, como se mencionó en respuestas anteriores el municipio trabaja mancomunadamente con expertos en el campo educativo y con los profesores lo cual ha permitido la consolidación de una matriz de referencia *“nosotros realizamos una matriz de referencia y es matriz nos permite entrecruzar lo que el chico aprendió y lo que el chico no aprendió respetando el estándar general que propone el MEN”*. En cuanto a la percepción de D4 posiblemente su tiempo que es limitado en sus clases lo aprovecha para enseñar lo básico y manifiesta que se dan algunos espacios donde como lo menciona *“yo les muestro otras alternativas, pero por fuera de clase y al comienzo como una manera de introducirlos a la física”*.

En ese orden de ideas, están las planteadas por D5 quien por un lado indica que sigue los lineamientos en función de los conceptos allí planteados *“Si, los lineamientos curriculares me parecen a mí que son unas estructuraciones que no son necesariamente didácticas pero que obedecen a unos mínimos que debemos tener presentes en términos conceptuales”*. No obstante,

su opinión se complementa con la siguiente *“que no hago ceñirme rotundamente a los lineamientos porque simplemente es una guía, una oferta que se me da entonces lo que busco es que algunas de las situaciones que se me presentan en las aulas de clase las vaya relacionando con esos lineamientos en términos de que la parte conceptual”*. En conclusión, las diversas percepciones dan una perspectiva de cómo están articulando este tipo de documentos oficiales, es preciso destacar, que la mayoría de los docentes también están sujetos a los derechos básicos de aprendizaje y es en función de estos que guían sus contenidos en el aula de clase.

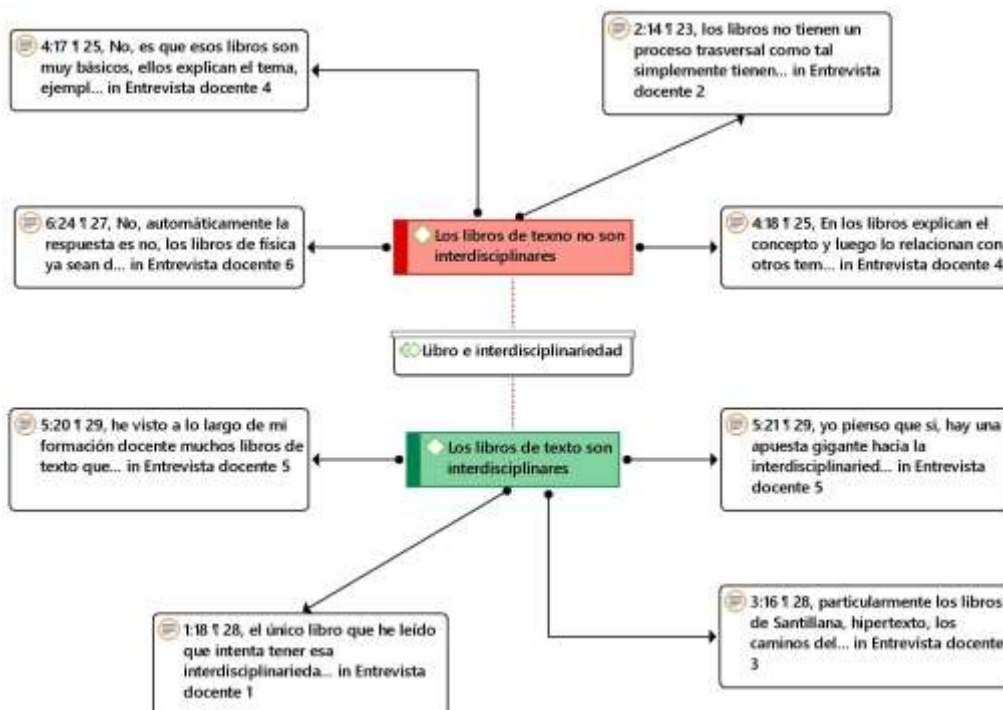


Figura 12. Red semántica pregunta (7) Considera usted que desde los libros que utiliza ¿se aborda el componente interdisciplinar en la física?

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la red semántica anterior se pueden evidenciar 2 tendencias frente al componente interdisciplinar que tienen los libros que estos docentes han utilizado durante su experiencia docente. La primera (de color verde) se presenta en función de los libros de texto que

pretenden, contienen o intentan acercarse a una enseñanza interdisciplinar, en este grupo están las opiniones de los docentes D1, D3 y D5 quienes en su trayectoria han evidenciado que algunos textos escolares intentan mostrar este abordaje.

D1 a pesar de no usar libros de texto en sus clases menciona *“el único libro que he leído que intenta tener esa interdisciplinariedad es el de Santillana Hipertexto I y II”* siendo uno de los libros de referencia en el análisis que se presenta más adelante en esta investigación. Por su parte D3 indica que los libros que conoce manejan los conocimientos desde 4 asignaturas *“particularmente los libros de Santillana, hipertexto, los caminos del saber y el proyecto saberes hacen su desarrollo a partir de los DBA, en educación básica y media se abren los espacios, entorno vivo, químico y físico, pero como un área integra, entonces los libros de Santillana que vienen para 10 y 11 integran las 4 asignaturas que componen el área (medio ambiente – educación ambiental, química, biología y la física”*. Consecutivamente esta D5 infiere que algunos textos van más allá y generan espacios de discusión para el desarrollo de habilidades científicas inclusive hacia temas sociales *“he visto a lo largo de mi formación docente muchos libros de texto que vinculan aspectos interdisciplinarios en la enseñanza de la física incluso desde la misma problematización ósea los problemas involucran aspectos físicos sino aspectos biológicos, químicos incluso aspectos sociales”*. Así mismo, reconoce que algunos libros de la editorial Santillana están reformulando la manera de presentar sus contenidos *“yo pienso que sí, hay una apuesta gigante hacia la interdisciplinariedad en los libros, digamos si uno va a revisar los libros de Santillana puede que traigan cosas interesantes y relacionen incluso habilidades”*.

La segunda tendencia marcada con color rojo representa aquellas opiniones docentes que no evidencian ese componente interdisciplinar en los libros de texto, en este grupo se encuentran D2, D4 y D6. Por su parte, D2 indica que *“los libros no tienen un proceso trasversal como tal*

*simplemente tienen un contenido teórico algunos tienen algunas ciertas competencias, no todos*". En ese orden de ideas esta D4 quien manifiesta un total desconocimiento del libro de texto con el contexto de los estudiantes así mismo las temáticas no ahondan diversos aspectos que pueden generar mayor interés para su lectura *"No, es que esos libros son muy básicos, ellos explican el tema, ejemplo y problemas, de pronto en los problemas se aborda algo, se hace relaciona a otras áreas, pero interdisciplinaria no. En los libros explican el concepto y luego lo relacionan con otros temas, sale un párrafo o una lectura, pero como tal la interdisciplinaria no, porque en la interdisciplinaria se coge un tema y se va profundizando con la aplicación, existe es una relación"*.

Por último, esta D6 quien no utiliza libro de texto en sus clases infiere lo siguiente *"No, automáticamente la respuesta es no, los libros de física ya sean de tipo universitario o de colegio están limitados a que el chico aprenda de manera mecánica. No hay un libro que pueda hacer esa interdisciplinaria donde muestre en que más yo puedo utilizar la física"*. No obstante, esto no impide que sus estudiantes aprendan de esta manera, en sus clases por ejemplo articula la física con la química de la cocina para abordar conceptos de termodinámica, ondas y energía. Lo interesante de esta estrategia es el protagonismo del estudiante, quien tiene que argumentar y explicar todos los procesos a nivel físico que ocurren durante la elaboración de un pastel y sin ecuaciones dar a entender los conceptos. Notablemente D6 expresa que esta visión de enseñanza genera agrado por aprender no solo física sino también conceptos de química, además, está potenciando otras habilidades que le son útiles al estudiante en su vida cotidiana.

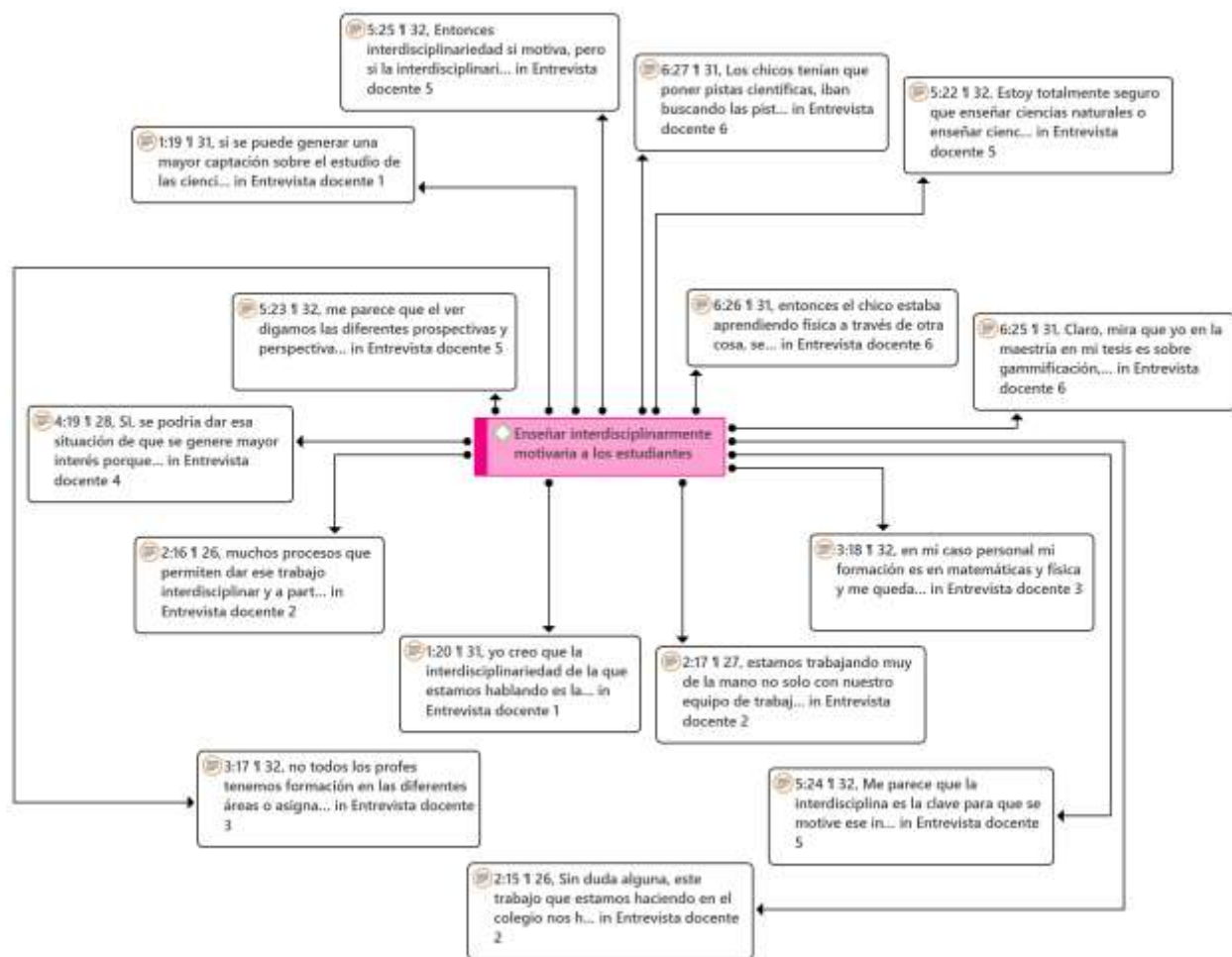


Figura 13. Red semántica pregunta (8) ¿Cree usted que enseñar la ciencia de manera interdisciplinar puede lograr un mayor interés por las ciencias naturales en especial por la física?

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la red semántica anterior las posturas frente a la pregunta en cuestión, se puede inferir que en general existe interés en 5 docentes hacia el abordaje de sus clases desde la interdisciplinarietà mientras que 1 de ellos no concibe esta idea principalmente por su formación disciplinar. En ese sentido se puede evidenciar 3 metodologías, la primera corresponde a docentes que conciben la idea y la han desarrollado durante sus clases de física, tal es el caso de D6 quien a través del desarrollo de videojuegos, comics y recetas (mencionados en respuestas

anteriores) comprobó el impacto positivo que genera una metodología donde el estudiante es participe en la construcción de su conocimiento.

Desde esta mirada, D2 manifiesta que el trabajo mancomunado entre los docentes de la institución y otros docentes de distintas instituciones del municipio durante los últimos años hoy rinde frutos en el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza como lo son las guías transversales para mitigar los percances que la pandemia ha generado en los procesos educativos de los estudiantes tal como lo expresa en su respuesta *“Sin duda alguna, este trabajo que estamos haciendo en el colegio nos ha dejado dar esa respuesta, cuando nosotros analizamos por ejemplo a nivel de 10 y 11 los temas centrales para trabajar las guías de forma trasversal encontramos que el 60% de los temas trabajan sobre las ciencia naturales”*. Sumado a esto, establecen durante un comité docente semanal los temas de interés que pueden abordarse desde diferentes disciplinas como la literatura, filosofía, ciencias naturales entre otras *“puesto que abarcan muchos procesos que permiten dar ese trabajo interdisciplinar y a partir de ese tema de interés por ejemplo la fotografía, en física podemos trabajar lo que es óptica y luz para poder entender las ondas de la luz para entender una imagen y a partir de un solo tema de interés como lo es la fotografía o las imágenes podemos trabajar muy bien esos aspectos”*.

La segunda tendencia se caracteriza por el interés e intención que presenta la interdisciplinariedad. Sin embargo, solo se relega a la opinión más no a la acción didáctica. Este grupo lo conforman D1, D4 y D5. D1 indica *“si se puede generar una mayor captación sobre el estudio de las ciencias en los estudiantes”*. Sin embargo, solo se queda en la idea sin desarrollar como podría darse esas dinámicas en la clase. Por su parte D4 sigue la misma línea de pensamiento que D1 reconociendo que este tipo de abordaje no se presenta *“Si, se podría dar esa situación de*

*que se genere mayor interés porque ellos podrían ver la aplicación y la profundidad que se tiene en lo que se está viendo, me parece que sí, sino que no se hace”.*

Mientras que D5 manifiesta que *“Me parece que la interdisciplina es la clave para que se motive ese interés por las ciencias pero que se debe tener cuidado en el hecho que a pesar de que sean muy parecidas o muy cercanas que nos permitan explicar el fenómeno pues son perspectivas desde diferentes naturalezas, objetos de estudio y metodologías”*. Desde esta mirada, presenta argumentos frente a las habilidades que pueden desarrollarse desde estos puntos de vista *“Estoy totalmente seguro que enseñar ciencias naturales o enseñar ciencias de forma interdisciplinar va a cambiar las actitudes de los estudiantes de los estudiantes respecto a la ciencia, me parece que el ver digamos las diferentes prospectivas y perspectivas entorno a un fenómeno va a ofrecer un mayor bagaje sino una mayor comprensión”*. No obstante, es consciente del riesgo que pueden correr los docentes al mezclar diversas disciplinas sin orden ni estructura cayendo nuevamente en la enseñanza desde aspectos disciplinares.

Por último, se evidencio que D3 reconoce su falta de conocimiento frente a este campo de estudio principalmente por su formación disciplinar y las dificultades que pueden presentar aquellos docentes como él, en ese sentido expresa *“en mi caso personal mi formación es en matemáticas y física y me queda complicado abordar conocimientos relacionados con la parte ambiental porque no es mi espacio de formación, cuando se estudió esto solamente física apoyado en las matemáticas entonces es una limitante y es la dificultad que se presenta”*.



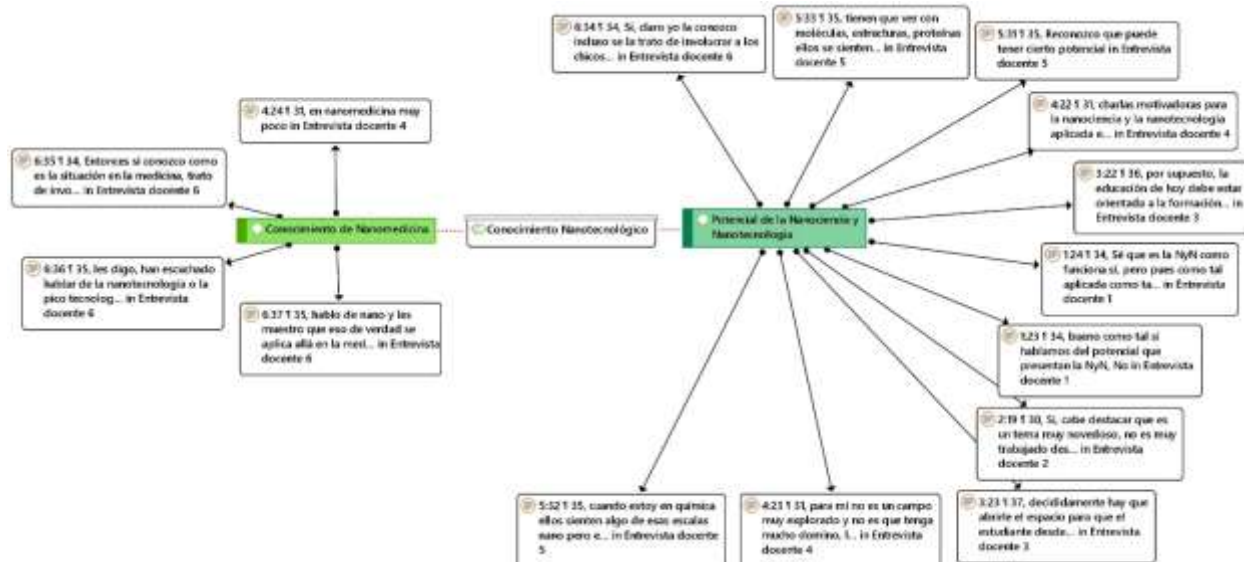


Figura 14. Red semántica pregunta (9) ¿Conoce usted el potencial que presenta la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina en la enseñanza de las ciencias naturales específicamente de la física?

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la red semántica anterior se puede inferir que un grupo de docentes reconoce el potencial que puede tener la nanociencia y la nanotecnología incluso desde la nanomedicina, sin embargo, no es claro cómo puede abordarse desde la enseñanza de las ciencias naturales. En este grupo se encuentran D2, D4, D5 y D6. En ese sentido D2 expresa un conocimiento en el tema puesto que en el departamento de Antioquia algunas universidades trabajan estos temas desde lo tecnológico más no desde lo educativo “*Si, cabe destacar que es un tema muy novedoso, no es muy trabajado desde la educación, aunque en Antioquia hay registros de trabajos de nanotecnologías, pero no hacia la física sino son componentes nano desde la perspectiva de la química, pero no desde la física*”. Por su parte D4 conoce algunos aspectos básicos en relación con la nanotecnología y nanociencia por sus estudios de ingeniería “*yo he escuchado e ido a charlas motivadoras para la nanociencia y la nanotecnología aplicada en la física, pero no he abordado esos temas de nanociencia y nanotecnología en mis clases, para mí*

*no es un campo muy explorado y no es que tenga mucho dominio, lo que he aprendido es porque estudie ingeniería mecánica”*

Desde esta mirada, D5 confirma que conoce someramente algunos aspectos de la nanociencia y nanotecnología tal como se puede evidenciar en su respuesta *“Reconozco que puede tener cierto potencial, sin embargo, las dinámicas contextuales que manejo no me dan mucho para el abordaje de la nanociencia y la nanotecnología en la física, existen o se dan algunos acercamientos, pero no hay una profundización como tal. Cuando estoy en química ellos sienten algo de esas escalas nano, pero en términos de los conceptos que son algo abstractos que tienen que ver con moléculas, estructuras, proteínas ellos se sienten cercanos a esa escala”*. No obstante, desconoce la manera como esta ciencia y los conceptos relacionados pueden llevarse al aula y generar otras dinámicas de aprendizaje ya que son temas completamente emergentes que cada vez toman más relevancia en la ciencia. Mientras que D6 conoce del tema desde su campo de estudio que es la energía nuclear, así mismo aprovecha estos conocimientos y mostrar algunas aplicaciones incluso desde la medicina nuclear, aunque indica que llevar estos conceptos a un aula de clases resulta complejo más por lo abstracto que puede resultar para los estudiantes. De esta manera intenta conceptualizar las escalas en las que ocurren fenómenos microscópicos *“les digo, han escuchado hablar de la nanotecnología o la pico tecnología, pero ellos no saben para que sirve, empiezo a mostrarles el contexto de esos prefijos como son útiles en la medicina, por ejemplo, la braquiterapia, es un conjunto de fuentes de tanta magnitud ósea de tanto tamaño ósea hablo de nano y les muestro que eso de verdad se aplica allá en la medicina”*.

Por otra parte, el grupo restante de docentes D1 y D3 no logran visualizar una relación específicamente desde la enseñanza de la física. Pese a esto infieren que es necesario abrir espacios

en el aula de clase para iniciar a los estudiantes al estudio de este tipo de tecnologías y campos de estudio emergentes desde sus aplicaciones.

## ***8.2 Análisis de contenido en los libros de física el conocimiento sobre nanociencia, nanotecnología y nanomedicina y su relación interdisciplinaria.***

### *8.2.1 Identificación, Selección y análisis de libros de texto de Física para grados 10° y 11°*

La naturaleza de este trabajo de investigación consiste en analizar no solo los libros de texto de Física para los grados decimo y undécimo sino también los demás recursos utilizados por los docentes para su posterior análisis del contenido. Por tal razón, se presenta a continuación en la siguiente tabla los libros suministrados por los docentes durante las entrevistas en el siguiente orden:

*Tabla 6. Libros de Texto suministrados y extraídos de las entrevistas por los docentes participantes*

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>	<b>Editorial</b>	<b>Grado</b>	
1	Los caminos del saber I	Mauricio Ballén y Leonora Suárez	Bautista Francia Salazar	2014	Santillana	10°
2	Los caminos del saber II	Mauricio Ballén y Romero	Bautista Olga Lucía Medina	2014	Santillana	11°
3	Hipertexto física I	Mauricio Ballén y Leonora Suárez	Bautista Francia Salazar	2011	Santillana	10°
4	Hipertexto física II	Mauricio Ballén y Romero	Bautista Olga Lucía Medina	2011	Santillana	11°
5	Física universitaria Sears Zemansky	Hugh D. Young y Roger A. Freedman – Traducción de Victoria Flores		2009	Pearson Educación	11°

Fuente: Adaptado de (Rojas Niño, 2016)

A continuación, se presentan las categorías y criterios en función del análisis del contenido para cada uno de los libros de texto anteriormente descritos. Cada categoría pretende establecer las relaciones que tiene la estructura del libro de texto con los contenidos, los objetivos, la organización del libro, si presentan actividades que potencien el trabajo en equipo, su relación con los lineamientos y estándares del MEN y si estos contenidos se valen de los conocimientos y conceptos de otras ciencias para lograr un abordaje amplio, más completo y que permita detallar como las ciencias tienen conceptos en común solo que estos se abordan de manera individual y separada.

*Tabla 7. Criterios y categorías para el análisis de libros de texto de educación media*

<b>Categoría</b>	<b>Criterio de análisis</b>	<b>Objetivo</b>
Intertextualidad	Presenta temas coherentes y acordes al nivel cognitivo del estudiante	Verificar si los temas están secuenciados y de qué manera lo hacen teniendo en cuenta el nivel cognitivo del estudiante.
Aspectos formales	Ortografía, Gramática, ubicación de párrafos Lenguaje utilizado (Científico o común)	Detallar el lenguaje y escritura utilizada en el texto.
Contenidos teóricos	Relación con los lineamientos y estándares en Ciencias Naturales Relación con la historia de la Ciencia	Si existe una secuenciación acorde a los lineamientos del MEN para Ciencias Naturales – Física. Si articula hechos históricos en la enseñanza de las Ciencias Naturales.
Contenidos Prácticos y Trabajo Complementario	Actividades Individuales o grupales Actividades experimentales (Laboratorio o caseras) y/o de investigación Actividades de retroalimentación y/o de refuerzo Recursos (digitales o físicos)	Identificar qué actividades presentan en el texto. Identificar que recursos educativos articula.

Ilustraciones y Material Didáctico		
	Dibujos	Observar como relacionan, manejan, disponen y presentan las imágenes, figuras, dibujos, tablas e ilustraciones.
	Fotografías - ilustraciones	
	Gráficos	
	Tablas	
Interdisciplinariedad	Presenta componente Interdisciplinar	De qué manera el autor se vale de otros campos o áreas del conocimiento, los relaciona y aplica en función de la enseñanza de la física.
	Presenta conceptos propios de la nanociencia y nanomedicina.	Identificar si el libro de texto presenta contenidos o temas en relación con nanociencia, nanotecnología y nanomedicina.

Fuente: Adaptado de (Rojas Niño, 2016 y Klein, 2004)

Una vez recopilados los libros de texto resulta es pertinente elaborar una rúbrica que permita evaluar objetivamente su contenido a partir de, categorías la relación del libro de texto con la interdisciplinariedad y la enseñanza de la nanociencia y la nanomedicina. Estas categorías y criterios fueron seleccionados de dos estudios el primero, realizado por Rojas Niño (2016) donde efectuaron un análisis del contenido y el contenido didáctico a partir de 3 categorías (Explicación del tema, Actividades desarrolladas y trabajo complementario). El segundo hecho por Klein (2004) el cual, aborda categorías y criterios de análisis enfocados principalmente a aspectos interdisciplinarios, a manera de ejemplo se mencionan algunos de estos: ¿Ha sido identificado el espectro de disciplinas significativas, profesiones, campos interdisciplinarios? - ¿El espectro de interdisciplinariedad es amplio o estrecho? - ¿La estructura y el plan de trabajo facilitan la interacción?

8.2.2 *La enseñanza de la nanociencia y nanomedicina en relación con los Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y los lineamientos estipulados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.*

Se efectuó una revisión a la cartilla de estándares básicos de competencias en ciencias naturales estipulados por el MEN cuya finalidad fue indagar e identificar si en su contenido se contemplan contenidos de Nanociencia y Nanomedicina para los diferentes grados y nivel educativo.

Los lineamientos para Ciencias Naturales están articulados a lo largo de los diferentes niveles educativos de manera secuenciada y creciente que se congregan y determinan lo que los estudiantes deben Saber y saber hacer al concluir su proceso educativo (Mineducación, 2004). En ese sentido, corresponden a ejes articuladores necesarios para que los estudiantes desde su formación en ciencias logren un proceso de construcción del conocimiento con el objetivo de alcanzar dichos estándares por grados como se citó en (Mineducación, 2004) los lineamientos están dispuestos en 3 columnas; la primera columna *Me aproximo al conocimiento científico-natural* hace referencia principalmente a la forma como los estudiantes se acercan a los conocimientos de las Ciencias Naturales de la misma forma como proceden quienes la estudian, utilizan y contribuyen con ellas a construir un mundo mejor.

La segunda columna; *manejo conocimientos propios de las Ciencias Naturales o Sociales*, tiene como propósito crear condiciones de aprendizaje para que, a partir de acciones concretas de pensamiento y de producción de conocimientos, los estudiantes logren la apropiación y el manejo de conceptos propios de dichas ciencias. Cabe señalar, que esta columna la componen 3 subcolumnas que buscan dar cuenta de los saberes específicos intrínsecos de las ciencias naturales como lo son: Entorno vivo (hace referencia a procesos biológicos para grados decimo y undécimo),

Entorno Físico (Procesos Químicos y Físicos para grado decimo y undécimo) y Ciencia, Tecnología y Sociedad (Mineducación, 2004).

Por último, la tercera columna *desarrollo compromisos personales y sociales*, indica las responsabilidades que como personas y como miembros de la sociedad se asumen cuando se conocen y valoran críticamente los descubrimientos y los avances de las ciencias, ya sean naturales o sociales (Mineducación, 2004).

A manera de ejemplo se muestra como se organizan estos estándares básicos y lineamientos en ciencias naturales para el contexto educativo colombiano.

Ciencias naturales				
Primera columna	Segunda columna			Tercera columna
...me aproximo al conocimiento como científico-a natural	...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales			...desarrollo compromisos personales y sociales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observo el mundo donde vivo.</li> <li>• Hago preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.</li> <li>• Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas.</li> <li>• Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).</li> </ul>	<b>Entorno vivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos.</li> </ul>	<b>Entorno físico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.</li> </ul>	<b>Ciencia, tecnología y sociedad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico máquinas simples en objetos cotidianos y describo su utilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escucho activamente a mis compañeros, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos.</li> <li>• Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros ante la información que presento.</li> </ul>

Figura 15. Organización y disposición de los estándares de competencias básicas para ciencias naturales. Fuente: Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales – MEN (2004).

Fuente: Ministerio de educación nacional, 2004.

El propósito de esta revisión a los estándares es detallar la potencialidad en los temas que de manera general allí se exponen y que pueden ser una oportunidad para abordar de manera interdisciplinar temas relacionados con Nanociencia y Nanotecnología.

A continuación, se presenta una tabla que contiene las acciones de pensamiento desde el contexto educativo para los grados 10° y 11° en relación con los contenidos en Nanociencia y Nanomedicina.

*Tabla 8. Acciones de pensamiento potenciales para la articulación de conceptos sobre Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina*

<b>Grados</b>	<b>Columna</b>	<b>Temas potenciales</b>	<b>Justificación</b>
Decimo a Undécimo	<b>Entorno Vivo</b> (Procesos biológicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos.</li> <li>•Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos</li> </ul>	<p>La mecánica de fluidos es importante para introducir conceptos y temas de nanociencia y nanomedicina en especial lo relacionado con nanomateriales y liberación de fármacos en los humanos.</p> <p>Mientras que abordar el funcionamiento de las neuronas ayuda a comprender e interpretar los procesos biológicos, químicos, bioquímicos y físicos que resultan abstractos para los estudiantes.</p>
	<b>Entorno Físico</b> (Procesos químicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.</li> <li>•Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.</li> <li>•Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos</li> <li>•Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos</li> <li>•Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.</li> <li>•Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas</li> <li>•Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias (*)</li> </ul>	<p>Los temas, conceptos, teorías y procesos químicos aquí presentados están estrechamente ligados al campo biológico y físico, para entender procesos biológicos es necesario y pertinente observar cómo se comportan a nivel atómico, molecular y organismo.</p> <p>Las estructuras del carbono tienen importancia en los nanomateriales como el grafeno por ejemplo.</p>
	<b>Entorno Físico</b> (Procesos físicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.</li> <li>•Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas.</li> </ul>	<p>Estos procesos físicos están más ligados a la termodinámica y el electromagnetismo. Sin embargo, al hablar de fuerzas y transformación de energía estamos tratando con la escala micrométrica y tal vez la nanométrica.</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y campo magnético.</li> <li>•Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.</li> </ul>	
<b>CTSA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explico aplicaciones tecnológicas del modelo de mecánica de fluidos.</li> <li>•Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco la importancia de su uso correcto.</li> <li>•Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.</li> </ul>	Es el enfoque que más se acerca tanto a la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina, además permite obtener un diagnóstico del estado tecnológico del país frente a la medicina.

Fuente: MEN (2004)

En ese sentido, la revisión a los estándares y lineamientos fue oportuna puesto que permitió establecer en primer lugar la pertinencia de algunos de estos lineamientos para abordar temáticas propias de la nanociencia. En el entorno vivo 2 acciones de pensamiento presentan esta característica. Para el entorno físico desde los procesos químico 7 acciones de pensamiento resultan potenciales. En el entorno físico desde los procesos físicos solo 4 acciones de pensamiento pueden abordarse, finalizando con la relación CTSA la cual, representa las acciones más concretas frente a conceptos de nanomedicina con 3 menciones. Por lo tanto, 16 acciones de pensamiento en total resultan como temas con los cuales se pueden articular e iniciar propuestas que incluyan contenidos propios de la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina.

### **Revisión de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA)**

Los Derechos Básicos de aprendizaje constituyen un conjunto de aprendizajes cuidadosamente estructurados para cada grado (desde grado primero hasta grado once) y área los cuales están relacionados directamente con los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias. El MEN entiende estos aprendizajes en pro del desarrollo de habilidades, conocimientos y actitudes que año tras año pretenden construir rutas de aprendizaje para que los

estudiantes alcancen los estándares básicos de competencias en los diferentes grados (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Como están constituidos los DBA

Según el MEN (2016), estos se conforman de acuerdo a tres elementos centrales:

- Enunciado: muestra el aprendizaje estructurante por área
- Las evidencias de aprendizaje: permite detallar a los docentes si se está alcanzando el aprendizaje citado en el enunciado.
- El ejemplo: Concreta y complementa las evidencias de aprendizaje

Es necesario destacar, que estos aprendizajes tienen características de fácil comprensión e interpretación para los docentes y padres de familia, no están sujetos a procesos metódicos, sin embargo, son los aprendizajes que se deben alcanzar una vez culminado el año escolar, el docente está en la capacidad de aportar desde su conocimiento lo necesario para cumplirlos y contextualizarlos cualesquiera que sean las características del entorno escolar. También le permiten al docente observar el proceso de aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Es por eso, que se tomaran en cuenta los DBA que representen las características necesarias para articular futuras estrategias desde los contenidos en nanociencia y nanotecnología y le sirvan al estudiante a comprender mejor los fenómenos y a potenciar habilidades que permitan alcanzar estos logros.

Tabla 9. Derechos básicos de aprendizaje relevantes para incluir contenidos de nanociencia y nanotecnología en grado 10°.

<b>Derechos Básicos de Aprendizaje potenciales para la enseñanza de nanociencia y nanotecnología Grado 10°</b>		
Enunciado	Evidencia de aprendizaje	Justificación
Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte.	Predice cualitativa y cuantitativamente el movimiento de un cuerpo al hacer uso del principio de conservación de la energía mecánica en diferentes situaciones físicas.	Puede tomar especial relevancia si se hace referencia al movimiento de una nanopartícula en el cuerpo humano o el tiempo que tomaría un fármaco en llegar al sitio deseado.
Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.	Establece la relación entre la distribución de los electrones en el átomo y el comportamiento químico de los elementos, explicando cómo esta distribución determina la formación de compuestos, dados en ejemplos de elementos de la Tabla Periódica	Las fuerzas atómicas pueden determinar la formación de estructuras de la materia por tanto, esta relación es importante para entender como suceden esto fenómenos desde la micro escala, así mismo, comprender la formación y comportamiento de nanomateriales.
Comprende que la biotecnología conlleva el uso y manipulación de la información genética a través de distintas técnicas (fertilización asistida, clonación reproductiva y terapéutica, modificación genética, terapias génicas), y que tiene implicaciones sociales, bioéticas y ambientales.	Explica los usos de la biotecnología y sus efectos en diferentes contextos (salud, agricultura, producción energética y ambiente). Argumenta, basado en evidencias, los impactos bioéticos, legales, sociales y ambientales generados por el uso de transgénicos, clonación y terapias génicas	Este tipo de consideraciones pueden aplicar a los desarrollos nanotecnológicos y sus diversas aplicaciones. Sin embargo, estos avances también deben ser estudiados y analizados desde los impactos que pueden generar en forma positiva o negativa para la investigación, la naturaleza y la sociedad

Es evidente que los DBA para este grado son menores que las acciones de pensamiento, por tanto, constituyen un interés frente a las propiedades químicas que presentan los átomos y las fuerzas que permiten la formación de la materia y de las nano estructuras y sus aplicaciones en el campo de la medicina.

*Tabla 10. Derechos básicos de aprendizaje relevantes para incluir contenidos de nanociencia y nanotecnología en grado 11°*

<b>Derechos Básicos de Aprendizaje potenciales para la enseñanza de nanociencia y nanotecnología Grado 11°</b>		
Enunciado	Evidencia de aprendizaje	Justificación
Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, homólisis, heterólisis y pericíclicas) posibilitan la formación de distintos tipos de compuestos orgánicos.	Clasifica compuestos orgánicos y moléculas de interés biológico (alcoholes, fenoles, cetonas, aldehídos, carbohidratos, lípidos, proteínas) a partir de la aplicación de pruebas químicas.	Principalmente toma relevancia si se habla de liposomas y biopolímeros los cuales presentan propiedades físicas y químicas interesantes desde la nano escala. Del mismo modo, son importantes para la liberación de fármacos en el cuerpo y no representan algún peligro para los pacientes.
Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural).	Explica el fenómeno del calentamiento global, identificando sus causas y proponiendo acciones locales y globales para controlarlo.	Este tipo de actividades desarrollan habilidades argumentativas, propositivas desde el pensamiento sistémico en el cual la nanotecnología puede ser de utilidad y lograr mejores resultados.

Los DBA para grado 11° están centrados en los fenómenos y leyes producidos por las cargas eléctricas. Sin embargo, se reconoce el potencial que puede tener si el estudiante es capaz de comprender como estas propiedades químicas y físicas pueden ser de gran utilidad para el tratamiento de enfermedades. Del mismo modo, cuestionar este tipo de prácticas como pueden beneficiar o afectar a los seres humanos, la naturaleza y la sociedad.

### *8.2.3 Análisis de los libros de texto*

Teniendo en cuenta que el objetivo central de esta investigación fue analizar los libros de texto usados en el contexto escolar de grado 10° y 11° enseguida se describen los aspectos que pueden tener un componente interdisciplinar o multidisciplinar en la enseñanza de la física además

de aquellos conceptos o temas mencionados sobre nanociencia, nanotecnología o nanomedicina. Para cada libro se hace una presentación que describen algunas observaciones generales, la organización del libro. Así mismo, como se detalló en la metodología los libros seleccionados fueron sometidos a un análisis de contenido usando como referencia los criterios de la tabla 5 donde se encuentran los siguientes datos: Título del libro, grado escolar al que está dirigido, el número total de páginas, la unidad o capítulo, su respectiva sección y, por último, la página en la cual se identificaron los conceptos relevantes y de importancia para este estudio.

La descripción y análisis de los libros se realizará en el siguiente orden:

1. Los caminos del saber física I (2014) Editorial Santillana.
2. Hipertexto Física II (2011) Editorial Santillana.
3. Los caminos del saber física II (2014) Editorial Santillana.
4. Hipertexto física I (2011) Editorial Santillana.
5. Física Universitaria Sears Zemansky (2009) Editorial Pearson Educación.

#### *8.2.3.1 Libro de texto 1: Los caminos del saber física I*

**Observaciones Generales:** Este texto se compone de un libro del estudiante, Un sitio web ([www.santillanaplus.com.co](http://www.santillanaplus.com.co)) donde encontramos recursos educativos interactivos y multimedia como complemento y un DVD. Sin embargo, solo contamos con el libro de texto y la página web.

**¿Cómo está organizado este libro?** Al comienzo de cada unidad se presenta una doble página con los temas a abordar y los logros a alcanzar por el estudiante. También se enumeran los contenidos, las actividades y las evaluaciones las cuales reforzaran y reconstruir sus conocimientos y competencias tal como se describen de manera general en la siguiente tabla.

*Tabla 11. Elementos de organización y presentación de cada capítulo*

La siguiente tabla resume los elementos e ítems que los autores describen en la introducción de cada una de las unidades del texto. Los ítems hacen referencia a la estructura de sus unidades.

<b>Ítems</b>	<b>Indica a que componente pertenece la unidad</b>
Plan de Trabajo	Presenta los temas y logros a desarrollar en la unidad.
Libro media	Relaciona los objetivos digitales y las evaluaciones complementarias.
Contexto	Describe el entorno físico en el cual ocurre una situación relacionada con uno de los temas a estudiar en la unidad.
La situación actual	Expone una problemática que se relacione con el contexto descrito y con el tema a estudiar.
Ubica en el tiempo el estudio de..	Evolución cronológica que muestra la evolución histórica del estudio de los temas que se abordan en la unidad.
Pregunta problematizadora	Cuestionamiento o pregunta que surge de la problemática que se plantea. El estudio de la unidad será útil para responder dicha pregunta.

Fuente: (Bautista & Salazar, 2014)

En las páginas de contenido se desarrollan las ideas fundamentales del tema de acuerdo con los estándares y lineamientos curriculares para ciencias naturales. Es dichas páginas de contenido encontrarán señales (problemáticas ambientales o de salud relacionadas con el tema, ejercicios, datos sobre acontecimientos históricos, información clave y expone situaciones externas relacionadas con el tema).

Al final de cada unidad el estudiante encontrara actividades (afianzo competencias) que permiten desarrollar habilidades científicas para interpretar, argumentar y proponer.

Por último, encontramos 2 secciones especiales, la primera denominada: Soy científico natural, donde a partir de prácticas de laboratorio le permitirán al estudiante comprobar algunos fenómenos naturales, elaborando modelos explicativos y aplicar conceptos estudiados. Una

segunda parte se denomina: Infografías, las cuales permite comprender procesos y establecer relaciones entre los temas que estudias.

**Unidades o contenidos del texto:** El contenido temático del libro de texto escolar está distribuido en 8 unidades en relación con los procesos físicos tal como se expone en la siguiente tabla:

*Tabla 12. Contenidos teóricos para el texto los caminos del saber I física grado 10°*

N°	Título de la unidad	Temas
1	Introducción a la física	Como se construye la ciencia, magnitudes físicas, funciones y gráficas y laboratorios.
2	El movimiento en una dirección	El movimiento rectilíneo, caída libre y laboratorios.
3	Movimiento en el plano	Magnitudes vectoriales, Movimiento de proyectiles y laboratorios.
4	Las leyes de la dinámica	La fuerza – Primera ley de Newton, ley fundamental de la dinámica – Segunda ley de Newton, acción y reacción – Tercera ley de Newton y laboratorios.
5	El movimiento de rotación	El movimiento circular, la mecánica celeste y laboratorios.
6	La energía	Trabajo, energía y potencia, conservación de la energía y laboratorios.
7	Mecánica de fluidos	Fluidos en reposo, los fluidos en movimiento y laboratorios.
8	Termodinámica	Calor y temperatura, las fases de la materia, las leyes de la termodinámica y laboratorios.

Tabla 13. Registro del proceso de análisis de “Los caminos del saber física I”

Lo que se describe en esta tabla corresponde a la descripción del texto “los caminos del saber física I”, el número total de páginas, las unidades, las secciones para finalizar con aquellas páginas que se aproximan y estudian contenidos interdisciplinarios de la física y las paginas concernientes a la nanociencia y nanotecnología.

Nombre del libro	Grado	Total páginas	Unidad	Sección	Página
Los caminos del saber I	10°	290	1 Introducción a la física	Que estudia la física	Página 10: Mencionan el intento de los físicos por descubrir las leyes básicas que rigen el comportamiento e interacciones con la materia y la energía en cualquiera de sus formas.
					Página 10: Mencionan la importancia del trabajo de los científicos y su marcado carácter social poniendo como ejemplo el desarrollo de vacunas para combatir enfermedades y epidemias riesgosas para la salud.
					Página 11: Resaltan el cambio de actitud de los científicos para formar equipos interdisciplinarios tanto nacionales como internacionales para abordar los problemas de forma completa y cercana a la realidad.
				Magnitudes físicas	Página 15: Establecen la importancia de conocer la composición química y las propiedades internas de la materia para interpretar un fenómeno físico.
					Página 16: Muestran el sistema internacional de unidades así como los prefijos, incluido el prefijo Nano (n)
				Funciones y gráficas	Página 32: Afianzo competencias: Presentan un estudio de caso para determinar las variables en la presión que ejerce un fluido sobre un cuerpo a medida que pasa sobre él. Además, otro estudio está relacionado con la insuficiencia cardiaca de una persona por ultimo presenta un estudio de un medicamento que debe ser suministrado a un paciente con la excepción que no dispone de un gotero con el doble de diámetro del normal.
Página 33: Afianzo competencias: proponen una actividad enfocada al desarrollo compromisos personales para ser solucionadas en conjunto con los demás compañeros sobre la capa de ozono, su composición química y los efectos que ha sufrido en los últimos años por la					



				contaminación, así como también los humanos. Realizan preguntas de concientización y de juego de roles.
		2 El movimiento en una dirección	El movimiento rectilíneo	<p>Página 41: Resaltan la importancia de los sistemas de referencia para describir y analizar el comportamiento de cualquier objeto.</p> <p>Página 55: Afianzo competencias: plantean preguntas acerca del movimiento de un cuerpo y la importancia del sistema de referencia. Proponen un ejemplo en relación con el vuelo de los colibrís y su comportamiento gráfico.</p>
		3 Movimiento en el plano	Magnitudes vectoriales	Página 70: Presentan como ejemplo de magnitudes vectoriales la temperatura del cuerpo humano.
		4 Las leyes de la dinámica	Primera ley de Newton	Página 96: Mencionan la relación de las fuerzas con la acción que ejerce un cuerpo sobre otro y que pueden causar deformaciones sobre los objetos o cambiar su estado de movimiento.
				Página 98: Presentan un cuestionamiento (Físicamente) ¿Cuál crees que es más intensa al interior del núcleo atómico, la fuerza nuclear entre protones o la fuerza eléctrica entre los mismos?
				Página 98: Mencionan como la fuerza electromagnética afecta a los cuerpos eléctricamente cargados y su aplicación en las transformaciones físicas y químicas de átomos y moléculas
				Página 98: Mencionan que la fuerza nuclear fuerte es aquella que mantiene unidos los protones con los neutrones
				Página 107: Afianzo competencias (identificar) presentan una pregunta para determinar cuál es la fuerza que actúa entre los protones y los neutrones para formar los núcleos atómicos.
				Página 118: Afianzo competencias – solución problemas (identificar); Proponen un ejercicio donde está implícito un saltamontes y la fuerza que imprime en sus saltos.
				Página 120: Ejemplo de las fuerzas de acción y reacción que se presentan en la naturaleza, los calamares al desplazarse expulsan un líquido desde el interior de su cuerpo un líquido (Tinta). El calamar al expulsar la tinta ejerce fuerza sobre el líquido. Acción-reacción.
		5 El movimiento de rotación	1 El movimiento circular – la velocidad en el	<p>Página 138: Párrafo donde tratan la velocidad angular de esferas, su radio y trayectoria.</p> <p>Página 139: Párrafo que menciona la relación entre la velocidad lineal y la velocidad angular para objetos con trayectoria circular.</p>

				<p>movimiento circular.</p> <p>Página 145: Ejemplo que expone la fuerza centrípeta que experimenta el Electron debido a la fuerza eléctrica que ejerce el protón en el modelo del átomo de hidrogeno de Bohr.</p> <p>Página 146: Párrafo donde exponen que la sensación de ingravidez o micro gravedad resulta nociva para el cuerpo humano donde una rotación muy vertiginosa produciría náuseas y otros efectos colaterales.</p>
			3. Rotación de los solidos	<p>Página 178: Infografía: Hacia arriba, Gracias a reacciones químicas que vencen la fuerza de gravedad y ponen en el espacio a los trasbordadores espaciales.</p> <p>Ignición: Los explosivos dentro de los cohetes de combustible sólido, encienden de arriba hacia debajo de la masa del combustible.</p> <p>Página 179: Continuación infografía: cada cohete quema casi 500 toneladas de masa hecha de resina, oxidante y combustible en polvo. El tanque externo lleva 1.5 millones de litros de combustible (Hidrógeno líquido) y 500 mil litros de oxidante (oxígeno líquido)</p> <p>En los 3 motores principales, toneladas de hidrógeno y oxígeno bombeados del tanque externo se consumen a 3,300 °C produciendo una gigantesca descarga de vapor de agua con una potencia aproximada de 37 millones de caballos de fuerza.</p>
			6 La energía	<p>Afianzo competencias</p> <p>Página 197: Afianzo competencias: Ejercicio de indagación donde exponen la caída de una hoja de un árbol para determinar cuánto trabajo realiza la fuerza de gravedad y la energía cedida al medio por la fricción.</p>
		Conservación de la energía		<p>Página 203: Texto que describe las fuentes de energía como sistemas naturales que transfieren energía para producir trabajo. Mencionan al sol como principal fuente de energía para las plantas con el fin de producir su alimento y crecer. Además de su proceso de fosilización que luego produce recursos energéticos como el carbón.</p> <p>Página 204: Exponen las energías alternativas como: La energía solar, Energía de la biomasa, Energía eólica, Energía geotérmica y Energía mareomotriz.</p> <p>Página 207: Desarrollo compromisos personales y sociales: Exponen un estudio de caso en relación con la crisis energética y su impacto en el mundo. En ese sentido, los estudiantes deben por un lado proponer una solución a partir de la investigación sobre energías alternativas como el hidrogeno, la biomasa y la energía nuclear.</p>

				1.6 La presión en los gases	Página 222: Exponen una aplicación diaria de la presión atmosférica son los alimentos empacados al vacío donde la presión atmosférica es superior a la presión del interior del empaque evitando de esa manera el crecimiento de bacterias.
				1.7 Tensión superficial.	Página 223: Texto que presenta ejemplos de tensión superficial causada por algunos insectos ahondando su explicación a nivel molecular en un líquido donde actúan fuerzas de cohesión de origen electromagnético.
			7 Mecánica de fluidos	2 Los fluidos en movimiento	Página 233: Texto donde presentan el flujo sanguíneo a partir de la pregunta ¿Cómo se produce la circulación de la sangre? Así mismo lo relacionan con el sistema cardiovascular, la presión sanguínea y arterial.
					Página 234: Texto que menciona la viscosidad de los líquidos en relación con la presión incluso desde la interacción molecular.
					Página 237: Afianzo competencias: pregunta argumentativa: Exponen un caso donde una embarcación sufre un accidente y derrama petróleo en el mar, piden explicar que sucede a los peces y otros animales en este caso, como se ven afectados los ecosistemas marinos y como podrían evitar la propagación del petróleo en los ecosistemas marinos. Por otra parte, mencionan los efectos que presentan los escaladores en su cuerpo como dolores de cabeza, debilidad, mareos, respiración entrecortada, taquicardia entre otros en relación con la disminución de oxígeno en la sangre.
				Infografía	Página 237: Desarrollo compromisos personales y sociales: Mencionan los procesos poco conocidos de la respiración anaeróbica. Actualmente, la biología y la medicina se ocupan de la respiración anaeróbica en las células humanas. La medicina se interesa por la fatiga y el dolor que se produce a nivel muscular por la falta de oxígeno. La oncología (rama de la medicina que estudia los tumores) y su preocupación por conocer porque las células cancerígenas consumen altos niveles de oxígeno en el tejido que han invadido. Página 240: Infografía; Sumergibles que imitan la naturaleza; en que se asemeja un pez a un submarino. Los tanques de lastre funcionan similar a la vejiga natatoria de los peces, lo que permite el desplazamiento vertical. Página 241: Algunos peces abisales poseen órganos luminosos ( <i>Melanocetus johnsonii</i> ). La mayor profundidad alcanzada ha sido cerca

					<p>de los 11.000 metros lograda por el Batiscafo Trieste en la fosa de las Marianas.</p> <p>La mayoría de los peces óseos tienen una vejiga natatoria, órgano que cuando se llena de gas les permite ascender y cuando la vacían descienden.</p>
			8 Termodinámica	1 Calor y Temperatura	<p>Página 244: Establecen la definición y la diferencia entre el calor y la temperatura. Proponen como ejemplo la medición de la temperatura corporal con un termómetro asociando este fenómeno a las moléculas y/o partículas que conforman un sólido o un fluido en constante movimiento.</p>
					<p>Página 250: Exponen que el proceso de conducción del calor ocurre a nivel molecular del cuerpo por acción de la energía cinética de las moléculas vecinas. Para el caso de los sólidos los átomos ocupan posiciones fijas y describen un movimiento vibratorio. Para los metales son los electrones de valencia libres que al aumentar su energía cinética y por colisiones la transfieren a los electrones más cercanos a ellos.</p>
					<p>Página 252: Exponen que la convección del calor se propaga en los líquidos y gases e implica transporte de materia. Al mismo tiempo que ejemplifican las corrientes de convección en la superficie terrestre.</p>
				2 Fases de la materia	<p>Página 260: Física extrema: mencionan una cuarta fase de la materia denominada Plasma y corresponde a un gas a altas temperaturas en la cual los átomos pierden sus electrones.</p>
				3 Leyes de la termodinámica	<p>Página 278: Mencionan el concepto de entropía y su relación con los fenómenos en la naturaleza como los procesos irreversibles</p>
					<p>Página 279. Afianzo competencias: Análisis y resolución: Si nuestro cuerpo tiene una temperatura propia óptima de 37°C ¿Por qué estar expuestos a esa temperatura nos produce una sensación de calor?</p>
					<p>Página 281: Afianzo competencias: Propongo: ¿Qué puedes hacer para evitar el sobrecalentamiento del planeta? Donde el estudiante debe indicar las estrategias en su vida cotidiana para reducir dicho fenómeno al tiempo que evalúa sus hábitos energéticos y ecológicos en su casa.</p>
					<p>Página 281: Afianzo competencias: Desarrollo compromisos sociales: exponen un texto donde presentan las diversas dinámicas de nuestro planeta, como el constante desplazamiento de los continentes, los diversos factores ambientales, físicos, geológicos, químicos entre otros.</p>

				Infografía	<p>Página 284: Propagación del calor: ¿Qué hacer para protegerse del frío en el polo norte? Exponen un pueblo esquimal “Los inuit” que habitan al norte de Canadá, Alaska y Groenlandia.</p> <p>Página 285: Continuación infografía: Aislante natural ponen como ejemplo el pelo denso y de longitud variable del oso polar, además de una gruesa capa de grasa subcutánea que aíslan el animal del frío. Los esquimales conservan una dieta rica en lípidos al igual que los osos. Aunque el hielo sea un buen aislante térmico, la nieve presenta un mejor funcionamiento ya que al compactarse mantiene pequeñas burbujas de aire en el interior. Esta condición hace una gran diferencia, debido a que el aire es un excelente aislante térmico que evita la transferencia de calor por conducción.</p>
--	--	--	--	------------	---

Cabe señalar, que el libro de texto presenta 27 paginas donde se contextualiza la física desde ciencias como la química principalmente, consecutivamente aborda diversos temas biológicos y fisiológicos en lo que respecta a órganos y sistemas del cuerpo humano. mientras que por su parte, los conceptos de nanociencia y nanotecnología solo están implícitos en las escalas de medida y los prefijos. Así mismo se reconoce que las actividades, ejercicios, problemas y ejemplos intentan fortalecer las 7 competencias de las ciencias naturales (indagar, identificar, argumentar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social y la naturaleza del conocimiento).

### 8.2.3.2 Libro de texto 2: *Hipertexto física II*

**Observaciones Generales:** Este texto se compone de un libro del estudiante, Un sitio web ([www.santillanaplus.com.co/hipertextos](http://www.santillanaplus.com.co/hipertextos)). Sin embargo, solo contamos con el libro de texto y la página web. Del mismo modo, este libro es una herramienta pedagógica que responde a los lineamientos curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). Permite potenciar capacidades y competencias para el manejo de los conceptos y conocimientos propios de la física, aproximarse al conocimiento científico natural y al desarrollo de compromisos sociales y personales.

Como complemento encontramos hipervínculos en relación con: Videos, mayor información, dirección de internet para profundizar el tema, enlace web para la sección de laboratorios y una evaluación para verificar los conocimientos adquiridos durante la unidad.

Sección: Comprender para aprender está distribuida en 4 tópicos

1. Verifico conceptos
2. Analiza y resuelve
3. Problemas básicos
4. Problemas de profundización

Finaliza con unas HIPERPAGINAS que, a través, de infografías permiten establecer relaciones entre procesos y conocer sus diversos componentes en detalle.

**¿Cómo está organizado este libro?:** Hipertexto Física 2 contiene 8 unidades en relación con los componentes de la física. Al comienzo de cada unidad se presenta una doble página de apertura con los temas a abordar, una lectura relacionada con los contenidos y algunas preguntas

sobre ella. También se enumeran los contenidos, las actividades y las evaluaciones las cuales reforzaran y reconstruir sus conocimientos y competencias.

Las páginas de contenido se encuentran las ideas fundamentales del tema con ejemplos resueltos que explican los procesos paso a paso. (Encontramos en la parte superior el tipo de estándar o estándares que se trabajaran en la unidad) así mismo, encontramos “Señales” que hacen referencia a preguntas acerca de la teoría o ejercicios que surgen de ella y una “Herramienta matemática” que son apuntes matemáticos que ayudan a comprender mejor los temas. También se encuentra una sección especial identificadas como “Ciencia + Tecnología” su propósito es informar sobre elementos, procesos y avances tecnológicos, así como su funcionamiento y como estos influyen en la sociedad.

Por último, están las secciones de laboratorio, las cuales permiten comprobar algunos fenómenos científicos y aplicar conceptos tratados en cada unidad, para aproximar al estudiante al conocimiento como científico natural.

**Unidades o contenidos del texto.** El contenido temático del libro de texto escolar está distribuido en 8 unidades en relación con los procesos físicos tal como se expone en la siguiente tabla:

*Tabla 14. Contenidos teóricos para Hipertexto física II grado 11°*

N°	Título de la unidad	Temas
1	Oscilaciones	Movimiento armónico simple y la energía en los sistemas oscilantes. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
2	Las ondas	Propagación de ondas y fenómenos ondulatorios. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología

3	Acústica	El sonido y sistemas resonantes. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
4	Óptica	La luz, reflexión de la luz, refracción de la luz e instrumentos ópticos. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
5	Electrostática	La carga eléctrica, campo eléctrico y potencial eléctrico. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
6	Cargas eléctricas en movimiento	Corriente eléctrica y circuitos eléctricos. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
7	Electricidad y magnetismo	Magnetismo, inducción electromagnética. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología
8	Física moderna	La relatividad, física cuántica y estructura nuclear. Desarrollo de competencias, actividades, laboratorios y ciencia + tecnología

---



Tabla 15. Registro del proceso de análisis de “Hipertexto física II”

Lo que se describe en esta tabla corresponde a la descripción del texto “Hipertexto física II”, el número total de páginas, las unidades, las secciones para finalizar con aquellas páginas que se aproximan y estudian contenidos interdisciplinares y/o multidisciplinares de la física y las paginas concernientes a la nanociencia y nanotecnología.

Nombre del libro	Grado	Total de páginas	Unidad	Sección	Página
Hipertexto física 2	11°	288	1 Oscilaciones	1.5 El motor de gasolina	Página 20: Mencionan el funcionamiento de un motor en 4 pasos: Admisión, compresión, explosión y escape.
				2.3.3 Oscilaciones forzadas	Página 27: Continuación de los fenómenos de resonancia, exponen que además de las oscilaciones mecánicas también existen oscilaciones eléctricas, como la corriente alterna y oscilaciones magnéticas. Como ejemplo mencionan: La sintonización de una emisora de radio la cual se basa en la resonancia electromagnética. También mencionan la caída del puente Tacoma en EE. UU en 1940 puesto que el viento entro en resonancia con la estructura oscilante. Por otra parte, todos los objetos que se desplazan en el agua desde los barcos hasta los nadadores, tienen que vencer fuerzas de arrastre debidas a la viscosidad y densidad del agua. Otro ejemplo, las moléculas son sistemas que están influenciados por la oscilación y cada una tiene su frecuencia propia. Las ondas emitidas por un horno microondas tienen una frecuencia casi igual a la frecuencia con la cual vibran las moléculas de agua contenidas en los alimentos. Haciendo que vibren con mayor amplitud lo cual produce un incremento de la energía interna del alimento y como consecuencia también aumente su temperatura.
				Desarrollo de competencias	Página 29: Analiza y resuelve: proponen preguntas en relación con una bicicleta y los movimientos oscilatorios. También, relacionados con el cometa Halley el cual gira alrededor del Sol en dirección contraria a los planetas y se le considera como un movimiento periódico.

					Nota: La mayoría de los ejercicios se relacionan con un cuerpo suspendido, un sistema masa resorte, péndulos, energía cinética y potencial para determinar oscilaciones, frecuencia, periodo, por lo general, se basan en este tipo de ejemplos.
				Infografía 1	Página 39: Ciencia + Tecnología: Mencionan las ventajas de construir estructuras a prueba de sismos en especial para puentes y edificios altos. Los aisladores sísmicos permiten una mayor tolerancia al movimiento producido por las placas tectónicas de la tierra y la energía que se disipa. Una de las técnicas utilizadas son los amortiguadores elastoméricos construidos con láminas de acero y goma intercaladas para aumentar el periodo de oscilación de 2 a 3 segundos y de esta manera se disminuyen las aceleraciones sísmicas. Otra técnica utilizada para reducir las oscilaciones sísmicas es por medio de un gran péndulo como en el edificio de Taipéi (Taiwán)
				Infografía 2	Página 36: Explican cómo está diseñado el amortiguador elastomérico y se compone de un disipador de energía hecho de plomo, placas de acero que refuerzan la estructura y cubiertas de caucho que ayudan a proteger las placas de acero. El edificio de los Ángeles City Hall en EE. UU cuenta con este sistema
			2 Ondas	1 Propagación de las ondas 1.1 Formación de las ondas	Página 43: Definen el concepto de onda longitudinal y onda transversal. Ejemplifican que este tipo de ondas en la naturaleza se presentan en las olas marinas y las ondas sísmicas. Cuando una onda marina viaja sobre la superficie del agua las crestas se mueven en dirección de la onda y las moléculas en los valles se mueven en dirección contraria. Por lo tanto hay desplazamientos de las moléculas de agua después de pasar cierto número de ondas completas.
				1.5 Velocidad de una onda trasversal	Página 46: Exponen como ejemplo la afinación de las cuerdas de una guitarra para explicar la velocidad de propagación de una onda en una cuerda es directamente proporcional a la tensión de la misma e inversamente proporcional al grosor de la cuerda. Así mismo, mencionan el movimiento de las partículas, su velocidad y tratamiento matemático.
					Página 47: Ejemplo de una cuerda de arpa sinfónica sometida a una tensión de 500 N. Desarrollan la densidad lineal de la cuerda y la velocidad de una onda en dicha cuerda.

				<p>1.6 La energía y la potencia que transmiten las ondas</p> <p>Página 48: Mencionan que todo movimiento ondulatorio tiene energía asociada como, por ejemplo, la energía recibida del Sol o los efectos destructivos del oleaje. Al propagarse la onda cada partícula del medio ejerce fuerza sobre las otras y, por ende, trabajo en todo sistema. De esta manera, se puede transportar energía de una región a otra. Exponen el caso de una onda armónica que contiene partículas de menor y mayor tamaño, que están vibrando. Se conoce esta propagación como punto a punto donde la cantidad de movimiento y energía se propagan. Al difundirse dicha energía cada partícula la almacena en forma de energía cinética de movimiento y energía potencial de deformación. La energía absorbida por rozamiento y efectos viscosos se transforma en calor.</p>
			<p>1.7 Las ondas sísmicas</p> <p>Página 50: Mencionan que hay otro tipo de ondas que viajan por la superficie terrestre: las ondas de Rayleigh (originadas por la interacción de las ondas (P) y la componente vertical de las ondas (S). Son ondas lentas. Por otro lado, las ondas de love (similares a las ondas de Rayleigh, pero se originan por la interferencia constructiva de la componente horizontal de las ondas (S) estas ondas provocan cortes en la superficie terrestre. Existe un instrumento para la detección de ondas sísmicas: el sismógrafo. Estas ondas sísmicas también son utilizadas en la explotación del petróleo y de otros combustibles</p>	
			<p>2.5.2 Ondas estacionarias</p> <p>Página 58: Ejemplo: Mencionan una cuerda de piano tiene una masa de 12g y una longitud de 1,5 m. Determinar la longitud de onda y la velocidad de propagación, la tensión y las frecuencias.</p>	
			<p>2.6 Ondas de radio</p> <p>Página 59: Mencionan que estas ondas de radio son muy utilizadas en el campo de las comunicaciones ya que por medio de ellas es posible la transmisión de información. Y se conocen 3 tipos de ondas: Superficiales, aéreas y espaciales. <b>Las ondas superficiales:</b> con una frecuencia hasta de 3 MHz y se propagan por la superficie terrestre. <b>Las ondas aéreas:</b> ondas de frecuencia entre los 3 MHz y los 30 MHz, estas ondas se propagan por el aire mediante sucesivas reflexiones entre la ionosfera y la superficie terrestre y por último, <b>las ondas espaciales:</b> ondas con frecuencias superiores a los 30 MHz las cuales pueden alcanzar</p>	

				<p>distancias superiores a los 100 km, la transmisión se realiza a través de la ionosfera.</p> <p>Página 60: Desarrollo de competencias – se deben responder unas preguntas a partir de la información presentada sobre los sismógrafos</p> <p>Página 62: Ciertos quirópteros, como el murciélago, emiten ultrasonidos. Si la frecuencia del sonido emitido es de 3 105 Hz, ¿cuál será la longitud de onda de la misma?</p>
			Infografía	Página 68: Infografía que explica los principios físicos relacionados con los fenómenos ondulatorios del avión estadounidense Lockheed F-117 Nighthawk
		3 Acústica	1 El sonido – 1.3.1 el tono	<p>Página 74: La sensibilidad del oído humano percibe sonidos con frecuencias que oscilan entre los 20 Hz y los 20.000 Hz. Los ultrasonidos son frecuencias mayores a 20.000 mientras que los infrasonidos son frecuencias menores que 20 Hz. Algunos animales como el perro perciben ultrasonidos cercanos a los 50.000 Hz y los murciélagos hasta 100.000. Por otra parte, se ha comprobado que los delfines emiten ondas ultrasónicas que permiten “ver” a través de los cuerpos de otros animales y personas. Para los delfines los músculos y la piel son casi transparentes incluso pueden detectar evidencias de cancer o tumores presentes en nuestro organismo. Las ondas ultrasónicas tienen su uso en la medicina para hacer exámenes diagnósticos por medio de ecografías y para destruir cálculos renales sin necesidad de realizar cirugías.</p>
			1.5 Efecto Doppler	Página 79: Dentro de los usos del efecto doppler es cuando se aplica a ultrasonidos reflejados sobre el feto. De esta manera los médicos visualizan el movimiento cardiaco, el flujo sanguíneo y los latidos del corazón del feto.
			1.6 El oído y la audición	<p>Página 80: El oído es un órgano de gran importancia para el estudio del sonido ya que es allí donde se da inicio a la sensación acústica que procesa el cerebro. Exponen las funciones y características de: Oído externo, interno y la cóclea o caracol y la transformación que sufren las ondas de sonido en cada uno de estos.</p> <p>Página 86: Ejercicio de argumentación: exponen una lectura sobre ecolocalización en animales como delfines y murciélagos.</p>

				<p>Página 88: Ejercicio de problemas básicos: piden explicar por qué el oído humano no percibe todos los sonidos solo los que poseen frecuencias comprendidas entre 20 Hz y 20.000 Hz</p> <p>Página 90: Ejercicio de análisis, piden que se explique las razones por las cuales se construyen auditorios con techos en forma parabólica como el de la Opera de Sídney.</p>
			Infografía	Página 95: Infografía Ciencia + Tecnología: Explican algunos conceptos físicos asociados a la los componentes y funcionamiento de un submarino
		4 Óptica	2.1 Rayos de luz	Página 109: Describen que la óptica geométrica es utilizada para la construcción de lentes que corrigen defectos del ojo como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. También se usa e diferentes instrumentos ópticos, tales como telescopios, microscopios, estereoscopios, etc.
			3.2 Algunas aplicaciones de la refracción	Página 122: Mencionan algunas aplicaciones de la refracción en el campo medico ya que es un principio utilizado por los endoscopios, instrumentos médicos que permiten observar órganos como el hígado o el estómago, y que en menor tamaño se pueden introducir en los vasos sanguíneos o por la uretra.
			4.5 El microscopio	Página 136: Describen la razón por la cual los microscopios convencionales no permiten observar estructuras como el átomo. Para lograrlo los microscopistas iluminan la muestra con un haz de electrones en lugar de luz ya que los haces de electrones tienen longitudes de onda extremadamente cortas. En ese sentido, los microscopios electrónicos no usan lentes para enfocar y aumentar las imagines sino campos eléctricos y magnéticos.
			Desarrollo de competencias	Página 138: Desarrollo competencias – Proponer: Plantean la siguiente pregunta ¿Crees que la física ayuda en la solución de problemas médicos?
			Actividades	Página 146: Actividades – Verifico conceptos: Plantean la siguiente pregunta: Explica cómo funciona el ojo humano y porqué se puede considerar como un instrumento óptico.
			Infografía	Página 151: Infografía Ciencia + Tecnología: Presentan algunos observatorios que detectan el sol, ondas electromagnéticas y ondas de radio.

			5 Electrostática	Infografía	Página 180: Infografía (Ciencia + tecnología) donde exponen algunas características de un desfibrilador cardioversor implantable (DCI). Este aparato electrónico es capaz de monitorear y detectar irregularidades en el ritmo del corazón también recibe las señales del corazón y genera pulsos de energía electrostática para regular el funcionamiento del corazón.
			6 Cargas eléctricas en movimiento	Infografía	Página 210: Infografía Ciencia + Tecnología: Presentan la Domótica y su relación con las aplicaciones electromagnéticas y su alternativa para ayudar en el cuidado de los recursos naturales.
				1.3 Fuentes de campos magnéticos	Página 221: Mencionan una de las propiedades que permite orientarse a las aves migratorias, es la capacidad que tienen para detectar la intensidad y la dirección del campo magnético terrestre. Se explica por dos mecanismos: el primero las moléculas de rodopsina que se encuentran en las células de la retina del ojo, absorben fotones y se convierten en pequeños imanes transitorios, alineándose en la dirección del campo, este mecanismo se complementaría con el efecto producido por los cristales de magnetita presentes en el cráneo de las aves.
				Infografía	Página 242: Infografía Ciencia + Tecnología; exponen la levitación magnética en los automóviles a partir de los principios físicos del magnetismo
			8 Física moderna	3.4 Reactores nucleares	Página 272: Exponen que en Bogotá - Colombia existe un reactor nuclear de baja potencia desde 1965. Principalmente se usa para la producción de neutrones, análisis químicos, para calcular la edad de los suelos y para fabricar algunos isótopos útiles en industrias, como la farmacéutica y la ingeniería. Por ejemplo, el yodo 125 ayuda a identificar problemas en la tiroides.
				3.6.1 Usos de la radiación	Página 274: Mencionan que la radiación se usa en el campo de la medicina y en investigación para producir imágenes de los huesos en el interior del organismo gracias a los fotones de rayos X. En medicina utilizan la técnica de radioisótopos y se emplea en el diagnóstico de enfermedades cardíacas, pulmonares, renales y cerebrales. para ello se inyectan pequeñas dosis de tecnecio-99 meta estable; en las personas que tienen problemas de la glándula tiroides se suele administrar yodo-131 para detectar la causa de su

					disfunción, y se emplea el cromo-51 para la localización de hemorragias internas.
				3.6.3 La radiactividad y los daños en los seres vivos	Página 275: Mencionan que Las células de los seres vivos están formadas por estructuras ancladas en el seno de una sustancia líquida rica en iones. Cuando una radiación está en ella, provoca caos a nivel atómico que genera una cadena de destrucciones o transformaciones que resultan dañinas para el proceso vital.
				Infografía	Página 284: Infografía ciencia + tecnología: Presentan las utilidades y aplicaciones de los reactores nucleares en especial en la agricultura se usan isotopos radiactivos en los fertilizantes por la capacidad de las plantas de absorber potasio, fosforo y magnesio por las hojas y raíces. En industria se usan los rayos gamma permiten ver la estructura interna de piezas mientras que en el campo de la medicina usa el cloruro sódico con sodio radiactiva para observar la sangre y detectar anomalías.

Una vez efectuado el análisis de las paginas se puede inferir que el libro de texto presenta 34 paginas donde se contextualiza la física desde ciencias como la química principalmente, consecutivamente aborda diversos temas biológicos y fisiológicos en lo que respecta a órganos y sistemas del cuerpo humano. también presenta contenidos que relacionan la medicina, agroindustria y la farmacéutica. Mientras que, por su parte, los conceptos de nanociencia y nanotecnología solo están descritos en las escalas de medida y los prefijos del sistema internacional de unidades.

De igual manera, se reconoce que las actividades, ejercicios, problemas y ejemplos intentan fortalecer las 7 competencias de las ciencias naturales (indagar, identificar, argumentar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social y la naturaleza del conocimiento)

### 8.2.3.3 Libro de texto 3: Los caminos del saber física II

**Observaciones Generales:** Este texto se compone de un libro del estudiante, Un sitio web ([www.santillanaplus.com.co](http://www.santillanaplus.com.co)) donde encontramos recursos educativos interactivos y multimedia como complemento y un DVD. Sin embargo, solo contamos con el libro de texto y la página web.

**¿Cómo está organizado este libro?:** Al comienzo de cada unidad se presenta una doble página con los temas a abordar y los logros a alcanzar por el estudiante. También se enumeran los contenidos, las actividades y las evaluaciones las cuales reforzaran y reconstruir sus conocimientos y competencias tal como se describen de manera general en la tabla X

Seguidamente se encuentra especificado el “Desarrollo de temáticas” los cuales presentan ideas fundamentales del tema y están en relación con los estándares y lineamientos curriculares en ciencias naturales. Al final de cada unidad se encuentra la sección “Afianzo competencias” donde encontramos actividades que permite el desarrollo de competencias y habilidades científicas. Por último, el texto presenta dos secciones especiales, donde la primera corresponde al trabajo y aplicación experimental denominada “Soy científico natural” y la segunda es una Infografía que permite observar algunas aplicaciones y procesos entre los temas estudiados.

**. Unidades o contenidos del texto:** El contenido temático del libro de texto escolar está distribuido en 8 unidades relacionados con diversos procesos físicos tal como se expone en la siguiente tabla:



Tabla 16. Contenidos teóricos para el texto los caminos del saber II física grado 11°

N°	Título de la unidad	Temas
1	Oscilaciones	Movimiento armónico simple y la energía en los sistemas oscilantes. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
2	Las ondas	Propagación de las ondas y fenómenos ondulatorios. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
3	Acústica	El sonido y sistemas resonantes. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
4	Óptica	La luz, reflexión de la luz, refracción de la luz e instrumentos ópticos. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
5	Electrostática	Carga eléctrica, campo eléctrico y potencial eléctrico. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
6	Cargas eléctricas en movimiento	Corriente eléctrica y circuitos eléctricos. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
7	Electricidad y magnetismo	Magnetismo e Inducción electromagnética. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.
8	Física moderna	La relatividad, física cuántica y estructura nuclear. Afianzo competencias, laboratorios e infografía.

Tabla 17. Registro del proceso de análisis de “Los caminos del saber física II”

Lo que se describe en esta tabla corresponde a la descripción del texto “los caminos del saber física II”, el número total de páginas, las unidades, las secciones para finalizar con aquellas páginas que se aproximan y estudian contenidos interdisciplinarios de la física y las páginas concernientes a la nanociencia y nanotecnología.

Nombre del libro	Grado	Total de páginas	Unidad	Sección	Página
Los caminos del saber física II	11°	289	1 Oscilaciones	Afianzo competencias científicas	Página 33: Presentan información sobre la geofísica como un conjunto de técnicas para explorar el sub suelo.
			2 Ondas	Afianzo competencias científicas	Página 52: Plantean el siguiente ejercicio: Ciertos quirópteros, como el murciélago emiten ultrasonidos. Si la frecuencia del sonido emitido es de $3 \times 10^5$ Hz ¿Cuál será la longitud de una onda de la misma longitud?
				Infografía	Página 68: Infografía Ciencia + Tecnología: exponen una línea de tiempo de los diferentes sismómetros que se han desarrollado.
			3 Acústica	1.3 características del sonido	Página 74: Exponen que la sensibilidad del oído humano percibe sonidos cuyas frecuencias oscilan entre los 20 Hz y los 20.000 Hz. Los sonidos superiores a 20.000 Hz se denominan Ultrasonidos mientras que los inferiores a los 20 Hz se denominan infrasonidos. Algunos animales como el perro perciben ultrasonidos muy cercanos a los 50.000 Hz y los Murciélagos hasta 100.000 Hz. Se ha comprobado que los delfines emiten ondas ultrasónicas que les permiten “ver” a través de los cuerpos de otros animales y de las personas. Para los delfines los músculos y la piel son casi transparentes incluso pueden observar huesos, dientes y cavidades llenas de gas. El delfín podría detectar evidencias de cáncer o tumores presentes en el organismo. Las ondas ultrasónicas tienen su uso en la medicina para hacer exámenes diagnósticos por medio de ecografías y para destruir cálculos renales sin necesidad de cirugías.

				<p>1.6 El oído y la audición</p> <p>Página 80: Mencionan que el oído es un órgano de gran importancia para el estudio del sonido, porque allí es donde se perciben las perturbaciones generadas en el aire producto de la vibración hecha sobre otros objetos y se da inicio a la sensación acústica que procesa el cerebro.</p> <p>Exponen las funciones y características de: Oído externo, interno y la cóclea o caracol y la transformación que sufren las ondas de sonido en cada uno de estos.</p>
				<p>Página 91: Ejercicio de argumentación: exponen una lectura corta sobre ecolocalización en animales como delfines y murciélagos. Así como la afectación de muchas especies marinas como por ejemplo la ballena, debido a la utilización de dinamita, investigaciones geofísicas, exploraciones de petróleo entre otras.</p>
			4 Óptica	<p>2 Reflexión de la luz</p> <p>Página 111: Describen que la óptica geométrica es utilizada para la construcción de lentes que corrigen defectos del ojo como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. También se usa e diferentes instrumentos ópticos, tales como telescopios, microscopios, estereoscopios, etc.</p>
				<p>3.2 Algunas aplicaciones de la refracción</p> <p>Página 127: Mencionan la fibra óptica y algunas aplicaciones de la refracción en el campo medico ya que es un principio utilizado por los endoscopios, instrumentos médicos que permiten observar órganos como el hígado o el estómago, y que en menor tamaño se pueden introducir en los vasos sanguíneos o por la uretra.</p>
				<p>4.2 Cámara fotográfica</p> <p>Página 138: Exponen que la fotografía además de ser una aplicación de la reflexión de la luz, es un proceso fotoquímico y se produce por descomposición de los halogenuros de plata, debido a la luz. El cloruro de plata (blanco) y el bromuro de plata (Amarillo) se ennegrecen cuando índice la luz sobre ellos. Ambos son compuestos iónicos y la luz les proporciona la energía necesaria para que se produzcan transformaciones químicas.</p> <p>Física extrema: La DECAM o cámara de energía oscura es la cámara digital de 570 megapíxeles más potente del mundo. Es utilizada para estudiar las características de la energía oscura que se encuentra en el universo y está ubicada en el observatorio nacional de astronomía óptica de cerro tololo en Chile.</p>

				4.3 El ojo humano	Página 139: Mencionan los elementos que componen el ojo. La relación de los rayos que provienen de un objeto con la refracción.
				4.5 El microscopio	Página 142: Describen la razón por la cual los microscopios convencionales no permiten observar estructuras como el átomo. Para lograrlo los microscopistas iluminan la muestra con un haz de electrones en lugar de luz ya que los haces de electrones tienen longitudes de onda extremadamente cortas. En ese sentido, los microscopios electrónicos no usan lentes para enfocar y aumentar las imágenes sino campos eléctricos y magnéticos. Por otra parte, presentan un microscopio denominado “Titán” considerado como el microscopio más potente en el mundo el cual, permite ver objetos en escala de Angstrom (Å) que equivale a $10^{-13}$ m. Su utilidad es muy variada desde el estudio de materiales para computadoras hasta el análisis de tejidos que dan información sobre enfermedades hasta ahora incurables.
				Desarrollo competencias	Página 147: Plantean las siguientes preguntas ¿Crees que la física ayuda en la solución de problemas médicos? Y ¿Cómo se relacionan la física y la biología en el estudio del ojo humano?
				Infografía	Página 150: Presentan una infografía en relación con la óptica geométrica y la corrección de anomalías en el ojo por medio del uso del láser.
			5 Electrostática	1.2 La electrificación	Página 154: Mencionan que el comportamiento eléctrico de los cuerpos está íntimamente relacionado con la estructura de la materia. Los cuerpos están formados por entidades llamadas átomos. En los átomos existen partículas que poseen carga positiva (Protones), carga negativa (electrones) y otras partículas cuya carga es neutra (Neutrones).
				1.4 Conservación de la carga	Página 156: Exponen que cuando la fuerza eléctrica que mantiene unidos los electrones al núcleo disminuye, la distancia entre estos y el núcleo aumenta, por tanto, aquellos electrones que se encuentran débilmente unidos a los átomos, en algunos materiales, pueden ser liberados o transferidos a otros cuerpos.
				Física extrema	Página 158: Mencionan el microscopio de iones de campo (FMI) el cual es un dispositivo que permite ver la organización atómica de diferentes materiales. Consta de una cámara al vacío donde se coloca un gas como el helio que al ser cargado eléctricamente es

					atraído por una pantalla fluorescente donde se observa la estructura atómica de la muestra que es colocada en una punta afilada dentro de la cámara. Este dispositivo permite observaciones a escalas atómicas a diferencias de los microscopios convencionales.
				Infografía	Página 180: Ciencia + Tecnología: Mencionan la electrización y fuerza eléctrica en las nubes y las cargas según condiciones meteorológicas.
		6 Cargas eléctricas en movimiento		La corriente eléctrica	Página 185: Mencionan que la corriente eléctrica produce efectos en los materiales por los cuales circula la carga y en el entorno del cuerpo por el cual fluye. Entre los efectos más relevantes que se producen están los siguientes: Generación de calor (ej. una plancha eléctrica) – Efectos químicos (Ej. La electrólisis) y el Magnetismo (Ej. Los electroimanes).
		7 Electricidad y magnetismo		Espectrógrafo de masas	Página 218: Muestran un espectrógrafo de masas como dispositivo que permite separar los diferentes isotopos que contiene un elemento químico en su forma natural ya que no es posible separarlos con procedimientos químicos. Mediante un campo eléctrico, se produce un chorro de isotopos ionizados que ingresan con igual velocidad en un campo magnético uniforme.
				Física extrema	Página 220: Químicos estadounidenses desarrollaron el motor eléctrico más pequeño del mundo con un diámetro de un Nanómetro. Este consta de una molécula de azufre que posee una cadena de carbono la cual, a partir de una señal eléctrica enviada por un microscopio, gira en un sentido y en otro.
				1.3 Fuentes de campos magnéticos	Página 221: Mencionan que una de las propiedades que permite orientarse a las aves migratorias es la capacidad que tienen para detectar la intensidad y la dirección del campo magnético terrestre. Dicha capacidad se explicaría por dos mecanismos complementarios. Uno está relacionado con la acción de la luz, las moléculas de rodopsina que se encuentran en las células de la retina del ojo, absorben fotones y se convierten en pequeños imanes transitorios, alineándose en la dirección del campo. Este mecanismo se complementaría con el efecto producido por los cristales de magnetita presentes en el cráneo de las aves.
				Desarrollo de compromisos	Página 239: Exponen una lectura sobre las actuales aplicaciones médicas con campos magnéticos muy débiles y muy intensos. Como

			personales y sociales	es el caso del Magneto cardiograma y magneto encefalograma. En cuanto a campos magnéticos elevados, también encontramos aplicaciones médicas utilizadas desde hace algún tiempo como lo es la resonancia magnética nuclear en la que se consiguen imágenes perfectamente nítidas de los tejidos.
			Infografía	Página 242: Explican cómo está constituida una célula fotovoltaica, hecha de materiales semiconductores como el silicio, que absorbe la energía solar, haciendo que los electrones unidos débilmente puedan fluir libremente y generen una corriente eléctrica.
		8 Física moderna	3.3 Fisión nuclear	Página 274: Mencionan el proceso de fisión nuclear – principalmente se evidencia una relación entre la física atómica y la química
			3.4 Reactores nucleares	Página 276: Exponen que en Bogotá - Colombia existe un reactor nuclear de baja potencia desde 1965. Principalmente se usa para la producción de neutrones, análisis químicos, para calcular la edad de los suelos y para fabricar algunos isótopos útiles en industrias, como la farmacéutica y la ingeniería. Por ejemplo, el yodo-125 ayuda a identificar problemas en la tiroides.
			3.5 Fusión nuclear	Página 276: Mencionan el proceso de fusión nuclear – principalmente se evidencia una relación entre la física atómica y la química (elementos)
			3.6 La radiación: uso, detección y daños	Página 278: Mencionan que la radiación se usa en el campo de la medicina y en investigación para producir imágenes de los huesos en el interior del organismo gracias a los fotones de rayos X. Una de las aplicaciones más interesantes de la radiactividad es la utilización de radioisótopos como trazadores. Esta técnica consiste básicamente en seguir la trayectoria que describe un isótopo radioactivo en el interior de un sistema; es muy empleada en áreas tan diversas como la medicina. En medicina utilizan la técnica de radioisótopos y se emplea en el diagnóstico de enfermedades cardíacas, pulmonares, renales y cerebrales. para ello se inyectan pequeñas dosis de tecnecio-99 metaestable; en las personas que tienen problemas de la glándula tiroides se suele administrar yodo-131 para detectar la causa de su disfunción, y se emplea el cromo-51 para la localización de hemorragias internas.

					Página 278: Exponen la relación entre la física nuclear con la química y aplicaciones en el campo de la agronomía.
				La radioactividad y los daños en los seres vivos	<p>Página 279: Mencionan que la radiación está presente incluso desde antes de la existencia humana, así mismo, nuestro organismo existe alrededor de 200 g de K de los cuales 40 g son de K 40 un isótopo radioactivo. Nuestro organismo también contiene carbono 14 y debido a sus radiaciones beta produce 3.000 partículas beta cada segundo.</p> <p>Exponen como afecta la radiación cósmica a las personas que habitan regiones altas del planeta, ya que las células de los seres vivos están formadas por estructuras ancladas en el seno de una sustancia líquida rica en iones. Cuando la radiación está en ella provoca caos a nivel atómico que genera una cadena de destrucciones que resultan dañinas para el proceso vital. Estas células pueden recuperarse del daño o reponen las que mueren, exceptuando las células nerviosas, que son irremplazables. Estas transformaciones a largo plazo pueden desencadenar un cáncer.</p> <p>Presentan una tabla en la que describen las dosis permitidas en todo el cuerpo y los efectos probables.</p>
				Afianzo competencias	Página 280: los ejercicios de aplicación mezclan la física atómica con la química
				Desarrollo de competencias	Página 281: Presentan un caso donde las personas suelen usar bloqueador para proteger la piel contra la radiación solar ¿Por qué la radiación infrarroja no produce daños a la piel mientras la ultravioleta sí?
				Infografía	<p>Página 284: Infografía – Ondas electromagnéticas: exponen la relación entre la medicina nuclear y la radioterapia las cuales son áreas de la medicina que utilizan la radiación. La medicina nuclear tiene como objetivo el diagnóstico de imágenes y la radioterapia la destrucción de células tumorales.</p> <p>Mediante la inoculación en el paciente de radioisótopos unidos a moléculas con afinidad biológica con algunos órganos o tejidos, se pueden acumular dichos radioisótopos en algunas partes del cuerpo y su radiactividad será detectada por un equipo que produce una imagen llamada gammagrafía.</p>

				<p>Un compuesto de carbono 11 y moléculas que imitan la endorfina, se unen a receptores del sistema nervioso central, que regulan en dolor del tejido neuronal.</p> <p>El yodo-131 se utiliza en radiofármacos que señalan el mal funcionamiento de la tiroides, en el tratamiento del hipertiroidismo y el cancer en esta región.</p> <p>Los radiofármacos inhalables mapean la ventilación pulmonar y los inyectables diagnostican embolias o coágulos que bloquean la circulación en la región.</p> <hr/> <p>Página 285: Continuación de la infografía – Venas y arterias son inyectadas para bloquear los rayos X y aparece la angiografía. Con el fin de buscar bloqueos, aneurismas y otros problemas circulatorios.</p> <p>El cobalto 60 se utiliza en el tratamiento de varios tipos de cancer. Las células cancerosas son destruidas por el haz de radiación.</p> <p>El indio -111 puede diagnosticar tumores gracias a una cámara sensible a la radiación gamma.</p> <p>El tecnecio 99m es visto como el radioisótopo de diagnóstico ideal, su radiación gamma de naturaleza electromagnética atraviesa tejidos con facilidad y bajo consumo de energía. Su vida media, tiempo en el que la cantidad de átomos radioactivos en la muestra se reduce a la mitad es de 6 horas. Tiempo suficiente para realizar los exámenes sin poner en riesgo la salud del paciente.</p> <p>El difosfonato de metileno es un compuesto orgánico con afinidad por el hueso en crecimiento que unido al tecnecio 99m puede detectar cancer en el hueso.</p> <p>Por último, la radiación del tecnecio 99m puede revelar la estructura y función de los riñones.</p>
--	--	--	--	---

Una vez efectuado el análisis de las paginas se puede inferir que el libro de texto presenta 30 paginas donde se contextualiza la física desde ciencias como la química principalmente, consecutivamente aborda diversos temas biológicos y fisiológicos en lo que respecta a órganos y sistemas del cuerpo humano. también presenta contenidos que relacionan la física con la ingeniería, la geofísica, la



industria y las ciencias ambientales. mientras que por su parte, los conceptos de nanociencia y nanotecnología solo están implícitos en las escalas de medida y los prefijos. Sin embargo, solo 1 página describe como los científicos diseñaron 1 nanomotor que funciona a partir de campos magnéticos y su tamaño es de 1 nm. Así mismo se reconoce que las actividades, ejercicios, problemas y ejemplos intentan fortalecer las 7 competencias de las ciencias naturales (indagar, identificar, argumentar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social y la naturaleza del conocimiento).

#### 8.2.3.4 Libro de texto 4: Hipertexto física I

**Observaciones generales:** Este texto se compone de un libro del estudiante, Un sitio web ([www.santillanaplus.com.co/hipertextos](http://www.santillanaplus.com.co/hipertextos)). Sin embargo, solo contamos con el libro de texto y la página web. Del mismo modo, este libro es una herramienta pedagógica que responde a los lineamientos curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). Permite potenciar capacidades y competencias para el manejo de los conceptos y conocimientos propios de la física, aproximarse al conocimiento científico natural y al desarrollo de compromisos sociales y personales.

Como complemento encontramos hipervínculos en relación con: Videos, mayor información, dirección de internet para profundizar el tema, enlace web para la sección de laboratorios y una evaluación para verificar los conocimientos adquiridos durante la unidad.

Sección: Comprender para aprender está distribuida en 4 tópicos

1. Verifico conceptos
2. Analiza y resuelve
3. Problemas básicos
4. Problemas de profundización

Finaliza con unas HIPERPÁGINAS que, a través, de infografías permiten establecer relaciones entre procesos y conocer sus diversos componentes en detalle.

**¿Cómo está organizado este libro?:** Al comienzo de cada unidad se presenta una doble página de apertura con los temas a abordar, una lectura relacionada con los contenidos y algunas preguntas sobre ella. También se enumeran los contenidos, las actividades y las evaluaciones las cuales reforzaran y reconstruir sus conocimientos y competencias.

Las páginas de contenido se encuentran las ideas fundamentales del tema con ejemplos resueltos que explican los procesos paso a paso. (Encontramos en la parte superior el tipo de estándar o estándares que se trabajaron en la unidad) así mismo, encontramos “Señales” que hacen referencia a preguntas acerca de la teoría o ejercicios que surgen de ella y una “Herramienta matemática” que son apuntes matemáticos que ayudan a comprender mejor los temas. También se encuentra una sección especial identificadas como “Ciencia + Tecnología” su propósito es informar sobre elementos, procesos y avances tecnológicos, así como su funcionamiento y como estos influyen en la sociedad.

Por último, están las secciones de laboratorio, las cuales permiten comprobar algunos fenómenos científicos y aplicar conceptos tratados en cada unidad, para aproximar al estudiante al conocimiento como científico natural.

**Unidades o contenidos del texto:** El contenido temático del libro de texto escolar está distribuido en 8 unidades relacionados con diversos procesos físicos tal como se expone en la siguiente tabla:

*Tabla 18. Contenidos teóricos del libro de texto hipertexto física I grado 10°*

N°	Título de la unidad	Temas
1	Introducción a la física:	Cómo se construye la ciencia, magnitudes físicas y funciones y gráficas. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
2	El movimiento en una dirección	El movimiento rectilíneo y caída libre. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
3	Movimiento en el plano	Magnitudes vectoriales y movimiento de proyectiles. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
4	Las leyes de la dinámica	La fuerza – primera ley de Newton, ley fundamental de la dinámica – segunda ley de Newton y acción y reacción – tercera ley de Newton. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología

5	El movimiento de rotación	El movimiento circular, la mecánica celeste y la rotación de sólidos. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
6	La energía	Trabajo, potencia y energía y la conservación de la energía. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
7	Mecánica de fluidos	Fluidos en reposo y fluidos en movimiento. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología
8	Termodinámica	Calor y temperatura, las fases de la materia y las leyes de la termodinamica. Actividades, practica de laboratorio y Ciencia + tecnología

---

Tabla 19. Registro del proceso de análisis de “Hipertexto física I”

Lo que se describe en esta tabla corresponde a la descripción del texto “Hipertexto física I”, el número total de páginas, las unidades, las secciones para finalizar con aquellas páginas que se aproximan y estudian contenidos interdisciplinarios de la física y las paginas concernientes a la nanociencia y nanotecnología.

Nombre del libro	Grado	Total páginas	Unidad	Sección	Página
Hipertexto física I	10°	288	1 Introducción a la física	1.2 El trabajo científico	Página 10: En muchas ocasiones la motivación de los científicos se relaciona con las necesidades de la sociedad, por lo cual su trabajo tiene un marcado carácter social, ejemplo de esto es el desarrollo de vacunas para combatir enfermedades y epidemias que arremeten contra la población.
					Página 11: Mencionan que en la actualidad el trabajo de los científicos es conformado por equipos interdisciplinarios con permanente comunicación nacional e internacional resaltando la importancia de abordar en equipo problemas concretos, en forma completa y cercana a la realidad.
				Actividades	Página 33: Presentan ejercicios de aplicación desde la aplicación de la medicina como lo es el suministro de medicamentos como diclofenaco para evaluar como una variable influye en otra. Por otra parte, presentan un ejercicio relacionado con la insuficiencia cardiaca para comprobar la proporcionalidad entre las variables.
				Infografía	Página 36: Presentan una infografía sobre la Nanotecnología “Es una verdadera revolución tecnológica, es el estudio, diseño, creación, aparatos y sistemas funcionales a la escala de átomos y moléculas. Al ser manipulados a escalas muy pequeñas los resultados son sorprendentes” Presentan una estructura denominada “Nanotubos” Mencionan a Richard Feynman, nobel de física como el padre de la nanotecnología que desde su conferencia en 1959 propuso fabricar productos con base en un reordenamiento de átomos y moléculas. Escribió un artículo sobre los computadores cuánticos los cuales

				<p>podrían trabajar con átomos individuales consumiendo poca energía y logrando velocidades extraordinarias.</p> <p>Página 37: También presentan un “Nanotubo de carbono” el cual presenta propiedades interesantes como conductor eléctrico y es una fibra resistente. Usado en la actualidad para almacenar hidrógeno, la construcción de paneles solares más eficientes, en la fabricación de transistores y en la creación de células nerviosas funcionando como protector de las mismas.</p> <p>Los dendrímeros son moléculas artificiales que se pueden diseñar a escalas nanométricas y son utilizadas en medicina para incluir medicamentos contra el cancer y otras enfermedades a las células afectadas.</p>
			2 El movimiento en una dirección	<p>Infografía</p> <p>Página 66: Ciencia + Tecnología: Detallan algunas características del Rover sojourner, primer vehículo robótico enviado al planeta Marte, mencionan algunas de sus partes se relacionan con temas físicos como los rayos x, instrumentos electrónicos, ondas, paneles solares, cámaras y láseres.</p>
			3 Movimiento en el plano	<p>No se encontró nada relacionado</p>
			4 Las leyes de la dinámica	<p>1.2 Fuerzas fundamentales</p> <p>Página 98: Mencionan que la fuerza electromagnética afecta a los cuerpos eléctricamente cargados, está aplicada en las transformaciones físicas y químicas de átomos y moléculas.</p>
				<p>3.1 Tercera ley de Newton</p> <p>Página 115: Presentan el siguiente ejemplo: Las fuerzas de acción y reacción se manifiestan en la naturaleza, por ejemplo, algunos animales como los calamares se desplazan cuando lanzan desde el interior de su cuerpo un líquido (tinta). El animal al expulsar la tinta ejerce fuerza sobre el líquido y, en consecuencia, por el principio de acción y reacción, el líquido ejerce fuerza sobre el animal, lo cual genera que este se desplace.</p>
				<p>Actividades</p> <p>Página 128: Plantean un ejemplo sobre masa y fuerza realizada por un saltamontes que puede saltar entre 20 y 30 veces su propio peso.</p>
			5 El movimiento de rotación	<p>Infografía</p> <p>Página 178: Mencionan el gran colisionador de hadrones que se encuentra en el CERN el cual es un acelerador de partículas que hace colisionar protones a grandes energías. Que tiene diversos fines experimentales como conocer el origen del universo, identificar el número de partículas totales de un átomo entre otros. Así mismo el</p>

				choque de estas partículas que se da a velocidades cercanas a las de la luz produciendo una gran liberación de energía que permiten simular eventos como los ocurridos después del “Big Bang”
		6 La energía	2.5.2 Energías alternativas	Página 201: Mencionan algunas de las energías alternativas (solar, biomasa, eólica, geotérmica, mareomotriz)
		7 Mecánica de fluidos	2.5 El flujo sanguíneo	Página 230: Mencionan características principales de la circulación sanguínea especialmente aquellas en las que la presión y la mecánica de fluidos influyen.
		8 Termodinámica	Infografía	Página 285: Infografía “Superconductividad” En las resonancias magnéticas los superconductores se utilizan para detectar campos electromagnéticos muy débiles como los generados por el cerebro.

Una vez efectuado el análisis de las paginas se evidencia que el libro de texto presenta 11 paginas donde se contextualiza la física desde ciencias como la química principalmente, consecutivamente aborda diversos temas biológicos y fisiológicos en lo que respecta a órganos y sistemas del cuerpo humano. también presenta contenidos que relacionan la física con la matemática, estadística, medicina, robótica y astronomía. En lo que respecta a los conceptos de nanociencia y nanotecnología este texto es el único que presenta por medio de 2 infografías donde exponen una definición de nanotecnología, y algunos materiales como los nanotubos de carbono. En cuanto a la nanomedicina mencionan a los dendrímeros y sus aplicaciones en el tratamiento de enfermedades como el cancer y aquellas donde se da una afectación celular. Del mismo modo, se reconoce que las actividades, ejercicios, problemas y ejemplos intentan fortalecer las 7 competencias de las ciencias naturales (indagar, identificar, argumentar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social y la naturaleza del conocimiento).

#### 8.2.3.5 Libro de texto 5: Física Universitaria Sears Zemansky

**Observaciones Generales:** Versión electrónica de la decimosegunda edición de los autores Hugh D. Young y Roger A. Freedman. EL libro contiene un solucionario de problemas a partir de 4 pasos para poder obtener mejores resultados y un óptimo desarrollo de los planteamientos. Seguido de instrucciones seguidas por practica donde las metas de aprendizaje y los resúmenes visuales del capítulo consolidan los conceptos. Así mismo, presenta un poder didáctico de las figuras junto con una anotación y la escala de colores los hacen más llamativos. Al final de cada capítulo contiene problemas variados y probados que existen ofreciendo la primera biblioteca de problemas de física mejorados de manera sistemática.

El texto contiene una guía para el estudiante con el objetivo de superar ciertas dificultades que se presentan en el estudio de la física en la sección llamada “Como triunfar en la física si se intenta de verdad”. También la organización por capítulos que en su primera página contiene una introducción y da ejemplos específicos del contenido del capítulo conectando los temas con los vistos anteriormente. En cada capítulo el estudiante encontrara estrategias para resolver problemas a partir de ejemplos resueltos a partir del método conocido como IPEE (Identificar, plantear, ejecutar y evaluar) Este enfoque ayuda a los estudiantes a visualizar cómo empezar con una situación compleja parecida, identificar los conceptos físicos relevantes, decidir cuáles herramientas se necesitan para resolver el problema, obtener la solución y luego evaluar si el resultado tiene sentido.

El libro contiene material complementario para el profesor, desde manuales de soluciones, plataformas “Administrador de medios” y una biblioteca de más de 220 applets de ActivPhysics OnLine, MasteringPhysics es un sistema de tareas y enseñanza de física avanzado que pone a



disposición diversos recursos enriquecedores. De igual manera, este material está disponible para los estudiantes.

**¿Cómo está organizado este libro?:** El libro está organizado en 3 tópicos generales que suman 20 capítulos: Mecánica (14), Ondas/Acústica (2) y Termodinámica (4).

### Unidades o contenidos del texto

Tabla 20. Contenidos teóricos del texto *Física universitaria para física grados 10° y 11°*

N°	Tópico central	Título del capítulo
1		Unidades, cantidades físicas y vectores
2		Movimiento en línea recta
3		Movimiento en 2 o 3 dimensiones
4		Leyes del movimiento de Newton
5		Aplicación de las leyes de Newton
6		Trabajo y energía cinética
7	Mecánica	Energía potencial y conservación de la energía
8		Momento lineal, impulso y choques
9		Rotación de cuerpos rígidos
10		Dinámica del movimiento rotacional
11		Equilibrio y elasticidad
12		Gravitación
13		Movimiento periódico
14		Mecánica de fluidos
15	Ondas/Acústica	Ondas mecánicas
16		Sonido y el oído
17		Temperatura y calor
18	Termodinámica	Propiedades térmicas de la materia
19		La primera ley de la termodinámica
20		Segunda ley de la termodinámica

Tabla 21. Registro del proceso de análisis de “Física universitaria Sears Zemansky”

Lo que se describe en esta tabla corresponde a la descripción del texto “Hipertexto física I”, el número total de páginas, las unidades, las secciones para finalizar con aquellas páginas que se aproximan y estudian contenidos interdisciplinarios de la física y las páginas concernientes a la nanociencia y nanotecnología

Nombre del libro	Grado	Total páginas	Unidad	Sección	Página
Física universitaria – Sears Zemansky	11° - Pre universitario	763	1 Unidades, cantidades físicas y vectores	1 La naturaleza de la física	Página 24: Mencionan que el estudio de la física es importante porque es una de las ciencias más fundamentales. Los científicos de todas las disciplinas utilizan las ideas de la física, como los químicos que estudian la estructura de las moléculas, los paleontólogos que intentan reconstruir la forma de andar de los dinosaurios, y los climatólogos que estudian cómo las actividades humanas afectan la atmósfera y los océanos. Asimismo, la física es la base de toda la ingeniería y la tecnología.
				Prefijos de unidades	Página 28: Presentan los prefijos estándar del SI, donde 1 nanómetro equivale a $10^{-9}$ m (unas cuantas veces el tamaño del átomo más grande) Página 29: Mencionan frente a las escalas de tiempo que 1 Nanosegundo (1 ns) es el tiempo que la luz recorre 0.3 m.
				Ejercicios	Página 52: Presentan el siguiente ejercicio: ¿Cuántos nanosegundos tarda la luz en viajar 1.00 ft en el vacío?
				Problemas de aplicación	Página 56: Presentan el siguiente ejercicio: El antebrazo de una paciente en terapia pesa 25.0 N y levanta una pesa de 112.0 N. Estas dos fuerzas están dirigidas verticalmente hacia abajo. Las únicas otras fuerzas apreciables que actúan sobre el antebrazo provienen del músculo bíceps (que actúa perpendicular al antebrazo) y la fuerza en el codo. Si el bíceps produce un empuje de 232 N cuando el antebrazo se alza 43.8° sobre la horizontal, determine la magnitud y la dirección de la fuerza que el codo ejerce sobre el antebrazo.
			2 Movimiento en línea recta	Ejercicios	Página 85: Presentan el siguiente ejercicio: En un experimento, se sacó a una pardela (un ave marina) de su nido, se le llevó a 5150 km

					de distancia y luego fue liberada. El ave regresó a su nido 13.5 días después de haberse soltado. Si el origen es el nido y extendemos el eje 1x al punto de liberación, ¿cuál fue la velocidad media del ave en m>s a) en el vuelo de regreso? b) ¿Y desde que se sacó del nido hasta que regresó?
				Problemas de aplicación	Página 90: Presentan el siguiente ejercicio: Una gacela corre en línea recta (el eje x). En la figura 2.45, la gráfica muestra la velocidad de este animal en función del tiempo. Durante los primeros 12.0 s, obtenga a) la distancia total recorrida y b) el desplazamiento de la gacela. c) Dibuje una gráfica ax-t que muestre la aceleración de esta gacela en función del tiempo durante los primeros 12.0 s.
		3 Movimiento en 2 o 3 dimensiones	Ejemplo		Página 96: Exponen un ejercicio donde se pide hallar la velocidad media e instantánea de un robot que explora la superficie de Marte.
			Ejercicios		Página 120: Presentan el siguiente ejercicio: Si una rana puede saltar con la misma rapidez inicial sin importar la dirección (hacia adelante o hacia arriba), ¿qué relación hay entre la altura vertical máxima y el alcance horizontal máximo de su salto. Página 121: presentan diversos ejercicios para obtener los componentes de velocidad media y la magnitud de la dirección a partir del movimiento de animales como, ardillas, rinocerontes, perros, aves y grillos.
		4 Leyes del movimiento de newton	Enunciado de la segunda ley de Newton		Página 140: Mencionan que la ecuación de la segunda ley de newton tiene muchas aplicaciones prácticas. De hecho, el lector la ha estado usando toda su vida para medir la aceleración de su cuerpo. En su oído interno, microscópicas células de pelo detectan la magnitud y dirección de la fuerza que deben ejercer para acelerar pequeñas membranas junto con el resto del cuerpo. Por la segunda ley de Newton, la aceleración de las membranas y por ende la de todo el cuerpo.
		5 Aplicaciones de las leyes de newton	Pregunta de contextualización		Página 159: Suponga que el ave que vuela entra en una corriente de aire que asciende con rapidez constante. En esta situación, ¿qué tiene mayor magnitud: la fuerza de gravedad o la fuerza ascendente del aire sobre el ave?
			Fotografía 5.16		Página 172: Mencionan que el hockey sobre hielo depende crucialmente de que exista justo la cantidad correcta de fricción entre los patines del jugador y el hielo. Si hubiera demasiada

					fricción, los jugadores se moverían muy lentamente; si la fricción fuera insuficiente, no podrían evitar caerse.
				Fotografía 5.38	Página 187: Exponen que la molécula de ADN de plásmido bacteriano se mantiene unida por las fuerzas electromagnéticas entre los átomos.
		6 Trabajo y Energía	Ejercicios de potencia		Página 230: Presentan el siguiente ejercicio: Un insecto volador común aplica una fuerza media igual al doble de su peso durante cada aleteo hacia abajo cuando está suspendido en el aire. Suponga que la masa del insecto es de 10 g y que las alas recorren una distancia media vertical de 1.0 cm en cada aleteo. Suponiendo 100 aleteos por segundo, estime el gasto medio de potencia del insecto.
			Problemas de aplicación		Página 233; Proponen 2 ejercicios: 1) Todas las aves, sea cual fuere su tamaño, deben desarrollar continuamente una potencia de entre 10 y 25 watts por kilogramo de masa corporal para volar batiendo las alas. a) El colibrí gigante de los Andes ( <i>Patagona gigas</i> ) tiene una masa de 70 g y aletea 10 veces por segundo al quedar suspendido. Estime el trabajo efectuado por ese colibrí en cada aleteo.  2) El corazón humano es una bomba potente y muy confiable; cada día admite y descarga unos 7500 L de sangre. Suponga que el trabajo que realiza el corazón es igual al requerido para levantar esa cantidad de sangre a la altura media de una mujer estadounidense (1.63 m). La densidad (masa por unidad de volumen) de la sangre es de $1.05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . a) ¿Cuánto trabajo realiza el corazón en un día? b) ¿Qué potencia desarrolla en watts?
		7 Energía potencial y conservación de la energía			No se encontró contenido relacionado con nanotecnología e interdisciplinariedad.
		8 Momento lineal, impulso y choques	Ejercicios de conservación del momento lineal		Página 299: Proponen el siguiente ejercicio; Los calamares y pulpos se impulsan a sí mismos expeliendo agua. Para hacer esto, guardan agua en una cavidad y luego contraen repentinamente esa cavidad para forzar la salida del agua a través de una abertura. Un calamar de 6.50 kg (incluyendo el agua en la cavidad) está en reposo, cuando de pronto ve un peligroso depredador. a) Si el calamar tiene 1.75 kg

				de agua en su cavidad, ¿con qué rapidez debe expeler esa agua para alcanzar una rapidez de 2.50 m/s y escapar así del depredador?
			9 Rotación de cuerpos rígidos.	No se encontró contenido relacionado con nanotecnología e interdisciplinariedad.
			10 Dinámica del movimiento rotacional	Preguntas para análisis Página 366: Presentan el siguiente ejercicio: Calentamiento global. Conforme la temperatura en nuestro planeta sigue aumentando, el hielo de los polos se derretirá y se incorporará a los océanos. ¿Qué efecto tendrá esto en la duración del día? (Sugerencia: consulte un mapa para ver dónde están los océanos.)
			11 Equilibrio y elasticidad.	Localización y uso del centro de gravedad Página 380: Mencionan que cuanto más bajo esté el centro de gravedad y mayor sea el área de apoyo, más difícil será volcar un cuerpo. Los cuadrúpedos como los venados y los caballos tienen un área de apoyo grande delimitada por sus patas; por lo tanto, son estables por naturaleza y sólo necesitan pies pequeños o cascos. Los animales que caminan erguidos en dos piernas, como el ser humano y las aves, necesitan pies relativamente grandes para tener un área de apoyo razonable. Si un bípedo sostiene su cuerpo aproximadamente horizontal, como un pollo o un <i>Tyrannosaurus rex</i> , deberá equilibrarse con gran precisión al caminar para mantener su centro de gravedad arriba de la pata que está en el suelo.
				Ejercicios de esfuerzo, deformación y módulos de elasticidad Página 397: Plantean el siguiente ejercicio: Un bíceps relajado requiere una fuerza de 25.0 N para alargarse 3.0 cm; el mismo músculo sometido a máxima tensión requiere de una fuerza de 500 N para el mismo alargamiento. Calcule el módulo de Young para el tejido muscular en ambas condiciones, si lo consideramos como un cilindro uniforme de 0.200 m de longitud y sección transversal de 50.0 cm <sup>2</sup> .
			12 Gravitación	No se encontró contenido relacionado con nanotecnología e interdisciplinariedad.
			13 Movimiento periódico	Ejemplo <i>Tyrannosaurus rex</i> y el péndulo físico Página 462: Plantean el siguiente ejemplo: todos los animales que caminan, incluido el ser humano, tienen un ritmo (paso) natural para caminar, un número de pasos por minuto, que es más cómodo que un ritmo más rápido o más lento. Suponga que este ritmo natural corresponde a la oscilación de las piernas como un péndulo físico. a) ¿Cómo depende el paso natural de la longitud L de la pierna, medida de la cadera al pie? Considere la pierna como una varilla

					uniforme con pivote en la cadera. b) Pruebas fósiles demuestran que el Tyrannosaurus rex, un dinosaurio bípedo que vivió hace 65 millones de años al final del periodo Cretácico, tenía una longitud de pierna $L = 3.1 \text{ m}$ y una longitud de paso (la distancia de una huella a la siguiente del mismo pie; figura 13.24) $S = 4.0 \text{ m}$ . Estime la rapidez con que caminaba el T. rex.
				Ejercicios	Página 478: Presentan el siguiente ejercicio de vibración de una molécula con enlace covalente: Muchas moléculas diatómicas (de dos átomos) están unidas por enlaces covalentes que son mucho más fuertes que la interacción de Van der Waals. Ejemplos de ello son $\text{H}_2$ , $\text{O}_2$ y $\text{N}_2$ . Los experimentos indican que, en el caso de muchas de tales moléculas.
			14 Mecánica de fluidos	Pregunta de contextualización	Página 479: Este tiburón debe nadar constantemente para no hundirse en el fondo del océano; sin embargo, los peces tropicales anaranjados pueden permanecer en el mismo nivel del agua con poco esfuerzo. ¿Por qué existe esta diferencia?
				Densidad	Página 480: Mencionan que la densidad de algunos materiales varía de un punto a otro dentro del material. Un ejemplo es el material del cuerpo humano, que incluye grasa de baja densidad ( $940 \text{ kg/m}^3$ aproximadamente) y huesos de elevada densidad (de $1700$ a $2500 \text{ kg/m}^3$ ).  Por otra parte, la medición de la densidad es una técnica analítica importante. Por ejemplo, podemos determinar el nivel de carga de un acumulador midiendo la densidad de su electrolito, que es una disolución de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Al descargarse la batería, el $\text{H}_2\text{SO}_4$ se combina con el plomo de las placas del acumulador para formar sulfato de plomo ( $\text{PbSO}_4$ ) insoluble, lo que reduce la concentración de la disolución.
				Tensión superficial	Página 488: Mencionan que la tensión superficial se debe a que las moléculas del líquido ejercen fuerzas de atracción entre sí. La fuerza neta sobre una molécula dentro del volumen del líquido es cero, pero una molécula en la superficie es atraída hacia el volumen. La superficie del agua actúa como membrana sometida a tensión, y permite a este insecto tejedor o zapatero de agua caminar literalmente sobre el agua.

				<p>Ejercicios</p> <p>Página 502: Plantean los siguientes ejercicios: 1) Las fumarolas oceánicas son respiraderos volcánicos calientes que emiten humo en las profundidades del lecho oceánico. En muchas de ellas pululan criaturas exóticas, y algunos biólogos piensan que la vida en la Tierra pudo haberse originado alrededor de esos respiraderos. Las fumarolas varían en profundidad de unos 1500 m a 3200 m por debajo de la superficie. ¿Cuál es la presión manométrica en una fumarola oceánica de 3200 m de profundidad, suponiendo que la densidad del agua no varía? Exprese su respuesta en pascuales y atmósferas.</p> <p>2) a) Calcule la diferencia en la presión sanguínea entre los pies y la parte superior de la cabeza o coronilla de una persona que mide 1.65 m de estatura. b) Considere un segmento cilíndrico de un vaso sanguíneo de 2.00 cm de longitud y 1.50 mm de diámetro. ¿Qué fuerza externa adicional tendría que resistir tal vaso sanguíneo en los pies de la persona, en comparación con un vaso similar en su cabeza?</p>
		15 Ondas mecánicas	<p>Ejercicios</p> <p>Página 542: Presentan 2 ejercicios: 1) Se llama ultrasonido a las frecuencias más arriba de la gama que puede detectar el oído humano, esto es, aproximadamente mayores que 20,000 Hz. Se pueden usar ondas de ultrasonido para penetrar en el cuerpo y producir imágenes al reflejarse en las superficies. En una exploración típica con ultrasonido, las ondas viajan con una rapidez de 1500 m&gt;s. Para obtener una imagen detallada, la longitud de onda no debería ser mayor que 1.0 mm. ¿Qué frecuencia se requiere entonces?</p> <p>2) ¡Tsunami! El 26 de diciembre de 2004 ocurrió un intenso terremoto en las costas de Sumatra, y desencadenó olas inmensas (un tsunami) que provocaron la muerte de 200,000 personas. Gracias a los satélites que observaron esas olas desde el espacio, se pudo establecer que había 800 km de la cresta de una ola a la siguiente, y que el periodo entre una y otra fue de 1.0 hora. ¿Cuál fue la rapidez de esas olas en m&gt;s y en km&gt;h? ¿Su respuesta le ayudaría a comprender por qué las olas causaron tal devastación?</p>	

			16 Sonido y el Oído	Ondas sonoras	<p>Página 550: Exponen que el oído humano es sensible a las ondas en el intervalo de frecuencias de 20 a 20,000 Hz, llamada gama audible, pero también usamos el término sonido para ondas similares con frecuencias mayores (ultrasónicas) y menores (infrasónicas).</p> <p>El oído humano funciona detectando tales variaciones de presión. Una onda sonora que entra en el canal auditivo ejerce una presión fluctuante sobre un lado del tímpano; el aire del otro lado, comunicado con el exterior por la trompa de Eustaquio, está a presión atmosférica. La diferencia de presión entre ambos lados del tímpano lo pone en movimiento.</p>
				Amplitud de una onda sonora en el aire	<p>Página 553: Explican que cuando una onda sonora entra en el oído, pone a oscilar el tímpano que, a la vez, hace oscilar los tres huesecillos del oído medio. Esta oscilación se transmite finalmente al oído interno, que está lleno de fluido. El movimiento del fluido perturba a las células pilosas que transmiten impulsos nerviosos al cerebro, para informarle que está presente un sonido. La parte móvil del tímpano tiene un área de unos 43 mm<sup>2</sup>, y el estribo (el huesecillo más pequeño) en su contacto con el oído interno, de unos 3.2 mm<sup>2</sup>.</p>
				Longitud de onda al sonar	<p>Página 558: Mencionan y explican que los delfines emiten ondas sonoras de alta frecuencia (del orden de 100,000 Hz) y usan los ecos para guiarse y cazar. Con este sistema de “sonar” de alta frecuencia, pueden detectar objetos del tamaño de la longitud de onda (pero no mucho menores). También poseen una visualización ultrasónica es una técnica médica que usa el mismo principio físico: ondas sonoras de muy alta frecuencia y longitud de onda muy corta, llamadas ultrasonido, barren el cuerpo humano, y se usan los “ecos” de los órganos internos para crear una imagen. El ultrasonido se usa para estudiar la operación de las válvulas cardíacas y detectar tumores, así como en exámenes prenatales, es más sensible que los rayos x para distinguir los diversos tipos de tejidos y no tiene el peligro de radiación de esos rayos.</p>
				Ejercicios	<p>Página 588: Presentan el siguiente ejercicio: El tracto vocal humano es un tubo que se extiende unos 17 cm de los labios a los pliegues vocales (también llamados</p>



				<p>“cuerdas vocales”) cerca de la mitad de la garganta. Los pliegues se comportan como la lengüeta de un clarinete; y el tracto vocal, como tubo cerrado. Estime las primeras tres frecuencias de onda estacionaria del tracto vocal. Use <math>v = 344 \text{ m/s}</math>. (Las respuestas sólo son un estimado, ya que las posiciones de los labios y la lengua afectan el movimiento del aire dentro del tracto.)</p>
				<p>Página 591: Presentan los siguientes ejercicios: 1) El canal auditivo del oído humano se extiende unos 2.5 cm del oído exterior al tímpano. a) Explique por qué el oído humano es especialmente sensible a sonidos con frecuencias cercanas a 3500 Hz. Use <math>v = 344 \text{ m/s}</math>. b) ¿Esperaría que el oído fuera especialmente sensible a frecuencias cercanas a 7000 Hz? ¿A 10,500 Hz? ¿Por qué?</p> <p>2) Un murciélago vuela hacia una pared, emitiendo un sonido constante cuya frecuencia es de 2.00 kHz. El murciélago escucha su propio sonido más el sonido reflejado por la pared. ¿Con qué rapidez deberá volar para escuchar una frecuencia del pulso de 10% Hz?</p> <p>3) La fuente de sonido del sistema de sonar de un barco opera a una frecuencia de 22.0 kHz. La rapidez del sonido en agua (que suponemos está a una temperatura uniforme de 20 °C) es de 1482 m/s. a) Calcule la longitud de las ondas emitidas por la fuente. b) Calcule la diferencia en frecuencia entre las ondas radiadas directamente y las reflejadas de una ballena que viaja directamente hacia el barco a 4.95 m/s. El barco está en reposo en el agua.</p> <p>4) Los murciélagos de herradura (género <i>Rhinolophus</i>) emiten sonidos por las fosas nasales y luego escuchan la frecuencia del sonido reflejado de su presa para determinar la rapidez de ésta. (La “herradura” que da al animal su nombre es una depresión alrededor de las fosas nasales que actúa como espejo enfocador y permite al animal emitir sonido en un haz angosto, como una linterna.)</p>
			17 Temperatura y Calor	<p>Página 593: Mencionan que la termodinámica es una parte fundamental e indispensable de la física, la química y las ciencias biológicas, sus aplicaciones aparecen en objetos como motores de</p>

					combustión, refrigeradores, procesos bioquímicos y la estructura de las estrellas.
				Termómetros y escalas de temperatura	Página 596: Exponen que el termómetro para arteria temporal mide la radiación infrarroja de la piel que cubre una de las arterias más importantes de la cabeza. Aunque la tapa del termómetro toca la piel, el detector infrarrojo dentro de ésta no lo hace.
				Esfuerzo térmico	Página 603: Los ingenieros deben tomar en cuenta el esfuerzo térmico al diseñar estructuras. Las autopistas de hormigón y las cubiertas de puentes suelen tener espacios entre secciones, llenos con material flexible o salvados por dientes que embonan, con la finalidad de permitir la expansión y contracción del hormigón.
				Cambios de fase	Página 611: Mencionan que Los mecanismos de control de temperatura de muchos animales de sangre caliente aprovechan el calor de vaporización: eliminan calor del cuerpo usándolo para evaporar agua de la lengua (jadeo), o de la piel (sudor). El enfriamiento por evaporación permite al ser humano mantener su temperatura corporal normal en climas desérticos, donde la temperatura del aire puede alcanzar los 55 °C (aprox. 130 °F). La temperatura de la piel puede ser hasta 30 °C menor que la del aire circundante. En estas condiciones, una persona llega a sudar varios litros al día, y debe reponer esta agua.
					Página 612: Explican que las reacciones químicas, como la combustión, son análogas a los cambios de fase en cuanto a que implican cantidades definidas de calor. La combustión total de 1 gramo de gasolina produce unos 46,000 J (casi 11,000 cal), así que el <b>calor de combustión</b> $L_c$ de la gasolina es $4.6 \times 10^7$ J/kg.  Por otra parte, los valores energéticos de los alimentos se definen de forma similar. Al decir que un gramo de mantequilla de maní “contiene 6 calorías”, queremos decir que se liberan 6 kcal de calor (6000 cal o 25,000 J) cuando los átomos de carbono e hidrógeno de la mantequilla reaccionan con oxígeno (con la ayuda de enzimas) y se convierten por completo en CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O. No toda esta energía puede convertirse directamente en trabajo mecánico.
				Convección	Página 618: Exponen que la convección libre en la atmósfera desempeña un papel dominante en la determinación del estado del

					<p>tiempo, y la convección en los océanos es un mecanismo importante de transferencia global de calor. En una escala menor, los halcones que planean y los pilotos de planeadores, aprovechan las corrientes térmicas que suben del suelo caliente. El mecanismo de transferencia de calor más importante dentro del cuerpo humano (necesario para mantener una temperatura casi constante en diversos entornos) es la convección <i>forzada</i> de sangre, bombeada por el corazón.</p>
			18 Propiedades térmicas de la materia	Moléculas y fuerzas intermoleculares	<p>Página 640: Mencionan que toda la materia conocida se compone de moléculas. Todas las moléculas de un compuesto químico específico son idénticas. Las moléculas más pequeñas contienen un solo átomo y su tamaño es del orden de <math>10^{-10}</math> m; las más grandes contienen muchos átomos y son al menos 10,000 veces más grandes.</p> <p>Página 641: Exponen la mol como medida de cantidad de sustancia. Una mol de cualquier elemento o compuesto químico puro contiene un número definido de moléculas, igual para todos los elementos y compuestos. Es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 Kg de carbono 12. Dichas entidades elementales son moléculas, cabe señalar que los átomos de un elemento dado pueden existir en varias formas isotópicas (isótopos), que son químicamente idénticas pero tienen diferente masa atómica</p>
				Modelo cinético – molecular del gas ideal	<p>Página 642: Presentan como desarrollar un ejercicio de tipo: Calcule la masa de un solo átomo de hidrógeno y la masa de una molécula de oxígeno.</p> <p>Por otra parte, el objetivo de cualquier teoría molecular de la materia es entender las propiedades macroscópicas de la materia en términos de su estructura y comportamiento atómicos o moleculares. Tales teorías tienen una enorme importancia práctica; con esos conocimientos, es posible diseñar materiales con las propiedades específicas deseadas. Este análisis ha dado pie a la creación de aceros de alta resistencia, vidrios con propiedades ópticas especiales, semiconductores para dispositivos electrónicos y un sinnúmero de otros materiales que son indispensables para la tecnología actual.</p>

				Fotografía 18.14	Página 645: Descripción de una imagen: Mientras el hidrógeno es un combustible deseable para los vehículos, es sólo un constituyente o una traza en nuestra atmósfera (sólo hay el 0.00005% de hidrógeno por volumen). Por consiguiente, el combustible de hidrógeno tiene que generarse mediante electrólisis del agua, que por sí solo es un proceso intensivo de energía.
				La distribución de Maxwell-Boltzmann	Página 654: Mencionan que la rapidez de muchas reacciones químicas a menudo depende marcadamente de la temperatura, y esto se explica con la distribución de Maxwell-Boltzmann. Si chocan dos moléculas que podrían reaccionar, sólo habrá reacción si las moléculas están tan cerca que las distribuciones de carga eléctrica de sus electrones interactúan fuertemente.
				Problemas de aplicación	Página 665: Proponen el siguiente ejercicio de colisiones de insectos: Una jaula cúbica de 1.25 m por lado contiene 2500 abejas furiosas; cada una vuela aleatoriamente a 1.10 m/s. Podemos modelar estos insectos como esferas de 1.50 cm de diámetro. En promedio, a) ¿qué distancia viaja entre choques una abeja representativa? b) ¿Cuál es el tiempo medio entre choques? c) ¿Cuántos choques por segundo tiene una abeja?
			19 Primera ley de la termodinámica	Sistemas termodinámicos	Página 670: Mencionan que la termodinámica tiene sus raíces en muchos problemas prácticos, por ejemplo: El tejido muscular de los organismos vivos metaboliza la energía química del alimento y realiza trabajo mecánico sobre el entorno del organismo. Así mismo, el ser humano y otros organismos biológicos son sistemas demasiado complicados como para analizarlos cabalmente en este libro; no obstante, los mismos principios básicos de termodinámica son válidos en ellos.
				Ejercicios	Página 690: Plantean el siguiente ejercicio: En un día soleado, se forman grandes “burbujas” de aire sobre la tierra que calienta el Sol, se expanden gradualmente y, por último, se liberan para subir por la atmósfera. Las aves y los planeadores aprovechan estas “corrientes térmicas” para ganar altitud con facilidad. Esta expansión es en esencia un proceso adiabático. ¿Por qué?
				Problemas de aplicación	Página 694: Plantean el siguiente ejercicio en relación con un proceso termodinámico en un insecto: El escarabajo bombardero

					<p>africano <i>Stenaptinus insignis</i> puede emitir un chorro de líquido repelente por la punta móvil de su abdomen. El cuerpo del insecto tiene depósitos de dos sustancias; cuando se molesta el escarabajo, las sustancias se combinan en una cámara de reacción, produciendo un compuesto que se calienta de 20 °C a 100 °C por el calor de reacción. La elevada presión que se genera permite expulsar el compuesto con una rapidez de hasta 19 m&gt;s (68 km&gt;h) para asustar a depredadores de todo tipo. (El escarabajo que se muestra en la figura mide 2 cm a lo largo.) Calcule el calor de reacción de las dos sustancias (en J&gt;kg). Suponga que el calor específico de las dos sustancias y del producto es igual al del agua <math>4,19 \times 10^3 \text{ J/Kg} \times \text{K}</math>, y que la temperatura inicial de las sustancias es de 20°C.</p>
			20 Segunda ley de la termodinámica	Replanteamiento de la segunda ley	<p>Página 706: Explican que la conversión de energía es un aspecto esencial de la vida de plantas y animales y también de la tecnología humana, así que la segunda ley tiene una importancia fundamental para el mundo en que vivimos.</p>
				Cambio de entropía durante la fusión	<p>Página 715: Exponen que las moléculas de agua están acomodadas en un patrón regular y ordenado en un cristal de hielo. Al derretirse el hielo, los puentes de hidrógeno entre las moléculas se rompen, aumentando el desorden y la entropía del agua.</p>
				Ejercicios	<p>Página 725: Plantean el siguiente ejercicio: Un congresista de Estados Unidos sugirió un plan para generar energía. Se rompen moléculas de agua (H2O) para producir hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se quema (se combina con oxígeno) para liberar energía. El único producto de esta combustión es agua, así que no hay contaminación. A la luz de la segunda ley de la termodinámica, ¿qué piensa usted de este plan?</p>
			Apéndice F		<p>Página 739: Mencionan los prefijos para las potencias de 10, donde <math>10^{-9}</math> es el prefijo para nano y se abrevia con la letra (n).</p> <p>Por otra parte, se entiende que <math>1 \text{ nanocoulomb} = 1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}</math></p>

Una vez realizado el análisis de las paginas es posible mostrar que el libro de texto presenta 46 paginas donde se contextualiza la física desde ciencias como la química principalmente, seguidamente aborda diversos temas físicos con conceptos y aplicaciones biológicas y fisiológicos, por ejemplo, desde su relación con órganos y sistemas del cuerpo humano. Además, presenta contenidos que relacionan la física con la astronomía, matemática, filosofía, ingeniería, música y deportes. Frente a los conceptos de nanociencia y nanotecnología se evidencian en las escalas de medida y los prefijos. El texto presenta diversos problemas de aplicación, de contextualización, de análisis que hacen de este libro uno de los más prácticos frente a este aspecto. Cabe señalar, que este libro no sigue los lineamientos del MEN como los textos anteriores, por tanto, presenta un contenido disciplinar cuya población son los estudiantes universitarios.

#### *8.2.4 Análisis de los libros de texto en función del porcentaje de páginas disciplinares, interdisciplinares y de nanociencia y nanotecnología.*

Con los resultados obtenidos durante el anterior análisis se elaboró una tabla que sintetiza el número de páginas que presentan contenidos disciplinares de física, el número de páginas con contenido interdisciplinar o multidisciplinar y el número de páginas que presentan conceptos o aplicaciones relacionadas con la nanociencia, nanotecnología y/o nanomedicina. Para esto se tomó como referencia el 100% al número total de páginas analizadas para cada uno de los libros tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 22. Porcentaje de páginas por componente en los libros de texto.

Libro	Grado	Total páginas	Número y porcentaje de páginas por componente			Páginas analizadas
			Disciplinar	Multidisciplinar	Nanotecnología y/o Nanomedicina	
Los caminos del saber física I	10°	290	250 <b>89,9%</b>	27 <b>9,7%</b>	1 <b>0,4%</b>	278
Hipertexto física II	11°	288	244 <b>87,8%</b>	34 <b>12,2%</b>	0 <b>0%</b>	278
Los caminos del saber física II	11°	289	247 <b>88,8%</b>	30 <b>10,8%</b>	1 <b>0,4%</b>	278
Hipertexto física I	10°	288	265 <b>95,3%</b>	11 <b>4,0%</b>	2 <b>0,7%</b>	278
Física universitaria	10° y 11°	763	667 <b>93,0%</b>	46 <b>6,4%</b>	4 <b>0,6%</b>	717
Sears Zemansky						

Fuente: Elaboración propia

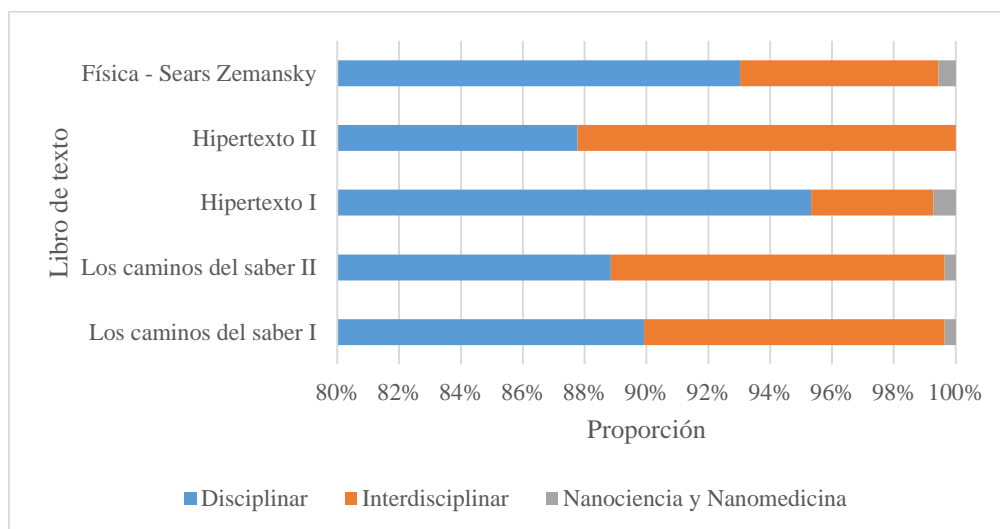


Figura 16. Contenido de los libros de texto analizados

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la anterior figura, se detalla el contenido analizado para cada uno de los textos escolares seleccionados, es posible afirmar que el libro que más se aproxima y presenta temas relacionados con la nanotecnología y la nanomedicina es Hipertexto Física I con un (0,7%) en el cual se identificaron nanotubos de carbono y los dendrímeros los cuales son

utilizados en medicina para suministrar fármacos en pacientes con diversas patologías. Frente al aspecto multidisciplinar se encontraron 11 páginas que corresponden al (4,0%) mientras que el componente disciplinar está representado por (95,3%) con 265 páginas.

Seguidamente, el libro Física universitaria Sears Zemansky contiene 4 páginas donde mencionan aspectos de nanotecnología especialmente lo referente a la escala y las unidades con un (0,6%) por su parte el componente multidisciplinar está implícito en 46 páginas que corresponden al (6,4%) entre tanto el componente disciplinar muestra una proporción del (93,0%). Posteriormente se encuentran los textos: Los caminos del saber física I y los caminos del saber física II, los cuales solo manifiestan contenidos de nanociencia y nanotecnología en 1 página para cada uno de los libros, representando el (0,4%) y (0,4%) respectivamente, en lo que respecta a las escalas de medida principalmente, el contenido multidisciplinar está representado por el (9,7%) con 27 páginas y el (10,8%) con 30 páginas respectivamente. Frente al componente disciplinar presento una proporción del (89,9%) con 250 páginas y (88,8%) con 247 páginas respectivamente.

Por último, el libro Hipertexto física II no presenta contenidos ni apartados relacionados con la Nanociencia, Nanotecnología o Nanomedicina. En lo que concierne al componente multidisciplinar presenta un (12,2%) para así finalizar con el componente disciplinar representado por un (87,8%) siendo el único libro donde los contenidos de interés relacionados con nanotecnología son nulos.



### 8.3 Rubrica de evaluación cualitativa para los libros de texto

Una vez finalizado el análisis de contenido en los libros de texto se describen los aspectos relevantes a partir de las categorías y criterios establecidos por los estudios de Rojas (2016) y Klein (2004) por lo tanto, se presenta a continuación, la siguiente tabla que contiene una descripción cualitativa para cada libro de texto.

Tabla 23. Análisis cualitativo del contenido de los libros seleccionados

Categoría	Criterio de análisis	Los caminos del saber I	Los caminos del saber II	Hipertexto Física I	Hipertexto Física II	Sears Zemansky
Intertextualidad	Presenta temas coherentes y acordes al nivel cognitivo del estudiante	Si	Si	Si, presenta 8 unidades acordes a los lineamientos básicos del MEN	Si	Si, aunque son contenidos pre y universitarios
	Coherencia entre los objetivos y el contenido	Si – Estos toman el nombre de “plan de trabajo” y cada unidad presenta entre 1 y 3 objetivos.	Si – Estos toman el nombre de “plan de trabajo” y cada unidad presenta entre 1 y 3 objetivos.	No presenta, sin embargo, cada unidad presenta un apartado “para pensar” que recoge algunos aspectos importantes del tema a estudiar.	No presenta, sin embargo, cada unidad presenta un apartado “para pensar” que recoge algunos aspectos importantes del tema a estudiar	Si, estos se conocen como metas de aprendizaje por lo general presentan entre 4 y 8 metas por capítulo.
Aspectos formales	Ortografía, Gramática,	.Si	Si	Si	Si	Si

	ubicación de párrafos					
	Lenguaje utilizado (Científico o común)	Común y científico	Común y científico	Común y científico	Común y Científico	Común y científico
Contenidos teóricos	Relación con los lineamientos y estándares en Ciencias Naturales	Si – En especial lo referente a movimientos, fuerzas (macro y microscópicas), transformación de la energía, conservación del movimiento lineal, relación masa, atracción gravitacional y el comportamiento de fluidos en reposo.	Si – Aunque se puede deducir que contemplan los lineamientos y estándares, proponen otros temas relacionados con la física de partículas, la física atómica y nuclear.	Si – Cada unidad indica el estándar o estándares que se van a trabajar, los menciona y están estrechamente ligados a los lineamientos, su relación es evidente	Si – Cada unidad indica el estándar o estándares que se van a trabajar, los menciona y están estrechamente ligados a los lineamientos, su relación es evidente	No, al ser un texto universitario no tiene en cuenta estos lineamientos en ciencias naturales, tampoco se evidencia alguna relación con el desarrollo de estos
	Relación con la historia de la Ciencia	Si, presenta eventos, situaciones, personajes y hechos históricos que dieron inicio a conceptos, leyes y teorías científicas.	Si, presenta eventos, situaciones, personajes y hechos históricos que dieron inicio a conceptos, leyes y teorías científicas	Si, presenta eventos, situaciones, personajes y hechos históricos que dieron inicio a conceptos, leyes y teorías científicas.	Si, presenta eventos, situaciones, personajes y hechos históricos que dieron inicio a conceptos, leyes y teorías científicas.	Si, aunque esta relación está más dada por los pensadores y científicos más influyentes en la antigüedad y el renacimiento. Sin embargo, no se mencionan

						comúnmente solo para exponer ciertas leyes.
Contenidos Prácticos y Trabajo Complementario	Actividades Individuales o grupales	Si, presenta actividades de desarrollo individual, en grupo y generan espacios de discusión.	Si, presenta actividades de desarrollo individual, en grupo y generan espacios de discusión.	Si, la gran mayoría son actividades de desarrollo individual.	Si, la gran mayoría son actividades de desarrollo individual.	Si, presenta generalmente ejercicios de desarrollo individual, preguntas de análisis, de refuerzo y desafíos.
	Actividades experimentales (Laboratorio o caseras) y/o de investigación	Si, presenta 1 experimento de trabajo individual y 1 de trabajo grupal. Así mismo las experiencias que requieren materiales sencillos y de fácil acceso y uso.	Si, presenta 1 experimento de trabajo individual y 1 de trabajo grupal. Así mismo las experiencias que requieren materiales sencillos y de fácil acceso y uso.	Si, al final de cada unidad presentan 2 experiencias de laboratorio de desarrollo individual con materiales de laboratorio de fácil acceso y uso.	Si, al final de cada unidad presentan 2 experiencias de laboratorio de desarrollo individual con materiales de laboratorio de fácil acceso y uso.	No se evidencian actividades de tipo experimental, ni de laboratorio solamente las desarrolladas por los grandes pensadores.
	Actividades de retroalimentación y/o de refuerzo	Si, al final de cada unidad exponen actividades que ayudan a reforzar competencias	Si, al final de cada unidad exponen actividades que ayudan a reforzar competencias	Si, al final de cada unidad exponen actividades que ayudan a reforzar 3 competencias	Si, al final de cada unidad exponen actividades que ayudan a reforzar 3 competencias	Si, al final del libro hay una sección de ejercicios de análisis, refuerzo y desafíos, no es

		científicas (interpretar, argumentar, proponer, identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajo en equipo y el desarrollo de compromisos personales y sociales.	científicas (interpretar, argumentar, proponer, identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajo en equipo y el desarrollo de compromisos personales y sociales.	científicas (interpretar, proponer y argumentar además de problemas básicos y de profundización .	científicas (interpretar, proponer y argumentar además de problemas básicos y de profundización n	claro que tipo de competencia o habilidad quieren desarrollar
	Recursos (digitales o físicos)	Si, el libro cuenta con recursos digitales, multimedia, audio, imprimibles disponibles en la página web de la editorial.	Si, el libro cuenta con recursos digitales, multimedia, audio, imprimibles disponibles en la página web de la editorial.	Si, el libro cuenta con recursos digitales disponibles en la página web de la editorial.	Si, el libro cuenta con recursos digitales disponibles en la página web de la editorial.	Si, el libro cuenta con materiales complementarios a los que tanto profesores como estudiantes pueden acceder por medio de un enlace web.
	Dibujos	Si	Si	Si	Si	Si
	Fotografías - ilustraciones	Si	Si	Si	Si	Si
	Gráficos	Si	Si	Si	Si	Si
	Tablas	Si	Si	Si	Si	Si

<p>Interdisciplinaria d</p>	<p>Interdisciplinaria d</p>	<p>No – presentan temas en relación con la química, la biología y la fisiología humana principalmente</p>	<p>No – presentan temas en relación con la química, la biología y la fisiología humana, industria, geofísica, ingeniería y las ciencias ambientales.</p>	<p>No presenta, aunque se encuentran constantemente temas relacionados con la matemática, estadística, biología, medicina, fisiología humana, nanotecnología, robótica y astronomía</p>	<p>No, algunos contenidos los relacionan con la Química, Biología y Fisiología animal y humana, Medicina, Agroindustria y farmacéutica.</p>	<p>No, sin embargo, los contenidos a lo largo del libro tienen relación principalmente con la química, seguido de la astronomía y la fisiología humana. En menor medida con la matemática, biología, filosofía, ingeniería, música y deportes</p>
	<p>Presenta conceptos propios de la nanociencia y nanomedicina.</p>	<p>No directamente. Sin embargo, algunos conceptos están relacionados con esta ciencia (escalas, movimientos, fluidos)</p>	<p>No implícitamente, aunque si presenta el concepto relacionado con la creación de un nanomotor. No obstante, algunos conceptos pueden tener relación en lo</p>	<p>Si, al final de la primera unidad encontramos una infografía donde se menciona el concepto de nanotecnología, nanotubos de carbono y los dendrímeros usados en medicina para incluir</p>	<p>No, los conceptos frente a lo nano son nulos. No obstante, las unidades pueden relacionarse desde la escala nano, presenta unidades potenciales.</p>	<p>No, los conceptos que se presentan hacen alusión a los prefijos y algunas unidades en la escala nano como el nanosegundo o el nanocoulomb, no se mencionan aplicaciones tecnológicas</p>

			que respecta a las propiedades de los átomos y los radioisótopos en el diagnóstico y tratamiento de patologías.	medicamentos contra el cancer y otras enfermedades en las células afectadas.		desde lo nano y mucho menos desde la nanomedicina.
--	--	--	---	--	--	--

Una vez finalizado el análisis de contenido, resulta pertinente convertir estos datos cualitativos en cuantitativos con el objetivo de determinar el nivel para cada uno de los criterios. Por tal motivo, se diseñó una rúbrica teniendo como referencia el estudio de Gatica-Lara & Uribarren-Berrueta (2013) para el diseño de este instrumento. En ese sentido, se presenta en primer lugar la rúbrica con la descripción y elementos que la componen.

En segundo lugar, se consolidan los resultados obtenidos para cada uno de los libros analizados desde 4 niveles (4 Sobresaliente. 3 Satisfactorio. 2 Básico y 1 Nulo) presentados en la tabla descrita posteriormente.

Tabla 24. Rúbrica analítica para evaluar los libros de texto

Criterio/rubro	Nivel			
	4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
<b>Objetivos y su relación con los contenidos</b>	Presenta objetivos coherentes con el contenido, plantea situaciones contextuales y actuales	Presenta objetivos coherentes con el contenido	Presenta objetivos pero no son claros en el contenido	No plantea objetivos claros para la presentación del tema
<b>Aspectos formales</b>	Se evidencia excelente ortografía, gramática, ubicación de párrafos y su lenguaje es adecuado (científico y común)	Se evidencia buena ortografía, ubicación de párrafos gramática y su lenguaje es de tipo científico	Se evidencia buena ortografía, gramática pero no es claro el lenguaje	No evidencia buena ortografía, gramática ni lenguaje adecuado
<b>Contenidos teóricos</b>	Demuestra dominio en los contenidos, usa distintos recursos que fortalecen la presentación conceptualización del tema, y están articulados con los lineamientos y estándares propuestos por el MEN para ciencias naturales	Demuestra conocimiento satisfactorio en los contenidos, utiliza algunos recursos que fortalezcan la presentación y conceptualización del tema y están articulados con los lineamientos y estándares propuestos por el MEN para ciencias naturales	Demuestra dominio en los contenidos, usa distintos recursos que fortalezcan la presentación y conceptualización del tema pero no están articulados con los lineamientos y estándares propuestos por el MEN para ciencias naturales	No demuestra conocimiento en los contenidos, no utiliza recursos, ni los temas están relacionados con los lineamientos y estándares propuestos por el MEN para ciencias naturales
<b>Contenidos prácticos y de trabajo complementario</b>	Los contenidos contienen actividades de trabajo individual y grupal, las actividades experimentales son de laboratorio y caseras y	Los contenidos contienen actividades de trabajo individual, las actividades experimentales son de laboratorio y presenta	Los contenidos contienen algunas actividades de trabajo experimental y unas pocas de	No contiene actividades de trabajo individual ni de desarrollo experimental ni

	presenta actividades de retroalimentación y refuerzo	actividades de retroalimentación y refuerzo	de retroalimentación o de refuerzo.	utiliza actividades de retroalimentación ni de refuerzo
<b>Uso de imágenes</b>	Incluye en todas las paginas imágenes, graficas, dibujos, fotografías, infograffas, ilustraciones y tablas en relación con el contenido	Incluye en varias páginas imágenes, graficas, dibujos, fotografías, infograffas, ilustraciones y tablas en relación con el contenido	Incluye en algunas páginas pocas imágenes, gráficas, dibujos, fotografías e ilustraciones y no es claro su relación con el contenido	No incluye ningún tipo de imagen
<b>Interdisciplinariedad</b>	Se vale de diversas disciplinas o campos del conocimiento para presentar los contenidos mostrando diversos caminos para la conceptualización de los temas	Se vale de algunas disciplinas o campos del conocimiento para presentar los contenidos mostrando algún tipo de relación para su conceptualización de algunos temas	Se vale de una disciplina o campo del conocimiento, pero no es explícita la relación para la conceptualización de los temas.	No menciona ninguna relación con disciplinas o campos del conocimiento.
<b>Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina</b>	Presenta diversos temas estrechamente relacionados con la nanociencia, la nanotecnología y la nanomedicina para la conceptualización en la mayoría de sus contenidos	Presenta algunos temas relacionados con la nanociencia, la nanotecnología y la nanomedicina para la conceptualización en alguno de sus contenidos.	Presenta uno o dos temas ligeramente relacionados con la nanociencia, la nanotecnología o la nanomedicina.	No presenta ningún tema relacionado con la nanociencia, la nanotecnología o la nanomedicina.

Fuente: Elaboración propia



En ese sentido, a partir de las apreciaciones derivadas del análisis fue necesario usar las iniciales de los criterios para ser codificados y de esta manera presentar una escala cuantitativa para cada uno de los criterios en cuestión, al final de cada tabla se presenta la respectiva gráfica.

Tabla 25. Rúbrica para el texto escolar *Los caminos del saber física I*

Criterio/rubro	Codificación	Nivel			
		4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
Objetivos y su relación con los contenidos	ORC	X			
Aspectos formales	AF	X			
Contenidos teóricos	CT	X			
Contenidos prácticos y de trabajo complementario	CP	X			
Uso de imágenes	UI	X			
Interdisciplinariedad	INT		X		
Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina	CNN			X	.

Fuente: Elaboración propia

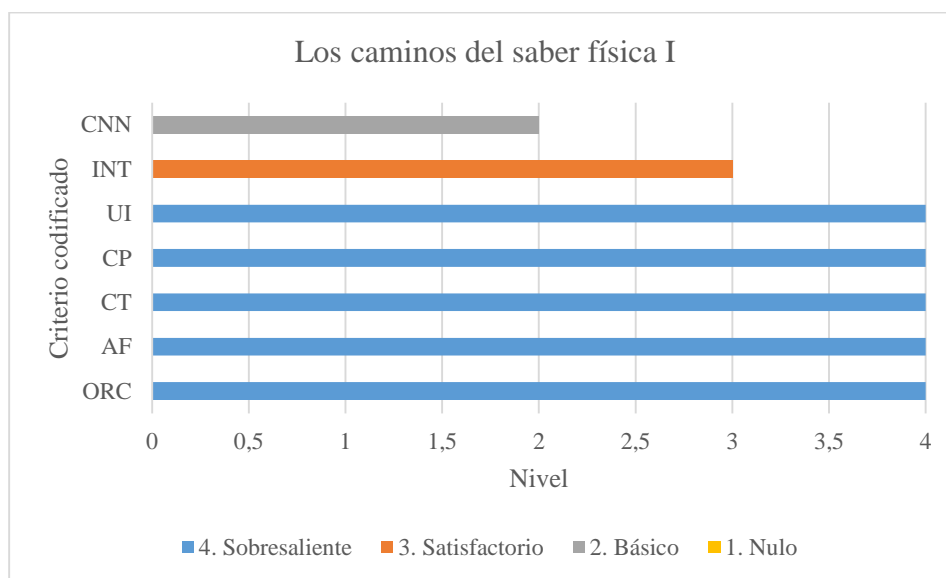


Figura 17. Nivel de contenido del texto escolar *“Los caminos del saber I”*

Fuente: Elaboración propia

Respecto al nivel de contenido en el texto “los caminos del saber física I” de manera general se puede inferir que el libro de texto es sobresaliente en función de los criterios de análisis tales como: objetivos y su relación con los contenidos, aspectos formales, contenidos teóricos, contenidos prácticos y de trabajo complementario y el uso de imágenes. Frente a los contenidos interdisciplinarios su nivel de contenido es satisfactorio puesto que solo se relaciona con la química, biología y fisiología humana. Por último, en cuanto a la presencia de contenidos, conceptos o aplicaciones de la Nanociencia, Nanotecnología y Nanomedicina su nivel es básico, los temas que allí se presentan hacen referencia principalmente a la representación en el sistema internacional de unidades.

*Tabla 26. Rúbrica para el texto escolar los caminos del saber física II*

Criterio/rubro	Codificación	Nivel			
		4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
Objetivos y su relación con los contenidos	ORC	X			
Aspectos formales	AF	X			
Contenidos teóricos	CT	X			
Contenidos prácticos y de trabajo complementario	CP	X			
Uso de imágenes	UI	X			
Interdisciplinariedad	INT		X		
Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina	CNN			X	.

Fuente: Elaboración propia

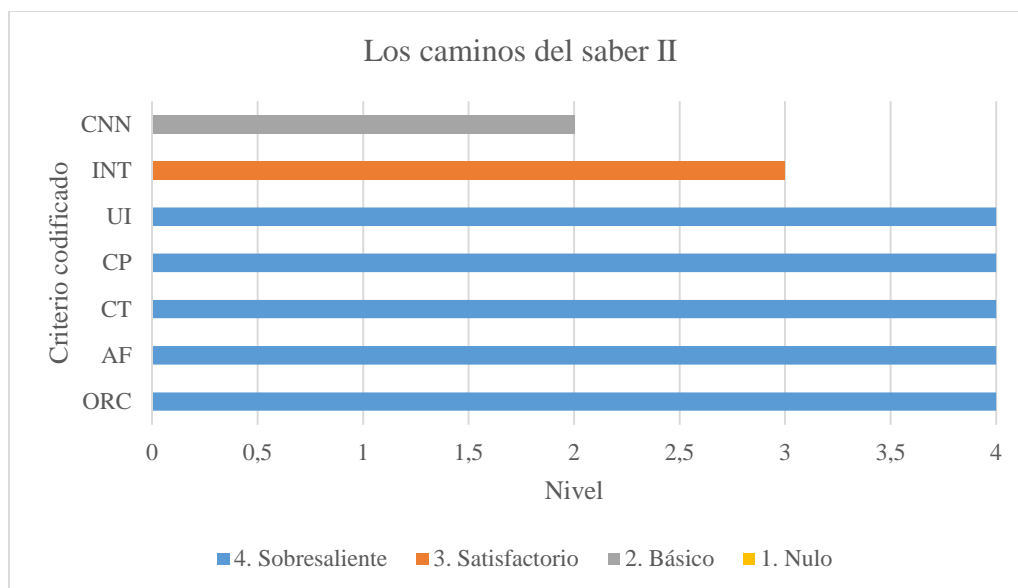


Figura 18. Nivel de contenido del texto escolar “Los caminos del saber II”

Fuente: Elaboración propia

En relación con la figura anterior, es posible inferir un nivel sobresaliente de manera general en lo concerniente a criterios como: objetivos y su relación con los contenidos, aspectos formales, contenidos teóricos, contenidos prácticos y de trabajo complementario y el uso de imágenes. Mientras que el componente interdisciplinar no es claro, es decir se acerca más a la multidisciplinariedad desde la química, la biología y la fisiología humana principalmente además se mencionan conceptos y aplicaciones en la industria, geofísica, ingeniería y las ciencias ambientales. Finalmente, la articulación de la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina se ubica en nivel básico, los contenidos solo mencionan los prefijos según el sistema internacional de unidades y la creación de un nanomotor sin dar detalles que profundicen el tema en cuestión.

Tabla 27. Rúbrica para el texto escolar *Hipertexto física I*

Criterio/rubro	Codificación	Nivel			
		4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
Objetivos y su relación con los contenidos	ORC		X		
Aspectos formales	AF	X			
Contenidos teóricos	CT	X			
Contenidos prácticos y de trabajo complementario	CP		X		
Uso de imágenes	UI	X			
Interdisciplinariedad	INT		X		
Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina	CNN		X		

Fuente: Elaboración propia

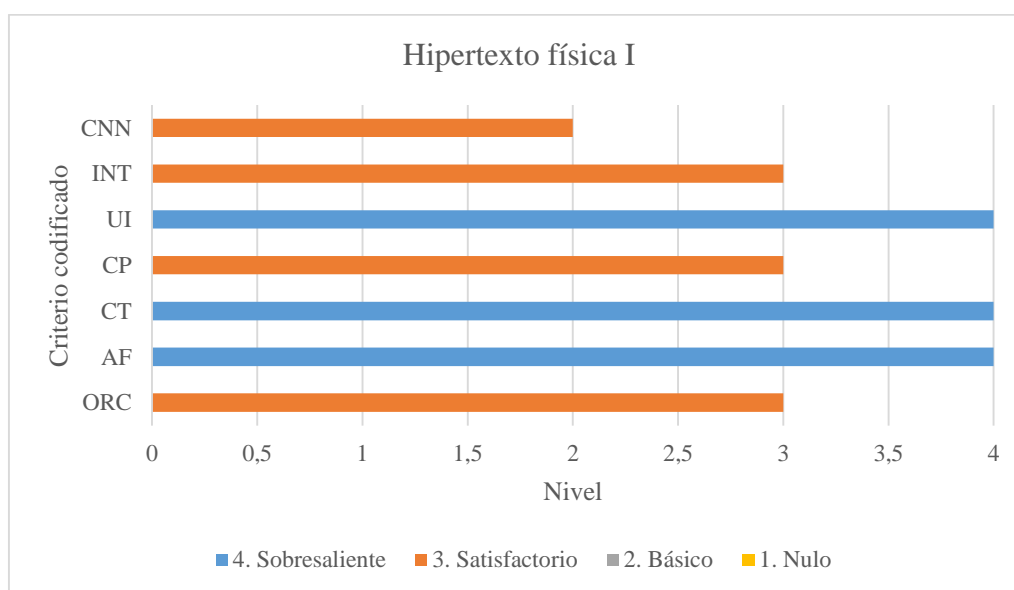


Figura 19. Nivel de contenido del texto escolar “Hipertexto física I”

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al nivel de contenido de contenido del texto en mención, se puede indicar según la figura anterior que es satisfactorio en función de los criterios como: Aspectos formales,

contenidos teóricos y uso de imágenes. Entre tanto, los criterios restantes se ubican en un nivel satisfactorio: los objetivos y su relación con el contenido no son del todo claros frente al alcance y desarrollo de habilidades y/o logros. De igual manera, los contenidos prácticos y de trabajo complementario son únicamente para desarrollo individual. Del mismo modo, el componente interdisciplinar se relaciona con diversos campos del conocimiento como: la biología, química, fisiología humana, medicina, nanotecnología, matemática, estadística, robótica y astronomía. Cabe señalar que, es el único libro de texto donde se hace mención a la nanotecnología y algunas de sus aplicaciones hacia la nanomedicina de forma somera.

Tabla 28. Rúbrica para el texto escolar *Hipertexto física II*

Criterio/rubro	Codificación	Nivel			
		4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
Objetivos y su relación con los contenidos	ORC		X		
Aspectos formales	AF	X			
Contenidos teóricos	CT	X			
Contenidos prácticos y de trabajo complementario	CP		X		
Uso de imágenes	UI	X			
Interdisciplinariedad	INT		X		
Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina	CNN				.X

Fuente: Elaboración propia

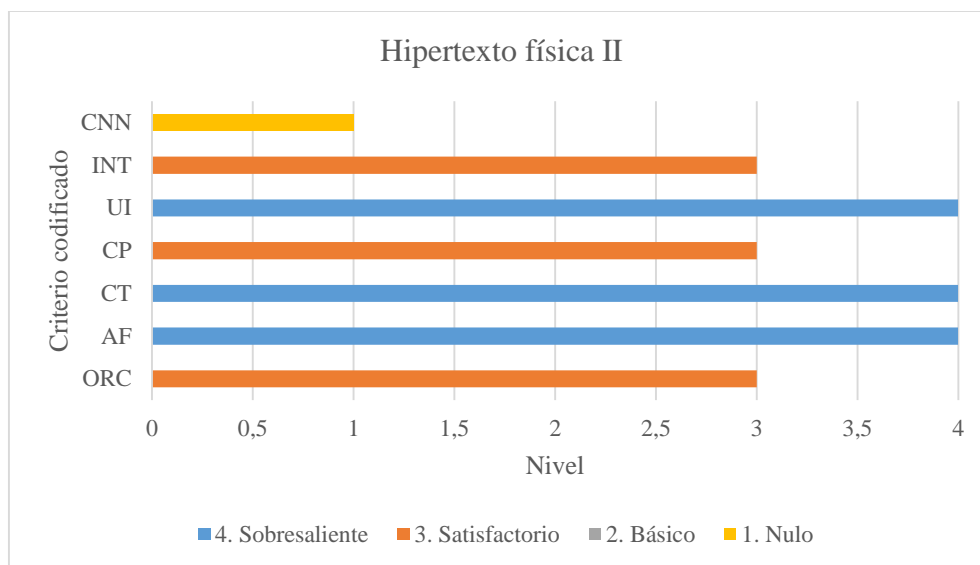


Figura 20. Nivel de contenido del texto escolar “Hipertexto física II”

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la figura anterior, los únicos criterios que alcanzaron un nivel satisfactorio fueron: Aspectos formales, contenidos teóricos y uso de imágenes. En un nivel satisfactorio se encuentran: Objetivos y su relación con los contenidos puesto que no se evidencia con claridad qué tipo de logros esperan alcanzar al finalizar cada unidad. De igual manera, los contenidos prácticos y de trabajo complementario están diseñados para desarrollarlos de forma individual. Cerrando el grupo, está el abordaje interdisciplinar no es muy claro. Sin embargo, refleja un componente multidisciplinar desde ciencias como la química, biología, fisiología humana, medicina incluso desde algunas aplicaciones de la agroindustria y la farmacéutica. En lo que respecta a la articulación de conceptos o contenidos en relación con la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina no se evidencia. Por lo tanto, se ubica en nivel nulo.

Tabla 29. Rúbrica para el texto Física universitaria Sears Zemansky

Criterio/rubro	Codificación	Nivel			
		4. Sobresaliente	3. Satisfactorio	2. Básico	1. Nulo
Objetivos y su relación con los contenidos	ORC	X			
Aspectos formales	AF	X			
Contenidos teóricos	CT			X	
Contenidos prácticos y de trabajo complementario	CP			X	
Uso de imágenes	UI		X		
Interdisciplinariedad	INT			X	
Articulación de temas relacionados con nanotecnología y nanomedicina	CNN			X	

Fuente: Elaboración propia

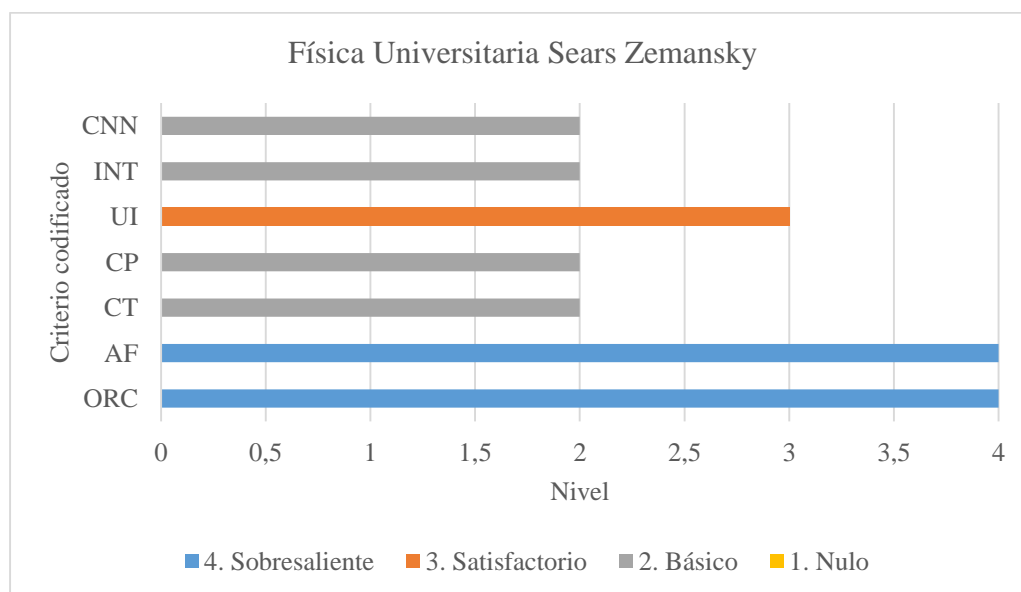


Figura 21. Nivel de contenido del texto "Física universitaria Sears Zemansky"

Fuente: Elaboración propia

En relación con la figura anterior, es posible determinar un nivel satisfactorio dos criterios: Objetivos y su relación con los contenidos y aspectos formales. Frente al uso de imágenes este se ubica en nivel satisfactorio puesto que el texto contiene por lo general pocas imágenes a comparación de los textos escolares anteriormente descritos. En ese sentido, en nivel básicos encontramos los criterios restantes: Contenidos prácticos y de trabajo complementario, contenidos teóricos puesto que no están articulados con los lineamientos del MEN, sin embargo, estos contenidos son adecuados y de nivel pre y universitario. La interdisciplinariedad no es del todo clara, en cambio refleja un componente multidisciplinar desde ciencias como la química, astronomía, biología, fisiología humana, matemática inclusive aborda temáticas concernientes a la ingeniería, filosofía, música y deportes. En lo que respecta a la articulación de conceptos o contenidos de nanociencia, nanotecnología y nanomedicina solo aborda los prefijos señalados por el sistema internacional de unidades.



## 9. CONCLUSIONES

A partir del análisis producto de las percepciones docente, el uso del libro de texto ha disminuido considerablemente en el aula de clase, puesto que la enseñanza de la física se aborda desde la contextualización y el desarrollo de habilidades científicas generando así mejores resultados. Sin embargo, existen algunos docentes quienes optan en menor medida por recurrir a libros de la editorial Santillana. Del mismo modo el uso de libros pre y universitarios les aporta las herramientas necesarias para el desarrollo disciplinar de los contenidos.

Los docentes de física entrevistados en su mayoría reconocen las limitaciones y los vacíos conceptuales que presentan los estudiantes de grado 10 y 11 por lo tanto, 5 de los 6 docentes entrevistados relacionan principalmente los contenidos con aspectos cotidianos y propios de cada contexto escolar, casos prácticos, situaciones problema y estudios de caso incluso desde aspectos ambientales, tecnológicos y sociales. Así mismo los simuladores cobran importancia para la conceptualización de los contenidos y para acercar al estudiante a experiencias de laboratorio. Seguidamente 3 docentes integran experimentos sencillos y caseros. También 2 docentes articulan el uso y diseño de videojuegos. Solo 1 docente diseña material didáctico que año tras año modifica según la necesidad. Igualmente aprovechan los recursos de “Instruimos” principalmente para la preparación en las pruebas saber pro. Por ultimo manifiestan en menor medida, el uso de artículos científicos, páginas de internet y los procesos dialógicos como recurso de enseñanza.

Los docentes entrevistados esperarían encontrar en los libros de texto contenidos secuenciados, puntuales, con lenguaje común, cotidiano que le sea fácil de entender e interpretar al estudiante y que contenga ejemplos prácticos, ejercicios de aplicación e investigación desde aspectos tecnológicos, ambientales y sociales que muestren al estudiante el ¿para qué? debe aprender estos temas. También, que articulen experiencias investigativas en función de los

desarrollos en laboratorios de renombre como el CERN. 2 docentes (1 licenciado en ciencias naturales y la ingeniera mecánica) manifiestan que estos libros deben contener recomendaciones desde aspectos didácticos para la física y así realizar una mejor transposición didáctica.

La mayoría de los docentes asumen su enseñanza partiendo de situaciones contextuales y cotidianas, que sean cercanas al estudiante y con las cuales puedan reconstruir los conceptos a partir de ejemplos tangibles, análisis de casos y situaciones problema. 3 docentes se preocupan por desarrollar habilidades científicas en sus estudiantes. el docente de Antioquia genera con un grupo interdisciplinar de docentes temas de interés donde a partir de este trabajan otras áreas y plantean estrategias. Mientras que solo 1 docente diseña material (secuenciado, resumido y puntual).

Frente al abordaje interdisciplinar en los libros de texto, los docentes según su experiencia indican que como tal no existe un libro que tenga ese componente marcado, sin embargo, existen libros que se acercan como lo son los textos de la editorial Santillana (los caminos del saber, hipertexto, proyecto saberes etc). Así mismo algunos de estos textos tienen en cuenta aspectos químicos, físicos, biológicos incluso desde la relación CTSA.

En lo que respecta al conocimiento y potencial que representa la nanociencia, nanotecnología y nanomedicina, 3 docentes reconocen su relevancia en la enseñanza de la física manifestando que es un campo innovador y emergente al que se debe explorar desde aspectos didácticos. Solo 1 docente (físico) tiene conocimientos de procesos y tratamiento desde la medicina y la física nuclear. Sin embargo, algunos docentes ven de manera compleja su enseñanza puesto que no es posible evidenciar la relación que presenta con el contexto de los estudiantes. Otros en cambio no conocen de que se trata, no dimensionan los alcances y desconocen las aplicación y potencialidad que presentan para enseñar ciencias naturales.

No se evidencian procesos interdisciplinarios constantes en los libros de texto analizados puesto que este enfoque debe propender por construir nuevos conocimientos en función de la interacción de varias disciplinas generando nuevas metodologías y formas de comprender los fenómenos físicos, no obstante, Hipertexto y los caminos del saber para física 10 y 11 procuran articular desde diversas áreas del conocimiento conceptos químicos y biológicos principalmente apoyados en las relaciones CTSA para lograr el desarrollo de competencias en ciencias naturales. Así mismo, la percepción de los docentes frente a este componente indica la ausencia de la interdisciplinariedad en los contenidos de los textos escolares.

Se pudo constatar la potencialidad de 16 acciones de pensamiento y 4 DBA en los grados 10 y 11 para introducir contenidos, conceptos y términos de nanociencia, nanotecnología y nanomedicina como lo son las estructuras atómicas, moleculares y las fuerzas que actúan para formar la materia, los nanomateriales, las nanoestructuras y sus aplicaciones en el campo de la salud para el tratamiento, diagnóstico y detección de diferentes patologías. A pesar de ello, es evidente el desconocimiento, la falta de información y formación por parte de los docentes entrevistados en el campo nanotecnológico y sus aplicaciones, representando una limitante para iniciar procesos de enseñanza desde este campo.

En los libros analizados de la editorial Santillana se evidenció el interés por potencial competencias y habilidades científicas. El texto los caminos del saber I presenta un contenido disciplinar representado por un 89,9%, un contenido multidisciplinar del 9,7% y los contenidos en nanociencia y nanotecnología son del 0,4%. Seguidamente en el texto los caminos del saber II su componente disciplinar es del 88,8%, su componente multidisciplinar es del 10,8% mientras que los contenidos en nanociencia y nanotecnología están representados por el 0,4%.

El libro Hipertexto I presenta el porcentaje más alto frente al componente disciplinar con un 95,3%, un componente multidisciplinar del 4%. Cabe señalar que en cuanto a los contenidos en nanociencia y nanotecnología tuvo la proporción más alta con un 0.7%. Mientras que Hipertexto II en su componente disciplinar está representado por el 87,7%, su contenido multidisciplinar con un 12.2% siendo el más representativo. Entre tanto, los contenidos en nanociencia y nanotecnología son nulos.

El análisis de contenido de textos usados por los docentes para su actualización permanente como la física de Sears Zemansky presenta un componente disciplinar del 93%, un componente multidisciplinar representado por un 6,4% y en función de los contenidos de nanociencia y nanotecnología muestra una proporción del 0,6%.

Las perspectivas de investigación que pueden permitir una inserción en términos educativos de los conceptos, contenidos, temáticas y aplicaciones en nanotecnología y nanomedicina para nuestro país pueden darse en torno a la generación de espacios de divulgación científica y de programas académicos que permitan el desarrollo científico disciplinar de estas ciencias. Por último, el desarrollo de estrategias y materiales didácticos aplicados en los distintos niveles académicos incluso desde la misma formación y capacitación docente.

## 10. RECOMENDACIONES

Es necesario que desde las entidades y políticas estatales se priorice y gestionen recursos que permitan el fortalecimiento y oferta de programas en los distintos niveles académicos como licenciaturas e ingenierías en nanociencia y nanotecnología. También desde los grupos de investigación se incentive su estudio lo cual contribuiría significativamente en el desarrollo de nuevo conocimiento desde lo tecnológico, lo industrial y por supuesto lo didáctico.

Se sugiere que los libros de texto principalmente los de ciencias contemplen temáticas en nanociencia, nanotecnología y sus diversas aplicaciones en sus contenidos. Siendo relevantes en función del potencial que representan para articular nuevas metodologías y conocimientos desde este campo interdisciplinar lo cual tendría un impacto positivo en las actitudes frente a las ciencias y así desdibujar ese pensamiento abstracto en los estudiantes de básica secundaria.

Se debería repensar y actualizar los estándares, lineamientos y derechos básicos de aprendizaje en nuestro país para que estén a la vanguardia de los adelantos científicos y respondan a la fuerza laboral que puede representar una formación científica y tecnológica para nuestro país. De esta manera se generarían avances científicos y tecnológicos que permitan actuar y solucionar por sí mismos situaciones como las pandemias, la contaminación y el atraso tecnológico al que estamos sometidos desde hace muchos años.

Se recomienda a los docentes en ciencias naturales y ciencias básicas y exactas mantener una formación constante frente a los desarrollos tecnológicos que ocurren en el mundo para así motivar a los estudiantes y fomentar nuevos científicos que se interesen por estos campos de estudio.

## 11. REFERENCIAS

- Alassia, M. E., Munuce, A. C., Reviglio, A., Seferian, A., Silvestri, S. O., & Soria, L. R. (2014). *Nanotecnología hoy: El desafío de conocer y enseñar*. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005265.pdf>
- Ballén, M., & Salazar Suárez, F. L. (2014). *Los caminos del saber Física I*. <https://idoc.pub/documents/los-caminos-del-saber-fisica-10pdf-x4ew6d2wmy43>
- Barhoum, A., García-Betancourt, M. L., Rahier, H., & Van Assche, G. (2018). Physicochemical characterization of nanomaterials: Polymorph, composition, wettability, and thermal stability. In *Emerging Applications of Nanoparticles and Architectural Nanostructures: Current Prospects and Future Trends* (pp. 255–278). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-51254-1.00009-9>
- Bigozzi, L., Tarchi, C., Falsini, P., & Fiorentini, C. (2014). ‘Slow Science’: Building scientific concepts in physics in high school. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2221–2242. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.919425>
- Boisseau, P., & Loubaton, B. (2011). Nanomedicine, nanotechnology in medicine. *Comptes Rendus Physique*, 12(7), 620–636. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2011.06.001>
- Braga, G., & Belver, L. J. (2016). El análisis de libros de texto : una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199–218.
- Brown, R., Deletic, A., & Wong, T. (2015). How to catalyse collaboration. *Nature*, 7–9. [https://www.nature.com/news/polopoly\\_fs/1.18343!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/525315a.pdf](https://www.nature.com/news/polopoly_fs/1.18343!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/525315a.pdf)

- Bruno-Alfonso, A., Pereira de Souza, M., & Ribeiro, A. V. (2013). Propuestas para introducción de nanociencia y nanotecnología en escuelas pre universitarias. *Revista Digital Universitaria UNAM*, 143, 53–60. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1xxvv8.7>
- Calderero, J. F. (2002). *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad Complutense de Madrid.
- Capua, I., & Cattoli, G. (2018). One Health (r)Evolution: Learning from the Past to Build a New Future. *Viruses*, 10(12), 725. <https://doi.org/10.3390/v10120725>
- Carabineiro, S. (2017). Applications of Gold Nanoparticles in Nanomedicine: Recent Advances in Vaccines. *Molecules*, 22(5), 857. <https://doi.org/10.3390/molecules22050857>
- Carvajal, Y. (2010). Interdisciplinariedad: Desafío Para La Educación Superior Y La Investigación. *Luna Azul*, 31, 156–169. <https://doi.org/10.17151/luaz.2010.31.12>
- Chen, F., & Cai, W. (2015). Nanomedicine for targeted photothermal cancer therapy: Where are we now? In *Nanomedicine* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–3). Future Medicine Ltd. <https://doi.org/10.2217/nnm.14.186>
- Chen, R., & Riviere, J. E. (2017). Biological and environmental surface interactions of nanomaterials: characterization, modeling, and prediction. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 9(3), e1440. <https://doi.org/10.1002/wnan.1440>
- Coletta, V. P., & Phillips, J. A. (2005). Force concept inventory The Physics Teacher. *Citation: American Journal of Physics*, 73, 141. <https://doi.org/10.1119/1.2117109>
- De Melo-Diogo, D., Lima-Sousa, R., Alves, C. G., & Correia, I. J. (2019). Graphene family nanomaterials for application in cancer combination photothermal therapy. In *Biomaterials*

- Science* (Vol. 7, Issue 9, pp. 3534–3551). Royal Society of Chemistry.  
<https://doi.org/10.1039/c9bm00577c>
- De Pro, A., Blanco Sánchez, G., & Valcárcel, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma Logse. *Enseñanza de Las Ciencias*, 2, 193–210.
- Del Pozo, M. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 19(2), 199–215.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/38990662.pdf>
- DeLoid, G. M., Cohen, J. M., Pyrgiotakis, G., & Demokritou, P. (2017). Preparation, characterization, and in vitro dosimetry of dispersed, engineered nanomaterials. *Nature Protocols*, 12. <https://doi.org/10.1038/nprot.2016.172>
- Díaz Vázquez, L., Ortiz Andrade, B., & Rivera Rondón, V. (2019). El Nanocirco: un diseño interdisciplinario para la divulgación y enseñanza de la nanociencia y la nanotecnología. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 2, 617–627.  
<https://doi.org/10.25267/Rev>
- Dresselhaus, M. S., & Dresselhaus, G. (1997). Nanotechnology in carbon materials. *Nanostructured Materials*, 9(1–8), 33–42. [https://doi.org/10.1016/S0965-9773\(97\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0965-9773(97)00016-0)
- Espinoza Freire, E. E. (2018). La Meso Planeación Interdisciplinar En La Formación Del Profesional De La Educación. *Maestro y Sociedad*, 11(2), 280–297.  
<https://doi.org/10.35195/ob.v11i2.762>
- European Science Foundation. (2005). Scientific Forward Look on Nanomedicine. *European Science Foundation Policy Briefing*, 23(February), 1–6.



- Farokhzad, O. C. (2015). Nanotechnology: Platelet mimicry. In *Nature* (Vol. 526, Issue 7571, pp. 47–48). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nature15218>
- Fazarro, D., Lawrence, H., & McWhorter, R. (2011). Going Virtual: Delivering Nanotechnology Safety Education on the Web. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2). <https://doi.org/10.30707/jste48.2fazarro>
- Fernández Palop, M. P., Caballero García, P. Á., & Fernández Bravo, J. A. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 20(1), 201. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.1.229641>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2013). *NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro*. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/unidad-didactica-nanociencia-y-nanotecnologia-entre-la-ciencia-ficcion-del-presente-y-la>
- Garbayo, E., Pascual-Gil, S., Rodríguez-Nogales, C., Saludas, L., Estella-Hermoso de Mendoza, A., & Blanco-Prieto, M. J. (2020). Nanomedicine and drug delivery systems in cancer and regenerative medicine. *WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology*. <https://doi.org/10.1002/wnan.1637>
- García Betancourt, M. L. (2017). Perspectivas para la innovación en educación con nanociencia y nanotecnología. *Revista de Educación y Desarrollo*, 41, 93–101. [http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu\\_desarrollo/anteriores/41/41\\_GarciaBetancourt.pdf](http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/41/41_GarciaBetancourt.pdf)
- Gatica-Lara, F., & Jesús Uribarren-Berrueta, T. del N. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Investigación En Educación Médica*, 2(5), 61–65.

5057(13)72684-x

Germain, M., Caputo, F., Metcalfe, S., Tosi, G., Spring, K., Åslund, A. K. O., Pottier, A., Schiffelers, R., Ceccaldi, A., & Schmid, R. (2020). Delivering the power of nanomedicine to patients today. *Journal of Controlled Release*, 326, 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.07.007>

Hernández, Y., & Ruano, C. (2016). NANOBOX: Un material educativo en nanomateriales que promueve la creatividad científica. *Momento*, 0(51E), 32–45. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/67348>

Iannazzo, D., Pistone, A., Salamò, M., Galvagno, S., Romeo, R., Giofrè, S. V., Branca, C., Visalli, G., & Di Pietro, A. (2017). Graphene quantum dots for cancer targeted drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 518(1–2), 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2016.12.060>

Instituto de Nanociencia de Aragón. (n.d.). *Guía didáctica - Bienvenidos a la nanodimensión*.

Irvine, D. J., & Dane, E. L. (2020). Enhancing cancer immunotherapy with nanomedicine. *Nature Reviews Immunology*, 20(5), 321–334. <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0269-6>

Jackman, J. A., Cho, D. J., Lee, J., Chen, J. M., Besenbacher, F., Bonnell, D. A., Hersam, M. C., Weiss, P. S., & Cho, N. J. (2016). Nanotechnology Education for the Global World: Training the Leaders of Tomorrow. *ACS Nano*, 10(6), 5595–5599. <https://doi.org/10.1021/acsnano.6b03872>

Jaramillo, H., Restrepo, R., Morales, Á., Alvarez, D., & Duque, C. (2013). Formación en habilidades y competencias científicas con base en la nanociencia y la nanotecnología en la

basica secundaria y media. *MOMENTO - Revista de Física*, 0(46E), 92–104.

Jimenes, R., & Armando, M. (2013). Desarrollo tecnológico y su impacto en el proceso de globalización económica. *Visión Gerencial*, 123–150.

<https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545895010.pdf>

Journal, A. I., Sharma, A., Garg, T., Aman, A., Panchal, K., Sharma, R., Kumar, S., & Markandeywar, T. (2016). Nanogel-an advanced drug delivery tool: Current and future. *Nanomedicine, and Biotechnology*, 44(1), 165–177.

<https://doi.org/10.3109/21691401.2014.930745>

Jung, D., Minami, I., Patel, S., Lee, J., Jiang, B., Yuan, Q., Li, L., Kobayashi, S., Chen, Y., Lee, K.-B., & Nakatsuji, N. (2012). Incorporation of functionalized gold nanoparticles into nanofibers for enhanced attachment and differentiation of mammalian cells. *Journal of Nanobiotechnology*, 10. <https://doi.org/10.1186/1477-3155-10-23>

Kamila, S., McEwan, C., Costley, D., Atchison, J., Sheng, Y., Hamilton, G. R. C., Fowley, C., & Callan, J. F. (2016). Diagnostic and therapeutic applications of quantum dots in nanomedicine. In *Topics in Current Chemistry* (Vol. 370, pp. 203–224). Springer Verlag.

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-22942-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22942-3_7)

Karanassios, V. (2018). Introduction: Nanoscience and nanotechnology. *Nanoscience Journal*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.5860/choice.48-4432>

Karimi, M., Sahandi Zangabad, P., Baghaee-Ravari, S., Ghazadeh, M., Mirshekari, H., & Hamblin, M. R. (2017). Smart Nanostructures for Cargo Delivery: Uncaging and Activating by Light. *Journal of the American Chemical Society*, 139(13), 4584–4610.

<https://doi.org/10.1021/jacs.6b08313>

- Kim, D.-H. (2018). Image-Guided Cancer Nanomedicine. *Journal of Imaging*, 4(1), 18.  
<https://doi.org/10.3390/jimaging4010018>
- Kim, J., Kim, J., Jeong, C., & Kim, W. J. (2016). Synergistic nanomedicine by combined gene and photothermal therapy. In *Advanced Drug Delivery Reviews* (Vol. 98, pp. 99–112). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2015.12.018>
- Klein, J. T., Carrizo, L., & Espina, M. (2004). *Transdisciplinarietà y Complejidad en el Análisis Social* (Issue 67).
- Ku, S. H., Ryu, J., Hong, S. K., Lee, H., & Park, C. B. (2010). General functionalization route for cell adhesion on non-wetting surfaces. *Biomaterials*, 31(9), 2535–2541.  
<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.12.020>
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21(3), 160–175.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ904866.pdf>
- Lammers, T., Aime, S., Hennink, W. E., Storm, G., & Kiessling, F. (2011). Theranostic nanomedicine. *Accounts of Chemical Research*, 44(10), 1029–1038.  
<https://doi.org/10.1021/ar200019c>
- Lechuga, L. (2011). Nanomedicina: aplicación de la nanotecnología en la salud. *Curso de Biotecnología Aplicada a La Salud Humana*, 15van.  
[http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7\\_Nanomedicina.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7_Nanomedicina.pdf)
- Llano, L., Gutiérrez, M., Núñez, M., Masó, R., Rojas, B., & Stable, A. (2016). La interdisciplinarietà: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza

aprendizaje. *Medisur*, 14(3), 320–327.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2016000300015](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000300015)

López, L. (2012). La importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento desde la filosofía de la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de La Educación*, 367–377. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846102017.pdf>

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Teaching nanotechnology in primary education Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 00(00), 1–19. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>

Manuguri, S., Webster, K., Yewdall, N. A., An, Y., Venugopal, H., Bhugra, V., Turner, A., Domigan, L. J., Gerrard, J. A., Williams, D. E., & Malmström, J. (2018). Assembly of Protein Stacks with in Situ Synthesized Nanoparticle Cargo. *Nano Letters*, 18(8), 5138–5145. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.8b02055>

Mao, H. Y., Laurent, S., Chen, W., Akhavan, O., Imani, M., Ashkarran, A. A., & Mahmoudi, M. (2013). Graphene: Promises, facts, opportunities, and challenges in nanomedicine. In *Chemical Reviews* (Vol. 113, Issue 5, pp. 3407–3424). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/cr300335p>

Marchesan, S., Kostarelos, K., Bianco, A., & Prato, M. (2015). The winding road for carbon nanotubes in nanomedicine. *Materials Today*, 18(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2014.07.009>

Materials, E. (2015). *Introduction to Nano*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47314-6>

Mayeen, A., Shaji, L. K., Nair, A. K., & Kalarikkal, N. (2018). Morphological characterization of

- nanomaterials. In *Characterization of Nanomaterials: Advances and Key Technologies* (pp. 335–364). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101973-3.00012-2>
- Meyyappan, M. (2004). Nanotechnology Education and Training. *Journal of Materials Education*, 26, 3–4. <http://www.ipt.arc.nasa.gov>
- Mineducación. (2004). Estandares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Sociales. *Guía No. 7, 7(Serie Guías)*, 48. [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Ciencias Naturales*. [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)
- Moghimi, S. M., Hunter, A. C., & Peer, D. (2016). Platelet mimicry: The emperor's new clothes? In *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* (Vol. 12, Issue 1, pp. 245–248). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2015.09.005>
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la investigación* (Ediciones).
- Ortiz, E. (2012). La interdisciplinariedad en las investigaciones educativas. *Didáctica y Educación*, 1, 1–12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4228305>
- Ovid'ko, I. A., Valiev, R. Z., & Zhu, Y. T. (2018). Review on superior strength and enhanced ductility of metallic nanomaterials. In *Progress in Materials Science* (Vol. 94, pp. 462–540). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2018.02.002>
- Pájaro, N., Olivero, J., & Redondo, J. (2013). Nanotecnología aplicada a la medicina. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11(1), 125–133.
- Park, E. J. (2019). Nanotechnology Course Designed for Non-Science Majors To Promote Critical

- Thinking and Integrative Learning Skills. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1278–1282.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00490>
- Pozuelo Muñoz, J., & Cascarosa Salillas, E. (2018). Inmersión en el mundo de la nano-ciencia a través de una experiencia de indagación guiada con alumnos de Educación Secundaria. *Reidocrea*, 7(29), 376–387. <https://www.ugr.es/~reidocrea/7-29.pdf>
- Pyun, J. (2011). Graphene oxide as catalyst: Application of carbon materials beyond nanotechnology. *Angewandte Chemie - International Edition*, 50(1), 46–48.  
<https://doi.org/10.1002/anie.201003897>
- Quirola, N., Marquez, V., Tecpan, S., & Baltazar, S. E. (2018). Didactic Proposal to include Nanoscience and Nanotechnology at high School curriculum linking Physics, Chemistry and Biology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1043(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1043/1/012050>
- Rojas Niño, M. (2016). *ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO SOBRE LA ENSEÑANZA DE ESPECIES NO CARISMÁTICAS EN LA ESCUELA PRIMARIA*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Rubiano Ávila, O. (2013). *Construcción de una unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos y términos más usados en nanociencia a través de la indagación y la investigación* [Universidad Nacional de Colombia]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/39646/1/1186779-2013.pdf>
- Rubiano, O. (2013). *Construcción de una unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos y términos más usados en nanociencia a través de la indagación y la investigación*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/39646/1/1186779-2013.pdf>

- Rycroft, T., Trump, B., Poinsette-Jones, K., & Linkov, I. (2018). Nanotoxicology and nanomedicine: making development decisions in an evolving governance environment. *Journal of Nanoparticle Research*, 20(2), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11051-018-4160-3>
- Salimi, F., Kiani, M., Karami, C., & Taher, M. A. (2018). Colorimetric sensor of detection of Cr (III) and Fe (II) ions in aqueous solutions using gold nanoparticles modified with methylene blue. *Optik*, 158, 813–825. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.01.006>
- Serena, P. A. (2013). Una Experiencia En Nanoeducación : El Taller “ Explorando El Nanomundo .” *MOMENTO - Revista de Física*, 46E, 63–73. <http://www.bdigital.unal.edu.co/38752/1/41986-192818-1-PB.pdf>
- Solaz Portolés, J. J. (2010). LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS: UNA REVISIÓN. *Educación XXI*, 13(1), 65–80.
- Son, K. H., Hong, J. H., & Lee, J. W. (2016). Carbon nanotubes as cancer therapeutic carriers and mediators. In *International Journal of Nanomedicine* (Vol. 11, pp. 5163–5185). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IJN.S112660>
- Srinivas, K. (2014). Need of nanotechnology in education. *Science Journal of Education*, 2(2), 58–64. <https://doi.org/10.11648/j.sjedu.20140202.14>
- Stevens, S. Y., & Krajcik, J. S. (2007). *The Big Ideas in Nanoscale Science and Engineering*. January 2009.
- Surface Chemistry of Nanobiomaterials Applications of Nanobiomaterials Surface Chemistry of Nanobiomaterials Applications of Nanobiomaterials*. (2016).
- The Royal Society. (2004). Nanoscience and nanotechnologies : opportunities and uncertainties.



- In The Royal Society (Ed.), *London The Royal Society The Royal Academy of Engineering Report* (1st ed., Vol. 46, Issue July). [https://royalsociety.org/-/media/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2004/9693.pdf](https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2004/9693.pdf)
- Torres, N., Bolívar, A., Solbes, J., & Parada, M. (2018). Percepciones de estudiantes universitarios sobre su formación en física en educación secundaria. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 599–606. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.975>
- Torres Romero, L. (2018). “Docente-Nano”: una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales n la educación media [Universidad Nacional de Colombia]. In *Momento*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/67307>
- Toubanaki, D. K., Athanasiou, E., & Karagouni, E. (2016). *Gold nanoparticle-based lateral flow biosensor for rapid visual detection of Leishmania-specific DNA amplification products*. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2016.05.027>
- Vasilachis de Gialdino, I., Amegeiras, A., Chernobilsky, L., Giménez, V., Mallimaci, F., Mendizábal, N., Neiman, G., Quaranta, G., & Soneira, A. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa* (G. S.A (Ed.); 1st ed.).
- Veerapandian, M., & Yun, K. (2011). Functionalization of biomolecules on nanoparticles: specialized for antibacterial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90(5), 1655–1667. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3291-6>
- Wang, J., Liu, R., & Liu, B. (n.d.). *Cadmium-containing Quantum Dots: Current Perspectives on Their Application as Nanomedicine and Toxicity Concerns*.
- Wang, Q., & Wang, B. T. (2018). Surface plasmon resonance biosensor based on graphene

- oxide/silver coated polymer cladding silica fiber. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 275, 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.08.065>
- Wu, G., Li, P., Feng, H., Zhang, X., & Chu, P. K. (2015). Engineering and functionalization of biomaterials via surface modification. In *Journal of Materials Chemistry B* (Vol. 3, Issue 10). <https://doi.org/10.1039/c4tb01934b>
- Xu, G., Zeng, S., Zhang, B., Swihart, M. T., Yong, K. T., & Prasad, P. N. (2016). New Generation Cadmium-Free Quantum Dots for Biophotonics and Nanomedicine. *Chemical Reviews*, 116(19), 12234–12327. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00290>
- Xu, J., Hu, J., Liu, L., Li, L., Wang, X., Zhang, H., Jiang, W., Tian, J., Li, Y., & Li, J. (2014). Surface expression of protein A on magnetosomes and capture of pathogenic bacteria by magnetosome/antibody complexes. *Frontiers in Microbiology*, 5(APR), 4–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00136>
- Yawson, R. M. (2010). Skill needs and human resources development in the emerging field of nanotechnology. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(3), 285–296. <https://doi.org/10.1080/13636820.2010.499474>
- Yoshida, M., & Lahann, J. (2008). Smart nanomaterials. *ACS Nano*, 2(6), 1101–1107. <https://doi.org/10.1021/nn800332g>
- Zhang, Z., Wang, H., Chen, Z., Wang, X., Choo, J., & Chen, L. (2018). Plasmonic colorimetric sensors based on etching and growth of noble metal nanoparticles: Strategies and applications. *Biosensors and Bioelectronics*, 114, 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2018.05.015>

Zohar, A., & Sela, & D. (2003). Her physics, his physics: Gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245–268.

<https://doi.org/10.1080/09500690210126766>

Zor, F., Selek, F. N., Orlando, G., & Williams, D. F. (n.d.). *Biocompatibility in regenerative nanomedicine*. <https://doi.org/10.2217/nnm-2019-0140>

## 12. ANEXOS

### Anexo 1 – Consentimiento informado



INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
DE ALTA CALIDAD  
EVALUADA



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

**Consentimiento informado**

**Título:** La interdisciplinariedad en la enseñanza de la física; abordaje desde la nanomedicina

A través del presente documento, consiento la participación de: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, docente de la Institución Educativa XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXXXXX del municipio de XXXXXXXXXXXXXXXX en el departamento de XXXXXXXXXXXXXXXX, en el estudio denominado “La interdisciplinariedad en la enseñanza de la física; abordaje desde la nanomedicina”, del cual se ha indicado que tiene como objetivo: Analizar los contenidos de libros de texto de física en educación media en relación con la interdisciplinariedad para introducir contenidos de nanociencia y nanomedicina.

Se me ha informado que estos resultados tienen fines investigativos y académicos y que la participación de la institución es muy importante, ya que contribuye a fortalecer procesos de formación educativa, de igual manera las técnicas usadas no representan riesgos para la institución, ni para los docentes por ello, se garantiza condiciones de confidencialidad y anonimato, además, se me brinda la oportunidad de aceptar o rechazar la participación de la institución educativa en dicha actividad.

Por lo anterior, por este medio, autorizo de manera libre, voluntaria y consciente a los docentes NIDIA YANETH TORRES MERCHÁN y CAMILO ARTURO SUÁREZ BALLESTEROS, y al estudiante JULIAN DAVID UMBARILA BENAVIDES, para la realización del estudio de los libros de texto en el grupo propuesto y permito que use el material, grabación y demás información para los fines previstos en el proceso de investigación que adelanta, de la cual podrá conocer la información sobre los resultados y alcances del mismo.

Docente

\_\_\_\_\_

## Anexo 2 – Formato de entrevista

ENTREVISTA DOCENTE			
SECCION	OBJETIVO	PREGUNTAS	PREGUNTAS COMPLEMENTARIAS
<b>PERFIL PROFESIONAL</b> Pregunta 1	Identificar el perfil profesional de los docentes, así como su área de campo.	1. Mencione brevemente su perfil profesional, experiencia como docente, asignaturas que orienta, grados en los que orienta y estudiantes por grado?	¿La institución es de carácter público o privado?  ¿Cuántos estudiantes tiene en grado 10 y 11 respectivamente?
<b>RELACION DOCENTE - LIBROS DE TEXTO</b> Pregunta 2 – 4	Registrar la opinión de los docentes participantes en relación con el libro de texto en la enseñanza de la física.	2. ¿Que libros de texto utiliza frecuentemente en sus clases de física? 3. ¿Qué razones motivan a utilizar el (los) libro(s) de texto? 4. ¿Cómo Docente que le gustaría encontrar en esos libros de texto para enseñar física?	En caso de no utilizar libros de texto ¿Qué tipo de recurso(s) articula para desarrollar sus clases de física?
<b>¿COMO ENSEÑA LA FISICA?</b> Pregunta 5 - 8	Conocer la manera que los docentes enseñan y organizan los contenidos curriculares para física en 10 y 11.	5. ¿De que manera asume usted la enseñanza de la física en sus clases? 6. ¿Sigue los lineamientos curriculares del MEN en su planeación curricular? 7. Considera usted que desde los libros que utiliza ¿se aborda el componente de la interdisciplinariedad en la Física? 8. Cree usted que enseñar las ciencias de manera interdisciplinar puede lograr un mayor interés por las ciencias naturales en especial por la física ¿Por qué?	¿Conoce usted el potencial que presenta la nanociencia y nanotecnología en la enseñanza de las ciencias naturales específicamente de la física?  De ser así ¿aborda temas, conceptos o contenidos de nanociencia, nanotecnología o nanomedicina en sus clases?