

**“APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA
DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN
ESTUDIANTES DE GRADO 11° DEL INSTITUTO SAN JOSÉ DE LA SALLE DE
BUCARAMANGA”**

ADRIANA MEZA RINCÓN



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
BUCARAMANGA
2018.**

**“APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA
DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN
ESTUDIANTES DE GRADO 11° DEL INSTITUTO SAN JOSÉ DE LA SALLE DE
BUCARAMANGA”**

ADRIANA MEZA RINCÓN

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
PEDAGOGÍA**

**DIRECTOR
LUIS MARTÍN MENDIETA
MAGISTER EN QUÍMICA.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
BUCARAMANGA
2018.**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	14
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1. ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	24
2. OBJETIVOS	27
2.1. OBJETIVO GENERAL	27
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1. MARCO REFERENCIAL	28
3.1.1. Antecedentes internacionales.	28
3.1.2. Antecedentes nacionales.	31
3.1.3. Antecedentes locales.	35
3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	37
3.2.1. Aprendizaje basado en investigación (ABI).	37
3.2.2. Competencias de pensamiento científico.	40
3.2.3. Ciencia, tecnología y sociedad (CTS).	43
3.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	44
4. METODOLOGÍA	48
4.1. ENFOQUE Y DISEÑO METODOLÓGICO	48

4.2.	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO Y LOS PARTICIPANTES	50
4.2.1.	Escenario.	50
4.2.2.	Participantes.	50
4.3.	PRINCIPIOS ÉTICOS	51
4.4.	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	53
4.4.1.	Diagnóstico.	53
4.4.2.	Diseño e implementación.	53
4.4.3.	Evaluación.	53
4.5.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	55
4.5.1.	Observación participante.	55
4.5.2.	Cuestionario.	56
4.5.3.	Análisis documental.	56
4.6.	INSTRUMENTOS DE REGISTRO	56
4.6.1.	Diario de campo.	56
4.6.2.	Apuntes de los estudiantes.	57
4.6.3.	Grabaciones en vídeo.	57
4.6.4.	Prueba diagnóstica.	57
4.6.5.	Prueba de competencias científicas.	57
5.	PROCESO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	58
5.1.	DIAGNÓSTICO	58
5.1.1.	Prueba diagnóstica.	58
5.1.2.	Resultados y análisis de la prueba.	60
5.2.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	67
5.2.1.	Propuesta de intervención pedagógica.	67

5.2.2.	Implementación y desarrollo de la unidad didáctica.	73
5.3.	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	87
5.3.1.	Actividad 01: Lectura y discusión del artículo: “Condicionantes socio – técnicas de las decisiones políticas. El tsunami del 27F en Chile”	91
5.3.2.	Actividad 02: Distribución en los grupos de trabajo del material didáctico para su lectura, desarrollo y exposición.	92
5.3.3.	Actividad 03: Taller “las perturbaciones de las ondas” – La pregunta como punto de partida.	97
5.3.4.	Actividad 04: Iniciativas de investigación.	99
5.4.	HALLAZGOS	115
6.	CONCLUSIONES	126
7.	RECOMENDACIONES	128
8.	CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA E INVESTIGATIVA	129
	BIBLIOGRAFÍA	130
	ANEXOS	137

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Promedio y desviación estándar de los resultados de la Prueba Saber 11° (2015) en Ciencias Naturales.	20
Tabla 2. Plan de Acción – Área de Ciencias Naturales, Química y Física	22
Tabla 3. Alineación de la prueba de estado.	24
Tabla 4 Fases Investigativas	54
Tabla 5. Competencias y afirmaciones de la prueba	59
Tabla 6. Distribución de competencias en la prueba diagnóstica	63
Tabla 7: Descripción del plan de acción.	71
Tabla 8: Categoría, pregunta y definición de la categoría.	81
Tabla 9: Clasificación de las preguntas formuladas.	82
Tabla 10: Resultados Bitácoras 02, 03 y 04	86
Tabla 11: Conceptualización de categorías y subcategorías de análisis.	88
Tabla 12: Preguntas iniciales – Pregunta de Investigación.	99
Tabla 13: Resultados Bitácora No. 05	101
Tabla 14: Resultados de la Autoevaluación	107
Tabla 15: Distribución de competencias en la prueba de salida	111
Tabla 16: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba diagnóstica.	116
Tabla 17: Preguntas de investigación.	121

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. ISCE – I.E. San José de la Salle 2016	19
Figura 2. Distribución de estudiantes según los resultados de la Prueba Saber 11° (2014 – 2015)	20
Figura 3. Rangos por calificación – Prueba diagnóstica.	60
Figura 4: Resultados generales por estudiante – Prueba diagnóstica	61
Figura 5. Aciertos por pregunta – Prueba diagnóstica	62
Figura 6. Competencia Uso comprensivo del conocimiento científico – Prueba diagnóstica.	63
Figura 7. Competencia Explicación de fenómenos – Prueba diagnóstica.	64
Figura 8. Competencia Indagación – Prueba diagnóstica.	65
Figura 9: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba diagnóstica.	66
Figura 10. Rangos por calificación - Prueba de salida.	108
Figura 11: Resultados generales por estudiante - Prueba de salida.	109
Figura 12. Aciertos por pregunta - Prueba de salida.	110
Figura 13. Competencia Uso comprensivo del conocimiento científico – Prueba de salida.	111
Figura 14. Competencia Explicación de fenómenos – Prueba de salida.	112
Figura 15. Competencia Indagación – Prueba de salida.	113
Figura 16: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba de salida.	114
Figura 17: Relación entre la prueba diagnóstica y la prueba final.	124

LISTA DE IMÁGENES

	Pág
Imagen 1: Lectura y discusión	92
Imagen 2: Lectura individual	93
Imagen 3: Trabajo grupal	94
Imagen 4: Socialización de la lectura	94
Imagen 5: Exposiciones Actividad 02	96
Imagen 6: Taller La pregunta como punto de partida.	98
Imagen 7: Avances en el trabajo.	103
Imagen 8: Presentación final de resultados.	104
Imagen 9: Entrevistas a grupos de primaria.	106
Imagen 10: Simulacro de evacuación.	106

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1: Autorización de la Institución.	137
ANEXO 2: Certificado curso “Protección de los participantes humanos de la investigación”	138
ANEXO 3: Consentimiento Informado a Padres de Familia.	139
ANEXO 4: Asentimiento Informado a Estudiantes.	141
ANEXO 5: Prueba diagnóstica	142
ANEXO 6: Tabla de resultados de la prueba diagnóstica.	153
ANEXO 7: LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS	154
ANEXO 8: ACTIVIDAD 03	164
ANEXO 9: BITÁCORAS	166
ANEXO 10: BITACORAS DILIGENCIADAS	170
ANEXO 11: DIARIO DE CAMPO – ACTIVIDAD 01	173
ANEXO 12: RÚBRICA DE EVALUACIÓN – ACTIVIDAD 02	175
ANEXO 13: RÚBRICA DE EVALUACIÓN – SUSTENTACIÓN FINAL.	176
ANEXO 14: ENTREGAS DE LOS ESTUDIANTES	177
ANEXO 15: PRUEBA DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.	183
ANEXO 16: Tabla de resultados de la prueba de salida.	191

RESUMEN

TÍTULO: APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11° DEL INSTITUTO SAN JOSÉ DE LA SALLE DE BUCARAMANGA*.

AUTOR: Adriana Meza Rincón**.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje Basado en Investigación (ABI)., Competencias de pensamiento científico, Ciencia, tecnología y sociedad (CTS)

La presente investigación está fundamentada en la implementación de la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) con el objetivo de fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° del Instituto San José de la Salle de Bucaramanga; transformando la práctica pedagógica gracias a la articulación de la estrategia con el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual permitió que los estudiantes integraran contexto escolar con el proceso de intervención. La metodología de investigación es de carácter cualitativa bajo un enfoque de investigación – acción, comprendida en tres fases: el diagnóstico, el diseño e implementación y la evaluación, las cuales retroalimentan el proceso investigativo en la medida en que se ejecuta. El diagnóstico permite conocer el nivel de desarrollo en las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes y a partir de estos resultados se diseña e implementa la unidad didáctica desde la estrategia ABI y el enfoque CTS; finalmente, se evalúa el proceso de intervención, el cual con los resultados obtenidos demuestra la efectividad de la estrategia didáctica implementada, los avances de la población intervenida respecto a las competencias de pensamiento científico y el impacto positivo en la institución educativa.

* Tesis de Maestría

** Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Educación. Maestría en Pedagogía. Asesor: Magister Luis Martín Mendieta.

ABSTRACT

TITLE: LEARNING BASED ON RESEARCH AS A TEACHING STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC THINKING IN STUDENTS OF GRADE 11 OF THE INSTITUTE OF SAN JOSE DE LA SALLE DE BUCARAMANGA*.

AUTHOR: Adriana Meza Rincón**.

KEYWORDS: Learning based in investigation (ABI), Scientific Thinking, Science, Technology and Society Competencies (CTS)

This research is based on the implementation of the didactic strategy of Learning based in investigation (ABI) with the purpose of strengthening the scientific thinking skills in students of the 11th grade of the San José de la Salle Institute in Bucaramanga; transforming the pedagogical practice thanks to the articulation of the strategy with the component Science, Technology and Society (CTS), which allowed the students to integrate the school context with the intervention process. The research methodology is of a qualitative analysis with a purpose of investigation – action, comprised in three phases: diagnosis, design and implementation and evaluation, which feed back the investigative process to the extent that it is executed. The diagnosis allows to know the level of development in the scientific thinking competences that the students possess and from these results is designed and implemented the didactic unit from the ABI strategy and the CTS approach. Finally, the intervention process is evaluated, which, with the results obtained, demonstrates the effectiveness of the didactic strategy implemented, the advances of the population intervened with respect to scientific thinking skills and the positive impact on the educational institution.

* Thesis

** Faculty of Human Sciences, School of Education. Master's in Pedagogy. Advisor: Master Luis Martín Mendieta.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se estableció bajo la implementación de la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación, aplicado en la ciudad de Bucaramanga en la sede A del Instituto San José de la Salle con estudiantes del grado 11°, cuyo objetivo fue fortalecer en ellos el desarrollo de las competencias de pensamiento científico.

El proceso investigativo se desarrolló fundamentado en la investigación cualitativa, específicamente con enfoque de investigación – acción, desde esta perspectiva se plantean tres fases orientadoras: el diagnóstico, el diseño e implementación, y posteriormente la evaluación.

Para el diagnóstico se analizaron los lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, los estándares básicos de competencias, el índice sintético de calidad educativa (ISCE), los resultados de la prueba Saber 11° año 2015, el rendimiento académico de los estudiantes, el plan de mejoramiento institucional, y se determinó el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseían los estudiantes mediante la aplicación de una prueba de competencias científicas. Una vez evidenciadas las debilidades se diseñó y elabora una propuesta pedagógica sustentada en la metodología de aprendizaje basado en investigación, la cual se implementa utilizando como recurso una unidad didáctica de aprendizaje integrando el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Posteriormente, se evalúa todo el proceso de intervención y se comparan los resultados obtenidos en el diagnóstico, donde se confirma la efectividad de la estrategia implementada al encontrar resultados positivos, se evidencia el fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes y

finalmente, a partir de los resultados encontrados se establecen conclusiones y recomendaciones

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A la luz del Macro – proyecto: *Propuesta de intervención pedagógica para el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de educación primaria, básica y media desde la investigación – acción en el aula de ciencias naturales*¹, surge la inquietud como educadora orientadora de la asignatura de Física en pensar y repensar la didáctica utilizada en el proceso de enseñanza para los estudiantes de grado 11° en el Instituto San José de la Salle del municipio de Bucaramanga. Para tal fin se consideran los siguientes referentes: Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, estándares básicos de competencias, índice sintético de calidad educativa (ISCE), resultados de la prueba Saber 11 año 2015, rendimiento académico de los educandos, plan de mejoramiento institucional y la práctica pedagógica.

Como primer referente se tienen en cuenta los lineamientos curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental dispuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) desde el año 1998 en cumplimiento del artículo 78 de la Ley 115 de 1994, con la intención de generar en los maestros procesos de reflexión, análisis crítico y ajustes progresivos frente a las nuevas realidades educativas que enfrentan.

Este documento ofrece las orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular de las asignaturas propias del área (Biología, Física y Química). En primera instancia estudia los referentes filosóficos y epistemológicos que realzan el valor del mundo en la vida y en la construcción del

¹ MENDIETA, Luis Martín. Proyecto Atenea: Macroproyecto. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Pedagogía. 2016. p. 1

conocimiento científico, parámetros que permiten analizar el conocimiento común, científico y tecnológico, la naturaleza de la ciencia y la tecnología junto a sus implicaciones en la sociedad, en el ambiente y en la calidad de vida del ser humano. Seguidamente, considera los referentes psicocognitivos, que destacan el proceso de construcción del pensamiento científico, revelando los procesos de pensamiento y acción, y analizando el papel que juega la creatividad en la construcción del pensamiento científico y en el tratamiento de problemas. Posteriormente, tiene en cuenta los referentes teóricos en pedagogía y didáctica, para proponer una alternativa didáctica renovadora, en la cual se invita al docente a mejorar su práctica, se asigna un nuevo papel al laboratorio de ciencias y aporta elementos para mejorar el proceso de evaluación².

El segundo referente corresponde a los estándares básicos de competencias; emanados por el Ministerio de Educación Nacional MEN en el año 2006, este documento constituye un derrotero que orienta al educador para trazar la ruta sobre aquello que el estudiante debe saber y saber hacer con lo que aprende³, procurando así una educación de calidad que garantice el desarrollo de las, habilidades, saberes, conocimientos y capacidades necesarias para enfrentar el mundo actual.

A partir de estos dos documentos rectores el maestro cuenta con pautas para el diseño del currículo, el plan de estudios, los proyectos escolares y el trabajo de enseñanza en el aula⁴; invitándole a tener en cuenta dentro de su práctica pedagógica elementos como: la generación de situaciones de aprendizaje significativas, la valoración de pre – saberes y la evaluación permanente, que

² MEN, M. D. Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Ministerio de Educación Nacional*, 1998. P. 4

³ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá, 2006, p. 9

⁴ *Ibid.*, p. 11

favorezcan en el estudiante el desarrollo de las competencias en su plena expresión⁵.

En ciencias naturales, estos estándares buscan que el estudiante desarrolle habilidades científicas que le permitan explorar fenómenos y resolver problemas que contribuyan a su formación y le ofrezcan las herramientas para razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar su potencial creativo⁶.

De acuerdo con la estructura propuesta por el MEN, para la asignatura de Física en los grados 10° y 11°, se evalúan dos ejes; el primero corresponde al conocimiento científico natural, y el segundo a los conocimientos propios de las ciencias naturales. Con respecto al conocimiento científico natural, su base se centra en el desarrollo de pensamiento científico, indagación y trabajo experimental; y con relación a los conocimientos propios de las ciencias naturales, se tienen en cuenta dos ejes sistemáticos; procesos físicos y Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). El primero hace referencia a los contenidos propios de la asignatura, los cuales debe dominar el estudiante al llegar al grado 11°; el segundo involucra la aplicación de dichos procesos físicos en contexto⁷.

Como tercer elemento de observación y análisis, se tiene en cuenta el Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE), el cual constituye una herramienta que permite la medición de la calidad educativa en los niveles de básica (primaria y secundaria) y media vocacional, contrastando estas medidas con la entidad territorial certificada y el país, estimando el nivel de cada colegio. Para el caso particular de la I.E. San José de la Salle, en el nivel de educación Media, el ISCE

⁵ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá, 2006, p. 17

⁶ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: Formar en ciencias: ¡El desafío! Bogotá, 2004, p. 6

⁷ Ibid., p. 22, 23

es de 8,10, superando por 0,96 al ISCE de la entidad territorial certificada (ETC), y por 2,21 al ISCE nacional (Ver figura No. 1).

Figura 1. ISCE – I.E. San José de la Salle 2016

La escala de valores es de 1 a 10 siendo 10 la más alta.



Fuente: <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/siemprediae/86438>

Observando la Figura No.1, se puede apreciar que el progreso tiene un valor del 3,23; esto hace referencia a la relación en cuanto al mejoramiento institucional, teniendo en cuenta los resultados del año inmediatamente anterior. El desempeño es de 3,02; calificación que depende directamente del puntaje promedio que obtuvo el grado 11° en el 2015 en las áreas de matemáticas y lenguaje. La eficiencia de 1,84; correspondiente a la tasa de aprobación de los estudiantes promovidos en el año 2015.

Dado que los resultados del Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE) son considerablemente altos en comparación con los de la entidad territorial certificada (ETC) y el nacional, se analizó como cuarta instancia el resultado de las pruebas

saber 2015, exclusivamente en el área de ciencias naturales, allí se obtiene el siguiente promedio y desviación estándar:

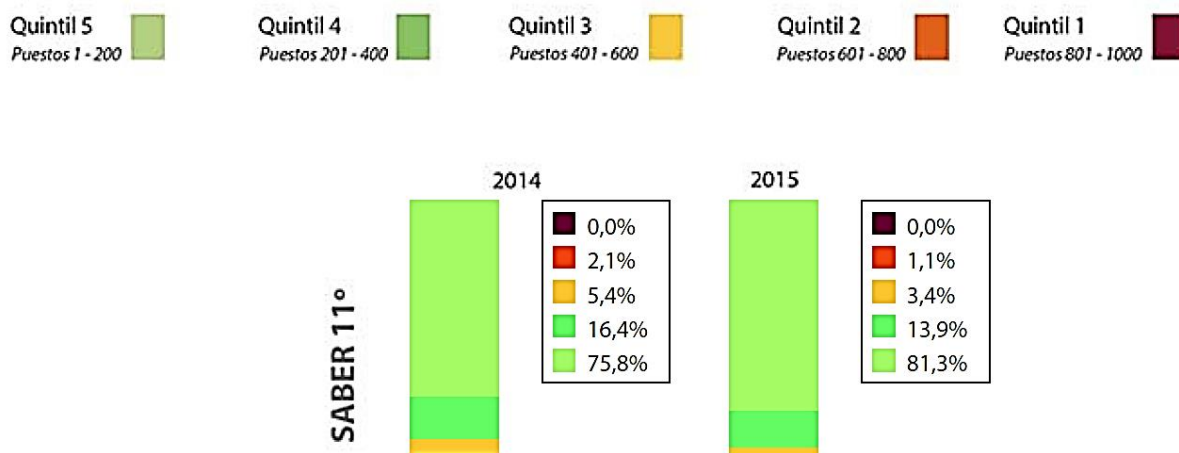
Tabla 1. Promedio y desviación estándar de los resultados de la Prueba Saber 11° (2015) en Ciencias Naturales.

NIVEL DE REPORTE	PROMEDIO	DESVIACIÓN
COLOMBIA	51,3	7,7
BUCARAMANGA	56,9	9,2
I.E. SAN JOSÉ DE LA SALLE	65,5	9,7

Fuente: <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/siemprediae/86438>

Analizando estos resultados, se observó el promedio de la I.E. en el área de Ciencias Naturales por encima de la entidad territorial certificada (ETC) y de la media nacional, sin embargo; al analizar la desviación estándar, ésta es la más alta en comparación con los dos estamentos anteriormente mencionados. Una desviación estándar por encima de la media nacional y de la ETC, significa que los resultados son bastante heterogéneos, es decir, hay estudiantes con puntajes muy altos y otros con puntajes demasiado bajos (Ver figura No. 2).

Figura 2. Distribución de estudiantes según los resultados de la Prueba Saber 11° (2014 – 2015)



Fuente: <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/siemprediae/86438>

En la figura No. 2 se pueden apreciar los porcentajes de la prueba saber 11°, en los años 2014 y 2015, distribuidos por quintiles, en donde el quintil 5 corresponde a los puntajes más altos y el quintil 1 a los puntajes más bajos. Los resultados distribuidos en el quintil 2 son la consecuencia de una desviación estándar tan alta, ya que los datos no se encuentran agrupados; y esta dispersión es la que incide en el resultado de la desviación estándar, lo cual indica la heterogeneidad en el rendimiento académico de los educandos.

Detectada esta heterogeneidad en los resultados, se revisaron los resultados académicos en la asignatura de física para los grados 10° y 11° durante los primeros dos trimestres del año 2016. Durante el primer trimestre, el índice de aprobación en física para grado 10° fue del 37,6% y en el segundo trimestre fue del 56%, para el grado 11° en el primer trimestre el índice de aprobación fue 55,4% y en el segundo trimestre fue del 81,5%. A pesar de la mejora en el segundo trimestre con relación al primero, los índices de aprobación en física siguen siendo bajos respecto a la meta institucional que es del 90% de aprobación.

Posteriormente, y para continuar con el análisis, se da una mirada al plan de mejoramiento institucional. Allí; cada área trimestralmente valida los planes de asignatura, analiza indicadores (índice de aprobación por asignatura, eficacia en el desarrollo de planes de área y eficacia en el cumplimiento de los proyectos pedagógicos), busca las causas que revelan estos indicadores e identifica la causa raíz para establecer el respectivo plan de acción.

Finalizando el año 2016, el plan de acción que estableció el área de Ciencias Naturales fue:

Tabla 2. Plan de Acción – Área de Ciencias Naturales, Química y Física

PLAN DE ACCIÓN			
ACTIVIDADES A DESARROLLAR (Ciclo PHVA)		RESPONSABLE	EVIDENCIA O REGISTRO
Planear	<p>Incluir en la agenda escolar actividades con las cuales el estudiante realice trabajo autónomo, que le permita mejorar sus procesos de pensamiento lógico para la resolución de problemas propios de las ciencias.</p> <p>Diseñar actividades que potencien la enseñanza de competencias científicas en los estudiantes.</p> <p>Rediseñar las mallas curriculares para el área de ciencias naturales teniendo en cuenta la alineación de la Prueba Saber</p>	Profesores del área	<p>Agenda escolar Moodle</p> <p>Plan de área 2017</p>
Hacer	<p>Desarrollar actividades que potencien la enseñanza de competencias científicas en los estudiantes.</p> <p>Realizar retroalimentación en el aula del trabajo realizado en casa y clase por parte del estudiante.</p>	Profesores del área	Diario de clase
Verificar	Se verifica el cumplimiento de estas actividades en el diario de clase, planes de asignatura y en el próximo comité de área.	Profesores del área	Acta comité de área
Actuar	Teniendo en cuenta los resultados se determinarán las acciones correctivas, preventivas o de mejora que se requieran.	Profesores del área	Acta comité de área

Fuente: Acta de comité de área, noviembre 15 y 17 de 2016. I.S.J de la Salle.

Examinando este plan de acción, es latente la necesidad de incorporar a la práctica actividades que fomenten el pensamiento lógico y las competencias científicas, así como la revisión y rediseño de la malla curricular para Biología, Física y Química, en sintonía con la prueba de estado Saber 3°, 5°, 7°, 9° y 11°. Para el caso de undécimo grado, es conocido que el nuevo examen evalúa las Ciencias Naturales de forma integrada e incluye el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Finalmente, se cuestiona la práctica pedagógica, ya que esta se realiza bajo un enfoque tradicional, con clases magistrales en las cuales predomina el modelo de

enseñanza por transmisión y desarrollo de talleres, que obligan al estudiante a repetir la información, reduciendo su interés por el aprendizaje. Además, el proceso de evaluación es acumulativo puesto que se realiza un examen para cada contenido cuyo objetivo es la comprobación de un aprendizaje, convirtiéndose en un mecanismo de control al cuantificar resultados que dan cuenta del alcance de los objetivos propuestos en el plan de asignatura, más no de los procesos que involucran el análisis y el razonamiento que exigen las ciencias naturales, y en este caso particular, la asignatura de física.

En vista de los aspectos detectados en el análisis, heterogeneidad en los resultados de la prueba saber 11° 2015, bajo rendimiento académico en la asignatura durante el 2016, requerimientos postulados en el plan de acción del área de Ciencias Naturales y el reconocimiento de una práctica pedagógica tradicional frente a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura, surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?
- ¿Cuáles son las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°?
- ¿De qué manera el aprendizaje basado en investigación (ABI) fortalece las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°?
- ¿Cuál es la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro?

Con los interrogantes formulados anteriormente se sintetiza el problema de investigación bajo el siguiente cuestionamiento: ¿De qué manera la estrategia

didáctica Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) articulada al componente CTS fortalece el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, en los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el año del 2014, a la prueba de estado Saber 11° se le modifica su estructura; con la intención de alinearla con las otras pruebas de estado: Saber 3°, Saber 5°, Saber 9° y Saber Pro; reestructurando su forma de evaluación en torno a las competencias genéricas. Para el caso de Ciencias Naturales, Física, Química y Biología se fusionan en una sola prueba, a la cual se le incluye el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que establecen los estándares básicos de competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Esta alineación significa que la prueba Saber 11° se articula con las otras pruebas de estado, para evaluar así las mismas competencias en los diferentes niveles de desempeño académico (Ver Tabla No. 3).

Tabla 3. Alineación de la prueba de estado.

SABER 3°	SABER 5°	SABER 9°	SABER 11°	SABER PRO
Lenguaje	Lenguaje	Lenguaje	Lectura Crítica	Lectura Crítica
Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Raz. Cuantitativo
	Competencias Ciudadanas	Competencias Ciudadanas	Sociales y Comp. Ciudadanas	Competencias Ciudadanas
	C. Naturales	C. Naturales	C. Naturales	Pensamiento Científico
			Inglés	Inglés
				Comunicación Escrita

Fuente: ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°. Bogotá, 2013, p. 31⁸

⁸ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°. Bogotá, 2013, p. 31

La alineación de la prueba Saber 11° en Ciencias Naturales lo que pretende es avanzar de la evaluación por componentes en cada una de las asignaturas (física, química y biología), a la evaluación por competencias: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, cada una con su grado de complejidad, de acuerdo al nivel, y apuntando al desarrollo del pensamiento científico que es la competencia que evalúa la prueba Saber Pro, ya desde una disciplina específica; por esta razón dentro de las modificaciones también está la inclusión del componente de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), ya que éste involucra temáticas interdisciplinarias, las cuales se abordan desde los conocimientos que el estudiante posee en Ciencias Naturales. Estas temáticas pueden ser de carácter global como: deforestación, efecto invernadero y producción de transgénicos; o de índole local como la explotación de recursos y el tratamiento de basuras⁹. Como puede apreciarse, este componente busca en el estudiante el desarrollo del pensamiento científico, desde una perspectiva crítica, responsable y cívica frente a la ciencia y la tecnología, en la medida en que esta impacta su contexto local y global.

Teniendo en cuenta los elementos mencionados anteriormente, la implementación de una propuesta didáctica que articule el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) al currículo de física, fortalecerá el desarrollo del pensamiento científico en los educandos, alternativa que mejorará los procesos de enseñanza – aprendizaje en la asignatura y que les dará las herramientas para responder de manera eficiente a las necesidades que plantea cada día esta sociedad globalizada, ofreciéndole los argumentos para plantear soluciones en contexto, evidenciando así un verdadero aprendizaje significativo.

⁹ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°. Bogotá, 2013, p. 103

Por otra parte, la implementación de esta propuesta benefició a los estudiantes de la I. E. San José de la Salle, puesto que el desarrollo del pensamiento científico, desde el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) les ofrece más oportunidades para responder a la prueba de estado Saber 11° y por consiguiente una mayor oportunidad de acceso a la educación superior de carácter público, ya que esta prueba se constituye en su único criterio de selección.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) articulada al componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, en los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.
- Definir las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°.
- Detallar la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes del grado 11°.
- Analizar la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO REFERENCIAL

Desde el quehacer de la profesión docente, es importante conocer las propuestas internacionales, nacionales y locales en términos estratégicos, políticos, económicos, sociales y culturales que contribuyan al desarrollo de un perfil de profesor – investigador – reflexivo capaz de liderar transformaciones educativas, en beneficio de mejorar su práctica pedagógica y el sentido de formación que de ello se deriva en la llamada sociedad del conocimiento¹⁰. La reflexión se centra particularmente sobre aquellos referentes que llevan la investigación al aula de clase, ya sea desde los niveles iniciales de formación, pasando por la básica y media, hasta la formación universitaria, también se tienen en cuenta aquellos que promueven el cambio en la práctica pedagógica desde las estrategias de enseñanza – aprendizaje sustentadas bajo procesos de investigación.

3.1.1. Antecedentes internacionales. En el plano internacional, entre varios referentes, se destaca la ponencia titulada “Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación” presentada por la Universidad de Ginebra en las Illas. Jornadas de Estudio sobre la investigación en la Escuela; en Sevilla – España¹¹. Su autor, Raúl Gagliardi presenta una reflexión frente a la forma tradicional de enseñar ciencias naturales y las representaciones de los educandos frente a ésta, haciendo un llamado a valorar sus procesos de pensamiento independientemente de la forma como elabora sus estructuras, ya que es poseedor de un vasto

¹⁰ QUINTANILLA, Mario. Equidad y calidad de la educación científica en América Latina: algunas reflexiones para un debate sobre los modelos de formación inicial y continua de los profesores de ciencia. Encuentro Regional de Educación Científica. Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la UNESCO. Santiago de Chile 2004. p. 1 – 20

¹¹ GAGLIARDI, Raúl. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol. 4, No. 1 (1986), p. 30-35. ISSN 0212-4521, p. 30.

conocimiento científico que no ha aprendido precisamente en la escuela; sino desde su cotidianidad, curiosidad y deseo por descubrir. Analiza así, una serie de modelos didácticos en donde se le permite al estudiante utilizar sus representaciones para definir conceptos, hacer demostraciones, experimentar e investigar su contexto, llegando a la conclusión que de las diversas estrategias desarrolladas y analizadas, la más exitosa fue aquella en donde los estudiantes investigaron desde sus propias representaciones, las de su medio familiar y social, permitiéndoles analizar y emitir juicios de valor desde el punto de vista del conocimiento científico. Con esta estrategia, el autor sostiene que contribuye a la valorización de la propia cultura y ayuda a cerrar la brecha entre la ciencia exclusiva de las mentes poderosas para acercarla al ciudadano común¹².

Siguiendo este eje, el Departamento de Didáctica de las ciencias de la Universidad de Sevilla¹³ publica un artículo titulado “*Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación*” escrito por Pedro Cañal de León. Allí el autor plasma su reflexión frente a las características generales de los procesos de investigación escolar protagonizados por estudiantes. Argumentando que la investigación escolar es una vía para el descubrimiento, un proceso de exploración y reflexión en torno a problemas y situaciones más abiertas y ricas en posibilidades de aprendizaje para los alumnos, y se constituye en un contexto metodológico para que el educador oriente procesos de elaboración de conocimientos bajo una orientación constructivista. Caracterizando dos tipos de estrategias de enseñanza centradas en actividades de investigación, junto a las posibilidades de encaje de estas estrategias en el marco de unidades didácticas concretas.

¹² GAGLIARDI, Raúl. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Vol. 4, No. 1 (1986), p. 30-35. ISSN 0212-4521, p. 34

¹³ CAÑAL DE LEÓN, Pedro. Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. En: Revista Investigación en la escuela. No. 38 (1999); p. 15-36. ISSN 0213-7771., p. 17 – 18

Por otro lado, Clark A Chinn y Bettina A. Malhotra, investigadores del Departamento de Psicología Educativa de la Universidad Estatal de New Jersey¹⁴, publican el artículo *“Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks”* en el cual destacan el valor de la formación científica y como desde allí se le enseña al estudiante a razonar científicamente, por medio de su inmersión en actividades de investigación y experimentación. Evalúa las tareas de investigación, sus similitudes y diferencias con la ciencia formal, mediante el análisis y la comparación de los procesos cognitivos necesarios en el estudiante al desarrollar actividades de: Investigación Auténtica, Experimentos Simples, Observaciones Simples e Ilustraciones Simples. Otro elemento que resalta, es que este tipo de iniciativas contribuye a la construcción social del conocimiento científico a través de procesos e instituciones sociales, ya que, en la mayoría de los trabajos de investigación que se realizan en la escuela, los estudiantes trabajan en grupos para conducir e interpretar la investigación científica, como hacen los científicos; bajo el rigor que exige la revisión de la literatura, la consulta o asesoría de expertos y la selección adecuada de fuentes de información. De esta manera, la construcción social del conocimiento procede de formas que van más allá de la simple colaboración en grupos. Fruto de este análisis, se hace la invitación para que desde la escuela se desarrollen planes de estudio con iniciativas de investigación auténticas, que no se queden en la investigación directa, sino que involucren pruebas de análisis, instrumentos de registro y experimentación simulada por computador, estrategias necesarias para promover una buena aproximación a la investigación científica y aproximar al estudiante al rigor que exige este tipo de experiencias.

Finalmente, se destaca la propuesta *“Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de*

¹⁴ CHINN, Clark A.; MALHOTRA, Betina A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. En: Science Education [en línea]. Vol. 86, No. 2 (2002) <doi:10.1002/sce.10001> [citado en 4 de noviembre de 2016] p. 175-218.

postgrados en Ecuador” realizada por las investigadoras Mónica Peñaherrera León y Katherine Chiluiza García de la Escuela Superior Politécnica del Litoral - ESPOL (Ecuador) en colaboración con la investigadora Ana María Ortiz Colón de la Universidad de Jaén (España), la cual hace parte de un estudio más amplio relacionado con el Aprendizaje Basado en Investigación en pregrado en ESPOL, patrocinado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) de la República de Ecuador, a través del Programa Prometeo “Viejos sabios”¹⁵. Allí las autoras presentan un modelo que incorpora la investigación como práctica pedagógica, en donde el estudiante aprende a investigar mientras asiste a los cursos propios de su programa y se vincula con investigaciones en contexto, lejos del enfoque tradicional en donde asistiría a un curso de metodología de la investigación exclusivamente y retomarí­a aquellos conocimientos relacionados con la investigación al final de su programa académico. Con esta propuesta, los autores destacan la importancia de reformular los programas académicos, de manera tal, que le permitan al estudiante pensar, investigar y transformar su realidad desde el aula, aplicable a cualquier área del conocimiento; y argumenta como el aprendizaje basado en investigación (ABI) desarrolla estas habilidades investigativas, que le permiten al estudiante vivir el proceso de investigación durante todo su proceso de formación académica.

3.1.2. Antecedentes nacionales. Desde la perspectiva nacional, Ximena Ibañez, Judith Arteta, Guillermo Fonseca, Sonia Martínez y Marlén Pedraza, integrantes del Grupo de Investigación: Biología, Enseñanza y Realidades de la Universidad Pedagógica Nacional, publicaron el artículo “Desarrollo de actitudes y pensamiento científico a través de proyectos de investigación en la escuela: una propuesta de

¹⁵ PEÑAHERRERA, M., CHILUIZA, K. y ORTIZ, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. *En: Journal for Educators, Teachers and Trainers* [en línea], Vol. 5(2) (septiembre, 2014) <
http://www.ugr.es/~jett/pdf/Vol5%282%29_015_jett_Penaherrera_Chiluiza_Ortiz.pdf> [citado en marzo 17 de 2017] ISSN 1989-9572, p. 204.

innovación en las prácticas de enseñanza de las ciencias”¹⁶, como resultado de una investigación realizada en la ciudad de Bogotá con once profesores de cuatro Instituciones Educativas, catorce practicantes del programa de formación de profesores y cuatrocientos estudiantes de grado sexto de educación básica secundaria, cuyo trabajo se centró en el fortalecimiento de grupos académicos de profesores innovadores de educación básica comprometidos con la transformación de la enseñanza de las ciencias mediante el diseño y aplicación de propuestas de innovación pedagógica, orientadas al desarrollo de pensamiento y actitudes científicas en los estudiantes, a través del modelo de aprendizaje por investigación.

Para el desarrollo de esta propuesta de innovación, se centraron en cuatro ejes: la enseñanza por investigación, los proyectos de aula, el desarrollo de actitud y pensamiento científico. Logrando reconocer que en la escuela es posible el desarrollo de procesos de investigación con educandos, lo cual se constituye en una estrategia viable que contribuye al desarrollo de actitudes y pensamiento científico en los estudiantes y que aporta en los procesos de construcción de explicaciones del mundo natural. Invitando al maestro a renovar, cambiar, transformar y reflexionar sobre su práctica pedagógica, ya que estas innovaciones hacen ameno y atractivo el trabajo de los distintos actores en el aula y mejoran los procesos educativos en las instituciones.

Posteriormente, Germán Antonio García Contreras, estudiante de la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional¹⁷, publica su tesis *“Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y*

¹⁶ IBÁÑEZ, Ximena, et al. Desarrollo de actitudes y pensamiento científico a través de proyectos de investigación en la escuela: una propuesta de innovación en las prácticas de enseñanza de las ciencias. En: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, VII CONGRESO, (Número extra: 2005: Bogotá). p. 1-6, p 1

¹⁷ GARCÍA CONTRERAS, Germán Antonio; LADINO OSPINA, Yolanda. Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. En: Studiositas [en línea] Vol. 3, No. 8 (2008). <<http://hdl.handle.net/10983/533>> [citado en 9 de noviembre de 2016]. ISSN-e 1909-0366

aprendizaje por investigación”. En ésta, el autor argumenta que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias apoyadas en el modelo de aprendizaje por investigación permite tanto a estudiantes como docentes, aproximarse al conocimiento de la misma forma en que lo hacen los científicos. Allí se buscó potenciar en los educandos el desarrollo de competencias científicas, ya que se aborda el conocimiento desde la perspectiva de un proyecto de investigación en donde se interactúa con situaciones inherentes al ámbito científico (toma de decisiones, innovación, comunicación de resultados, entre otras). Desde esta mirada, el autor considera que desde el currículo el maestro debe proponer e implementar estrategias de enseñanza y aprendizaje en las que se aborden conceptos articulados a la realidad y a un contexto determinado, permitiendo así que el estudiante se enfrente a la solución de problemas considerando todos los aspectos conceptuales, metodológicos y actitudinales, evidente en acciones concretas que estimulan su deseo por aprender.

Por otra parte, la Universidad de Ibagué financió un proyecto denominado “Formación de jóvenes investigadores en la universidad”, y como parte de éste, el investigador Hector Mauricio Rojas Betancur publicó la ponencia *“La importancia de las políticas públicas de formación en investigación de niños, niñas y jóvenes en Colombia, para el desarrollo social”*¹⁸, el autor en esta, reconoce la alta capacidad problematizadora que poseen los educandos en edad escolar para ser científicos, sustentando bajo este argumento la importancia de fortalecer desde la escuela las características innatas “científicas” que poseen los estudiantes: capacidad de asombro, de riesgo, de construcción de teorías, de interrogación y de alegría en el descubrimiento como acción eficiente para formar investigadores. De esta manera invita a los actores involucrados en la actividad educativa a tomar cartas en el asunto y particularmente al educador a asumir el rol investigador, involucrándose

¹⁸ ROJAS, Héctor. La importancia de las políticas públicas de formación en investigación de niños, niñas y jóvenes en Colombia, para el desarrollo social. En: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Vol. 6, No 2 (mar., 2008); p.885 – 906. ISSN 2027-7679, p 885

activamente en el enriquecimiento de los educandos mediante el desarrollo de iniciativas de investigación. Acciones que a largo plazo favorecerán la formación de comunidades académicas y garantizarán el relevo generacional junto a la realización de investigación con sentido social, ya que enseñar a investigar teniendo en cuenta las condiciones de los educandos implica la construcción de un puente entre escuela y cultura, sociedad e individuo; elementos que fortalecen la formación investigadora impactando el contexto en busca de solución a problemáticas del mismo desde la intervención en la escuela.

Finalmente, Guillermo Rojas Díaz, catedrático de la Universidad del Tolima publica el artículo *“La investigación como estrategia didáctica en la construcción del conocimiento escolar”*¹⁹, en el cual sostiene que si se asume el reto con el firme propósito de convertir la escuela en un escenario para la investigación y la producción de conocimiento, se logrará el mejoramiento de la calidad educativa en los diferentes niveles de la educación, tanto pública como privada, ya que el desarrollar procesos de investigación en la escuela, constituye una estrategia metodológica que promueve la indagación, la interrogación y el cuestionamiento de los conocimientos adquiridos desde cada área del conocimiento, con el propósito de inculcar en los estudiantes el espíritu investigativo como herramienta básica para fomentar la curiosidad y el afán por conocer la realidad de forma racional y objetiva. De esta forma, la investigación integrada al desarrollo curricular, permite visualizar campos de acción más amplios y democráticos, asumiendo responsabilidades directas en torno a propuestas de su propio quehacer educativo a través de la incorporación de la práctica investigativa permanente dentro de los procesos de aprendizaje y la potenciación de valores y conocimientos significativos, que legitimen el proceso didáctico como un trabajo interactivo entre estudiante y maestro

¹⁹ ROJAS DÍAZ, Guillermo. La investigación como estrategia didáctica en la construcción del conocimiento escolar. En: Revista EDU-FISICA [en línea], Vol. 202 (29 de mayo de 2009) < <http://www.edu-fisica.com/Revista%202/INVESTIGACIONCOMO.pdf> > [citado en 24 de marzo de 2017] ISSN 2027 – 453X

capaz de asumir "el conocimiento como aproximación dinámica de construir realidad y visión de mundo".

3.1.3. Antecedentes locales. En el contexto local, la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Bucaramanga publica el artículo *“Inducción a la investigación desde la educación básica como proyección a la educación superior”* escrito por Diana Alejandra Malo Salavarieta²⁰; en el cual se presenta el diseño e implementación de un programa de inducción a la investigación, que inicia en la escuela elemental y trasciende a la educación básica como proceso integral y sistemático, flexible frente a las diversas situaciones y sujetos de investigación, con el objetivo de promover en los estudiantes el interés por la ciencia y la investigación. Para este diseño tomaron como referentes el programa ONDAS de Colciencias y los Semilleros de Investigación de la Fundación RedCOLSI, los cuales apoyan iniciativas de investigación desde la escuela y se articulan con algunas universidades, y son el soporte para justificar que el interés de los estudiantes por la ciencia e investigación debe iniciarse con un proceso formativo desde la educación básica en donde no solo de deben enseñar los métodos, sino las formas de hacer investigación, que favorecen en el educando el desarrollo de competencias científicas y académicas cercanas y reales al contexto donde investiga, le permiten compartir espacios académicos, investigativos y de formación intra – extra institucional, discutir con expertos sobre procesos, contenidos y técnicas de formación en investigación, así como contribuir con su proyecto de vida.

A nivel de la Maestría en Pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, se encuentra el proyecto denominado *“Investigación dirigida como modelo didáctico en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Caso de los estudiantes*

²⁰ MALO SALAVARRIETA, Diana Alejandra. Inducción a la investigación desde la educación básica como proyección a la educación superior. En: Studiositas [en línea] Vol. 2, (3) (2007). <<http://hdl.handle.net/10983/510>> [citado en 19 de junio de 2017]. ISSN 1909-0366

*del sexto grado de la Institución Educativa La Laguna Sede E “El Regadero”*²¹, realizado por Andrés Felipe Velasco Capacho, el objetivo de éste es el de implementar la investigación dirigida como modelo didáctico que favorezca el desarrollo de procesos científicos y genere interés por las Ciencias Naturales en estudiantes de grado sexto. Entre los resultados se destacan: la actitud investigativa que desarrollan los estudiantes, la responsabilidad frente al trabajo de investigación en el aula que obliga a los educandos a involucrar otros actores como educadores y padres de familia, el desarrollo de procesos de pensamiento científico y construcción de conocimiento, estudiantes críticos con capacidad de argumentar, comprender métodos e interpretar situaciones propias de su contexto.

Para finalizar, Mauricio Rojas Betancur y Raquel Méndez Villamizar, líderes del Grupo de Investigación en Población, Ambiente y Desarrollo (GPAD) de la Universidad Industrial de Santander publican una investigación titulada *“Cómo enseñar a investigar. Un reto para la pedagogía universitaria”*²², en la cual discuten los cambios que debe adoptar la pedagogía de la investigación en su modo social de producir, apropiar y utilizar el saber científico, mediante el diseño y ejecución de estrategias de investigación en el aula que fortalezcan el proceso de enseñanza de la investigación científica. De esta experiencia los autores destacan entre otros aspectos que, la formación de investigadores debe constituirse como una necesidad de alto impacto e invita a la comunidad educativa a reflexionar en torno a los procesos pedagógicos que deberían implementarse para la formación exitosa de investigadores.

²¹ VELASCO, Andrés. Investigación dirigida como modelo didáctico en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Caso de los estudiantes del sexto grado de la Institución Educativa La Laguna Sede E “El Regadero”. Bucaramanga, 2012, 147 h. Trabajo de grado (Maestría en Pedagogía). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Educación

²² ROJAS, Mauricio., MÉNDEZ, Raquel. Cómo enseñar a investigar. Un reto para la pedagogía universitaria. En: Educación y Educadores. Vol. 16, No. 1 (enero – abril de 2013), pp. 95-108. ISSN 0123 - 1294

3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente apartado, se formula la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) como estrategia didáctica en intervenciones educativas, se sustentan sus bases conceptuales y de aplicación, así como su relación con el desarrollo del pensamiento científico y entre ciencia, tecnología y sociedad.

Además, se presenta una síntesis relacionada con la competencia de pensamiento científico, sus bases conceptuales desde la definición de competencia y las capacidades que ésta implica, para extrapolarlas al aprendizaje de las ciencias y su incidencia en el contexto.

Para finalizar, se aborda el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad, su enfoque transversal y las habilidades que potencia en el educando, conduciendo a la pregunta problema que involucran al aprendizaje basado en investigación y su incidencia en los niveles de logro de la competencia pensamiento científico, eje central de este trabajo de investigación.

3.2.1. Aprendizaje basado en investigación (ABI). Aprender a investigar en el área de ciencias naturales, supone que el estudiante se ubique frente a la realidad con una mirada inquieta que lo conduzca a la formulación de preguntas²³. Desde este punto de vista, el Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), es una estrategia didáctica que favorece en el estudiante el desarrollo de competencias como la lectura y pensamiento crítico, análisis, síntesis, autodirección, capacidad de trabajar por cuenta propia, trabajo en equipo, autorregulación, comunicación asertiva, liderazgo, innovación, creatividad con el propósito de involucrarlo cada vez más en

²³ LIGUORI, Liliana; NOSTE, María Irene. Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales. Santa Fé, Ar: Homo sapiens, 2007. 172 p. (Series didácticas, Vol. 10) ISBN 8466567895 9788466567893, p. 92

el proceso de descubrimiento científico²⁴, además de favorecer en él, la construcción autónoma del conocimiento escolar.

El ABI implica que el maestro diseñe actividades abiertas, que le permitan al estudiante formular preguntas sobre un fenómeno determinado de acuerdo a su interés e intentar dar respuesta mediante la formulación de hipótesis y la elaboración de estrategias para la comparación y el análisis, en donde lo más importante no es encontrar la respuesta correcta, sino que el estudiante construya aprendizaje por medio de la experiencia²⁵, permitiendo explorar la realidad, reconocer e intervenir en ella con una actitud cuestionadora con conocimiento frente al contexto que muchas veces se les presenta como obvio²⁶. Otro aspecto fundamental con respecto al ABI es que, desde el currículo; así como se trabajan contenidos procedimentales, también se abordan aspectos conceptuales y actitudinales de forma articulada, ya que le exige al educando la participación activa y el esfuerzo para dar respuesta a las preguntas planteadas, en donde el fin último de la investigación no es conseguir un cambio conceptual, sino resolver un problema de interés. Aquí, el programa de la asignatura debe descargarse de contenidos puramente conceptuales y prestarle más atención a los aspectos metodológicos, al estudio de la naturaleza del conocimiento científico, a los procesos de construcción del mismo y a la relación entre ciencia, tecnología y sociedad²⁷; cuyo propósito es mostrar la construcción de la ciencia como el resultado de una producción social,

²⁴ TECNOLÓGICO DE MONTERREY. Qué es Aprendizaje Basado en Investigación [en línea] <http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abi/ges.htm> [citado en 3 de noviembre de 2016]

²⁵ LIGUORI, Liliana; NOSTE, María Irene. Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales. Santa Fé, Ar: Homo sapiens, 2007. 172 p. (Series didácticas, Vol. 10) ISBN 8466567895 9788466567893, p. 91

²⁶ Ibid, p. 93

²⁷ CAMPANARIO, Juan Miguel; MOYA, Aida. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas [en línea]. Vol. 17, Núm. 2 (1999) <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21572/21406>> [citado en 11 de noviembre de 2016], p. 186

orientada bajo el razonamiento, la reflexión y la crítica del conocimiento; aspectos que le exigen al maestro responder frente a²⁸:

- La construcción de una didáctica que promueva en el educando el desarrollo de procesos de pensamiento y acción, la formación de actitudes y valores en beneficio de su formación integral a partir de la comprensión, búsqueda y solución a problemas en contexto.
- El desarrollo de estrategias metodológicas que favorezcan en el estudiante la apropiación de conceptos y métodos que impliquen razonamiento, argumentación, experimentación, comunicación de información científica.

Teniendo en cuenta estos elementos, se garantiza en los estudiantes el desarrollo de procesos de aprendizaje que respondan al contexto, junto a la construcción de un pensamiento crítico, la participación y el deseo de indagar y dar solución a las situaciones planteadas, favoreciendo la construcción de su propio conocimiento²⁹.

El ABI entiende el proceso educativo como un acto investigativo, que transforma el salón de clase en una comunidad de práctica, en donde por medio de la indagación y el diálogo se construye conocimiento. Los elementos que conforman el proceso del ABI son:

- Valores como el respeto, honestidad, corresponsabilidad y confianza.
- Comunidad de investigación, constructora de conocimiento mediante el proceso de investigación.
- Diálogo, proceso a través del cual los educandos reflexionan acerca de sus propias suposiciones y creencias, en contraste con las de sus pares.

²⁸ ORTEGA, Francisco Javier Ruiz. Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. En: Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Vol. 3; No. 2 (julio – diciembre, 2007); p. 41-60. ISSN: 1900-9895, p. 53 (13)

²⁹ ORTEGA, Francisco Javier Ruiz. Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. En: Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Vol. 3; No. 2 (julio – diciembre, 2007); p. 41-60. ISSN: 1900-9895, p. 58 (18)

- Producto, corresponde al informe de investigación realizado por la comunidad de investigación³⁰.

Con respecto a los educandos, cuando se utiliza el ABI, estos comprenden mejor a sus interlocutores y también detectan con más precisión aspectos ocultos en la realidad social. A diferencia de la investigación académica formal o estricta, los datos y las lecciones que se aprenden tienen un significado concreto y un valor práctico para el joven investigador, ya que reflejan la realidad y en algunos casos es posible implementar soluciones de manera práctica y directa. Este es un beneficio para el estudiante; el poder disponer de los resultados; ya que, los conocimientos adquiridos sobre su realidad mediante la investigación pueden darle más control sobre su vida, permitiéndole comprender los problemas de su entorno desde una perspectiva más amplia, enfrentándolos con acciones concretas e incluso solucionándolos. Si el educando adquiere una comprensión clara de los problemas en su vida y contexto, fortalece su autoestima, la confianza en sus competencias y posibilidades de influencia en la sociedad, fortaleciendo su posición de liderazgo³¹.

3.2.2. Competencias de pensamiento científico. El término “competencia”, hace referencia a aquella persona que es capaz, que sabe, que hace, que tiene capacidades para afrontar situaciones, que posee dominio sobre habilidades y recursos para la acción; en este sentido, está sujeta a la posibilidad de enfrentar problemas y resolverlos exitosamente; ya que desarrolla un conjunto de acciones

³⁰ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. 8p., p. 2

³¹ LIEBEL, Manfred. Niños investigadores. En: Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana. No. 78 (2007); p. 6-18. ISSN 0424-9674, p. 15

para captar, pensar, explorar, atender, percibir, formular, manipular e introducir cambios en un entorno específico³².

Para la enseñanza de las Ciencias Naturales, las competencias de pensamiento científico representan un conjunto de atributos que relacionan conocimientos, habilidades, actitudes y valores que dan cuenta del proceso de aprendizaje alcanzado dentro del plan de estudios; en donde el estudiante demuestra que ha aprendido ciencia y que puede ponerla en práctica frente a un contexto determinado³³. Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente; se puede asegurar que las competencias constituyen un tipo de conocimiento complejo que siempre se ejecuta inmerso en una realidad que le da sentido; por esta razón, se definen las competencias de pensamiento científico como la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que plantea una actividad científica en el contexto del ejercicio de la ciudadanía, involucrando una combinación de aptitudes cognitivas y prácticas (mentales, materiales, discursivas, decisionales...), que se articulan coherentemente para ejecutar una acción³⁴.

Dada esta definición, se puede establecer que un individuo científicamente competente es aquel que tiene la capacidad de identificar situaciones problema y abordarlas como persona autónoma, crítica, solidaria y tolerante; poniendo en práctica los modelos teóricos aprendidos, para intervenir en cualquier contexto bajo valores, principios y lenguajes propios del quehacer científico, interviniendo en él gracias a su capacidad para formular y dar respuesta a preguntas significativas propias de un contexto particular. Este proceso le permite al maestro por medio de las competencias científicas de sus educandos, valorar y evaluar la forma en que

³² QUINTANILLA, Mario, et al. Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2014. 978-956-353-764-2, p. 17

³³ QUINTANILLA, Mario, et al. Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2014. ISBN 978-956-353-764-2, p. 18

³⁴ Ibid, p. 19

estos identifican, enfocan y resuelven las situaciones a las que se enfrentan en relación con los fenómenos naturales³⁵, hagan parte o no de su cotidianidad.

Teniendo en cuenta los argumentos anteriores, se pueden ver las competencias de pensamiento científico como aquellas competencias básicas en las que interviene el ser, el conocer y el compartir, debidamente articulados con la intención de “hacer ciencia”. Este debe ser el punto de partida del educador de ciencias naturales, ya que debe procurar que el estudiantado viva su propia experiencia científica en el aula³⁶. Por esta razón, se invita a la reflexión del diseño y la práctica pedagógica desde tres ejes:

1. Identificar contextos en torno a problemas relevantes que requieren actividad científica escolar (ACE) junto a competencias de pensamiento científico (CPCs);
2. establecer modos de comunicación que permitan la interacción entre el educando y los fenómenos; y
3. elaborar conceptos que contribuyan a la relación del fenómeno y su explicación.

Teniendo en cuenta estos tres ejes en donde convergen el problema, que hace referencia al hacer, la solución que involucra el pensar y las formas de comunicar que implica el lenguaje científico³⁷, se deben establecer los siguientes compromisos:

1. Con los modelos básicos de las ciencias; es decir los conceptos científicos escolares.

³⁵ Ibid, p. 19

³⁶ QUINTANILLA, Mario, et al. Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2014. ISBN 978-956-353-764-2, p. 23

³⁷ Ibid., p. 24

2. Con los retos básicos de la humanidad; esto hace referencia al contexto de una actividad socio científica, la cual depende de las demandas sociales o del momento histórico que se viva en ese momento.
3. Con la diversidad de lenguajes o modos de comunicación que favorezcan la construcción del conocimiento³⁸.

3.2.3. Ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Se origina a partir de los cambios en las realidades sociales como la Segunda Guerra Mundial, el movimiento Pugwash (ciencia para la responsabilidad social); el movimiento ambiental; el movimiento de las mujeres; las reformas al currículo de ciencia posteriores al Sputnik; la investigación sobre los procesos de enseñanza – aprendizaje de las ciencias, las pocas vocaciones para el estudio de la física junto a la insistencia de algunos educadores en enseñar la ciencia de una manera más humanista, de manera tal que representara una mayor relevancia en la mayoría de educandos³⁹. Desde esta perspectiva, se han tratado de entender los aspectos sociales de los diversos fenómenos científico – tecnológicos, en lo que respecta a sus condicionantes y consecuencias sociales y ambientales. Por esta razón, su enfoque es transversal, ya que convergen aquí disciplinas de las ciencias sociales y la investigación académica en humanidades como la filosofía y la historia de la ciencia; junto a la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico⁴⁰.

Al llevar este componente a las aulas, se tiene como finalidad buscar en el estudiante la toma de conciencia sobre las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología; otro objetivo, es hacer más interesantes los temas

³⁸ Ibid, p. 26

³⁹ AIKENHEAD, Glen. Science, technology, and society: learning for the modern world. STS education: a rose by any other name. En: Roger Cross. A visión for science education: responding to the work of Peter Fensham. London; New York: RoutledgeFalmer, 2003., p. 116

⁴⁰ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. CTS [en línea] <http://www.oei.es/historico/cts.htm> [citado en 4 de noviembre de 2016]

puramente científicos, es decir popularizar la ciencia de tal manera que; para el estudiante se convierta en un estímulo importante el estudio de la ciencia, incrementando así las vocaciones científicas⁴¹. Esto se logra desde el aula, proporcionando al educando contenidos científicos y habilidades en resolución de problemas, para que desarrolle sus capacidades de juicio y crítica sobre temas científicos, capacitándolo en el uso y la comprensión de estos conceptos, así como se explica la utilidad o problemática social que pueden tener desde la asignatura (biología, física o química), promoviendo de esta manera una conciencia social y fomentando el sentido de responsabilidad⁴².

Desde una perspectiva social, el componente CTS procura, entre otros; el cumplimiento de los siguientes objetivos⁴³:

- Promover la alfabetización científica, presentando la ciencia como una actividad humana de importancia social.
- Estimular en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, junto a la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.

3.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

⁴¹ GORDILLO, Mariano Martín, et al. Educación, Ciencia, tecnología y sociedad. Primera Edición. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. 84 p. (Colección Documentos de Trabajo, No. 3) ISBN 978-84-7666-215-1, p. 26

⁴² Ibid, p. 28

⁴³ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. CTS [en línea] <http://www.oei.es/historico/cts.htm> [citado en 4 de noviembre de 2016]

Dentro de la fundamentación legal, el principal derrotero es la Ley 115 de febrero 8 de 1994 por la cual se expide la Ley General de Educación, la cual sustenta el derecho a la educación de niños, niñas y adolescentes, los principales elementos que involucran la presente investigación son:

ARTICULO 1°. Objeto de la ley. La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

ARTICULO 5°. Fines de la educación. De conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, la educación se desarrollará atendiendo a los siguientes fines:

- El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos.
- La formación en el respeto a la vida y a los demás derechos humanos, a la paz, a los principios democráticos, de convivencia, pluralismo, justicia, solidaridad y equidad, así como en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad.
- La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación.
- La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.
- El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones.
- El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de

alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.

- La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación.
- La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo.

ARTICULO 30. Objetivos específicos de la educación media académica. Son objetivos específicos de la educación media académica:

- La profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales;
- La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social;
- La capacidad reflexiva y crítica sobre los múltiples aspectos de la realidad y la comprensión de los valores éticos, morales, religiosos y de convivencia en sociedad.

ARTICULO 31. Áreas fundamentales de la educación media académica. Para el logro de los objetivos de la educación media académica serán obligatorias y fundamentales las mismas áreas de la educación básica en un nivel más avanzado, además de las ciencias económicas, políticas y la filosofía.

ARTICULO 78. Regulación del currículo. El Ministerio de Educación Nacional diseñará los lineamientos generales de los procesos curriculares y, en la educación formal establecerá los indicadores de logros para cada grado de los niveles educativos, tal como lo fija el artículo 148 de la presente ley. Los establecimientos

educativos, de conformidad con las disposiciones vigentes y con su Proyecto Educativo Institucional, atendiendo los lineamientos a que se refiere el inciso primero de este artículo, establecerán su plan de estudios particular que determine los objetivos por niveles, grados y áreas, la metodología, la distribución del tiempo y los criterios de evaluación y administración.

Dentro de la normatividad también se tienen en cuenta los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales que establece el Ministerio de Educación Nacional, los cuales fundamentan las bases teóricas para la formulación del currículo y el plan de estudios contemplados en los siguientes artículos de la Ley 115 de 1994:

ARTICULO 76. Concepto de currículo. Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional.

ARTICULO 79. Plan de estudios. El plan de estudios es el esquema estructurado de las áreas obligatorias y fundamentales y de áreas optativas con sus respectivas asignaturas, que forman parte del currículo de los establecimientos educativos.

4. METODOLOGÍA

4.1. ENFOQUE Y DISEÑO METODOLÓGICO

El abordaje de la investigación se implementó desde un enfoque cualitativo, razón por la cual se realizó una recolección de datos sin medición numérica con el objeto de dar respuesta a las preguntas formuladas en el proceso de interpretación de información⁴⁴; en donde se identificó la naturaleza y su estructura dinámica, dando cuenta del comportamiento y las manifestaciones frente a una realidad determinada, la cual constituyó el elemento de análisis⁴⁵.

El proceso de investigación cualitativa se realizó “en espiral” o circular, cuyas etapas interactúan entre sí y no siguen una secuencia rigurosa. En donde el investigador inició examinando el contexto y desarrolló un plan de acción con el que observó lo que ocurría. Con respecto a los métodos de recolección, su fundamento es no estandarizado y el análisis no es estadístico; consistió en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes. Este proceso es flexible y oscila entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consistió en “reconstruir” la realidad tal y como la observaron los actores del contexto previamente definido⁴⁶.

Teniendo claro que la metodología corresponde a la ruta que conduce a la adquisición de conocimientos seguros, confiables y demostrables, para este caso se aplicó el método de investigación – acción, ya que es el único indicado cuando el investigador, además de querer conocer una realidad determinada o problemática

⁴⁴ HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos. y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Mc Graw-Hill, 2010. 656 p. ISBN: 978-607-15-0291-9, p. 7

⁴⁵ MARTÍNEZ, Miguel. La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *En*: Revista de investigación en psicología (IIPSI). Vol. 9, No. 1 (2006), p. 123-146. ISSN 1560 – 909X, p. 128

⁴⁶ *Ibid.*, p 20

de un grupo, desea intervenir con la intención de dar solución a dicha problemática. En este caso, la población a investigar participó como co-investigadora durante todas las fases del proceso; desde el planteamiento del problema, pasando por la recolección e interpretación de la información, hasta culminar en la fase de evaluación; esto enfocado en la concientización, desarrollo y autonomía de los grupos estudiados y hacia la solución de sus problemas⁴⁷, o superación de sus dificultades puesto que es una investigación de carácter académico formativo.

Para esta investigación se tuvo en cuenta el modelo Deakin; sus fases del proceso de investigación – acción, debido a que la investigación-acción educativa crítica permite que el educador descubra los significados interpretativos que generan las acciones educativas, de tal forma que le favorece organizar el quehacer para superar las limitaciones fruto del análisis⁴⁸. De esta manera se pretende mejorar la educación a través del cambio; y aprender a partir de las consecuencias del mismo, mediante el cuestionamiento de la práctica educativa, que permita su transformación y se articule con la investigación, la acción y la formación en beneficio del cambio y el conocimiento, permitiéndole al maestro ser protagonista del mismo proceso investigativo⁴⁹. Dadas estas razones, es de interés contribuir con una posible solución a la problemática planteada mediante un proceso de reflexión y auto – reflexión que permita conocer las debilidades, necesidades e intereses de los estudiantes respecto al quehacer educativo, el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico en los educandos y su articulación con el componente en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) al currículo de física, con el fin último de mejorar el desempeño tanto de estudiantes, la educadora e

⁴⁷ MARTÍNEZ, Miguel. La investigación cualitativa (síntesis conceptual). En: Revista de investigación en psicología (IIPSI). Vol. 9, No. 1 (2006), p. 123-146. ISSN 1560 – 909X, p. 136

⁴⁸ MCKERNAN, James. Investigación-acción y currículum: métodos y recursos para profesionales reflexivos. Madrid: Ediciones Morata, 2001. 312 p. (Colección pedagogía) ISBN: 84-7112-438-6, p 22.

⁴⁹ LATORRE, Antonio. La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona: Editorial Graó, 2003. 138 p. (Serie formación y desarrollo del profesorado, Serie fundamentos de la Educación; No. 179) ISBN: 978-84-7827-292-1, p. 27.

institución educativa, desde los modos de intervención, la actualización del currículo y el desarrollo profesional.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO Y LOS PARTICIPANTES

4.2.1. Escenario. El instituto San José de la Salle, es propiedad de la Congregación de los Hermanos de las Escuelas Cristianas y fue creado por iniciativa de ésta, en cabeza del Hermano Luís Alejandro Ruiz Martínez que, motivado por su ingreso a la ciudad en su función de educadores, diseñaron la creación de una escuela en el Barrio La Victoria en el año de 1958.

Actualmente presta un servicio público de educación formal en los niveles de preescolar, educación básica y educación media, mediante contrato con el Municipio de Bucaramanga, distribuido en tres sedes, la principal o sede A, que atiende los niveles de cuarto hasta undécimo, la sede B ubicada en el barrio la Victoria para atender preescolar y primero y la sede C en el barrio la Concordia para los grados segundo y tercero. Su población procede de diversas partes de la zona metropolitana, y sus estratos socioeconómicos van desde el uno hasta el cuatro.

El Instituto, cuenta con aulas especializadas, como sala de informática, bilingüismo, robótica y laboratorio de ciencias. Sus aulas de clase cuentan con video beam, computador, sistema de amplificación para vídeo, internet wifi. Además, cuenta como recurso humano con el servicio de un ingeniero de sistemas el cual es el encargado de atender todos los aspectos relacionados con la instalación, funcionamiento y manejo de los equipos.

4.2.2. Participantes. La institución educativa, actualmente cuenta con 5 directivos, 7 administrativos, 45 educadores y aproximadamente 1300 estudiantes. Para efectos de esta investigación, se elige la sede A, jornada de la mañana; en esta

jornada laboran 18 educadores, un coordinador académico y una coordinadora de acompañamiento humano.

El área de ciencias naturales cuenta con cuatro profesoras en la jornada, dos de biología, una de química y una de física, y los niveles de formación van desde el grado octavo hasta el grado undécimo, con tres grupos por nivel.

La población objeto de estudio, corresponde a 24 estudiantes, 4 mujeres y 20 hombres, sus edades están distribuidas entre los 15 y 18 años, específicamente un estudiante de 15 años, catorce de 16 años, ocho de 17 años y uno de 18 años. Sus estratos socioeconómicos van desde el 1 hasta el 5, distribuidos de la siguiente manera: un estudiante en el estrato 1, cinco en el estrato 2, ocho en el estrato 3, nueve en el estrato 4 y uno en el estrato 5. Los cuales se ubican en el grado undécimo, específicamente el grupo 11.02.

Se elige este grupo a conveniencia, debido a la distribución del horario que favorece los encuentros semanales y poco se cruza con actividades extracurriculares que organiza la institución. En general, desde la gestión académica, el desempeño académico del grupo es aceptable, ya que hay doce estudiantes que no asumen la responsabilidad que exige estar en grado once y registran pérdida de asignaturas en el primer trimestre académico de 2017; desde la gestión de acompañamiento humano, el grupo cumple las normas y requerimientos que dispone la institución en el manual de convivencia.

4.3. PRINCIPIOS ÉTICOS

La presente investigación involucra a varios actores y la obtención de datos implica manipular información sobre las personas, sus contextos y circunstancias, cuyo uso inadecuado puede llegar a ser perjudicial para las mismas, por esta razón se hace

necesario proteger los medios con los cuales se recopila la información, la interpretación que se hace de esta y el uso público que pudiera llegar a darse. Se justifica la defensa de unos principios éticos que son prioridad sobre cualquier interés que tenga el investigador. Particularmente, para el presente trabajo investigativo se tuvieron en cuenta los siguientes principios:

1. Se solicitó la autorización de los directivos de la institución para realizar la propuesta investigativa, y usar el nombre de la institución; ésta fue firmada por el Hermano Rector de la misma (Ver Anexo 01).
2. Se realizó el curso on-line “Protección de los participantes humanos de la investigación” de la Oficina de NIH para investigaciones extrainstitucionales (Ver Anexo 02)
3. Los padres de familia del grupo intervenido firmaron un consentimiento informado, autorizando la participación del estudiante en el proceso (Ver Anexo 03)
4. La población participante fue informada del proceso de investigación a realizar y cada estudiante firmó un asentimiento informado (Ver anexo 04)
5. En los tres documentos mencionados anteriormente se solicitó el permiso para realizar grabaciones, observaciones y recopilar información con fines exclusivos de esta investigación.
6. Los estudiantes tuvieron igualdad de derechos con respecto a los datos suministrados, obteniendo la respectiva autorización para hacer uso público de los mismos en los documentos mencionados anteriormente.
7. En los informes de la investigación, se reservó la identidad de las personas involucradas, por esta razón se establecen códigos para identificar a los estudiantes.
8. La información recopilada por medio de las técnicas investigativas fue codificada para garantizar la confidencialidad de los participantes.
9. La investigadora tiene en cuenta las leyes vigentes con respecto a la protección de datos y el documento final no incluye los nombres propios de los estudiantes.

4.4. PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como se mencionó anteriormente el diseño es de tipo investigación-acción, por lo tanto, se realizó desde el aula y para el aula con el propósito de reflexionar sobre la práctica pedagógica y hacer mejoras a la luz de una realidad intervenida, desde esta mirada el método utilizado se desarrolló en las siguientes fases:

4.4.1. Diagnóstico. En esta fase se determinó el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseían los estudiantes, por medio de un cuestionario que permitió establecer sus fortalezas y debilidades.

4.4.2. Diseño e implementación. En esta fase se definieron las características para planificar y ejecutar el plan de acción correspondiente a la propuesta de intervención, fundamentada en la estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI) articulado al componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer el desarrollo de las competencias de pensamiento científico. Para la planificación, se tuvo en cuenta la metodología propia de la estrategia y los conceptos, procesos y procedimientos expuestos en el plan de área de Ciencias Naturales, lineamientos curriculares y estándares básicos de competencias; es decir, se desarrolló la estrategia didáctica por medio de una unidad didáctica la cual orientó el proceso en el aula de clase.

Para la ejecución, se recopiló la información, con la intención de generar cuestionamientos, establecer fortalezas y debilidades para determinar la efectividad de la propuesta en la siguiente fase.

4.4.3. Evaluación. En esta fase, se evaluó la propuesta de intervención, analizando la información recopilada. Se estudió si se alcanzaron los objetivos

planteados, se valoraron los logros, las alternativas de solución frente a los inconvenientes que pudieron presentarse y la efectividad de la propuesta. También se elaboró el informe final o tesis.

A continuación, se presentan las fases, técnicas e instrumentos a utilizar.

Tabla 4 Fases Investigativas

Fases	Preguntas directrices	Objetivos	Técnicas	Instrumentos
Diagnóstico	¿Cuál es el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?	Determinar el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.	Cuestionario	Prueba diagnóstica
Diseño e implementación	¿Cuáles son las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°? ¿De qué manera el aprendizaje basado en investigación (ABI) fortalece las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°?	Definir las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°. Detallar la aplicación de la estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI) para fortalecer las	Observación participante	Diario de campo Grabación en vídeo

		competencias de pensamiento científico en los estudiantes del grado 11°.		
Evaluación	¿Cuál es la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro?	Analizar la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro.	Cuestionario Análisis documental	Prueba competencias científicas Apuntes de los estudiantes

Fuente: Elaboración propia

4.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Dentro de la ejecución del presente proyecto de investigación, se emplearon las siguientes técnicas para la recolección de la información:

4.5.1. Observación participante. Se realizó con la intención de detectar acciones y actitudes tanto de estudiantes como de la educadora durante el proceso de investigación. Ésta se orientó en la acción misma, es decir, los cambios en la práctica educativa por parte de la educadora, junto a la acción de otros participantes, ya sean estudiantes o pares. Para esto se hizo necesario el registro en un diario de campo que permitió recopilar la didáctica utilizada por la educadora, junto a los registros de los educandos en torno a sus actitudes, así como el registro de cada uno en su cuaderno de apuntes frente a la didáctica ejecutada. Garantizando la información suficiente sobre la acción en el aula, se obtuvieron las evidencias necesarias para el análisis y registro de resultados en torno a las mejoras alcanzadas, fruto de la investigación.

4.5.2. Cuestionario. Se empleó esta técnica como complemento de la observación participante, ya que permite obtener aquella información que no se percibe mediante la observación. Se aplicó en dos etapas del proceso; para el diagnóstico y en la fase de evaluación, posterior a la implementación de la estrategia didáctica. La intención de aplicar el cuestionario en el diagnóstico fue para determinar el nivel de desarrollo que poseían los estudiantes frente a las competencias de pensamiento científico, y en la fase de evaluación para observar el avance de los mismos en torno al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico.

4.5.3. Análisis documental. Se llevó a cabo teniendo en cuenta el P.E.I. de la I.S.J. de la Salle, para detallar su misión, visión y horizonte institucional. Por otra parte, se tuvo en cuenta el análisis de los resultados en la prueba Saber 11°, específicamente en ciencias naturales, con la intención de identificar el alcance de las competencias en esta área del conocimiento. Otro elemento que se tuvo en cuenta fueron los apuntes de los estudiantes y los entregables que requirió la estrategia didáctica durante su ejecución.

4.6. INSTRUMENTOS DE REGISTRO

Dentro del proceso de recolección de información, para el desarrollo de esta investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

4.6.1. Diario de campo. Se implementó con la intención de registrar cada una de las experiencias en el aula durante la investigación; aquellas acciones observadas durante la implementación de la estrategia didáctica, desde lo actitudinal, procedimental y cognitivo en los educandos.

4.6.2. Apuntes de los estudiantes. Se tuvo en cuenta, ya que desde este instrumento se puede analizar la forma de trabajo de los educandos durante el desarrollo de la investigación y su avance durante el proceso de intervención.

4.6.3. Grabaciones en vídeo. Se recopilaron con la intención de obtener el registro de la acción educativa, de tal forma que se pudo hacer un análisis posterior de cada situación.

4.6.4. Prueba diagnóstica. Con el objeto de determinar el nivel de desarrollo en las competencias de pensamiento científico que poseían los estudiantes antes de la implementación de la estrategia didáctica se aplicó una prueba de forma individual.

4.6.5. Prueba de competencias científicas. Se aplicó una prueba final como instrumento de evaluación para determinar el progreso de los estudiantes frente al desarrollo de las competencias de pensamiento científico, puesto que se compararon con los arrojados en el diagnóstico para emitir juicios de valor.

5. PROCESO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se desarrolló en tres fases: Diagnóstico, diseño e implementación de la estrategia didáctica y evaluación. La estructura de estas fases permite seguir y revisar el cumplimiento de los objetivos propuestos. Cada una de estas fases se llevó a cabo mediante una serie de elementos que se describen a continuación:

5.1. DIAGNÓSTICO

Para iniciar el proceso de intervención, se aplicó a la población participante una prueba con la intención de determinar el nivel inicial de desarrollo frente a las competencias de pensamiento científico. Se utilizó como cuestionario de evaluación una prueba liberada de las pruebas saber 11° del MEN (Ver Anexo No.05), los resultados de esta prueba inicial se compararon con los resultados de la prueba final al terminar el proceso.

5.1.1. Prueba diagnóstica. La prueba consta de 26 preguntas sobre eventos ondulatorios exclusivamente, de las cuales 9 corresponden a la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, 7 a explicación de fenómenos y 10 a indagación.

En referencia al uso comprensivo del conocimiento científico, se afirma que es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, estableciendo relaciones entre conceptos, conocimientos adquiridos y fenómenos que se observan con frecuencia⁵⁰.

⁵⁰ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°. 3ra edición. Bogotá, 2016, p. 82

La explicación de fenómenos es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico⁵¹. Y la indagación se define como la capacidad para comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Involucrando procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas⁵².

Al evaluar estas competencias se espera que el estudiante sea capaz de:

Tabla 5. Competencias y afirmaciones de la prueba

Competencia	Afirmación (<i>El estudiante es capaz de...</i>)
Uso comprensivo del conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> • Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico. • Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico
Explicación de fenómenos	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico. • Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas. • Analizar el potencial uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo para las comunidades.
Indagación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. • Derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza basándose en conocimientos científicos y en la evidencia de su propia investigación y la de otros. • Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones. • Utilizar algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones.

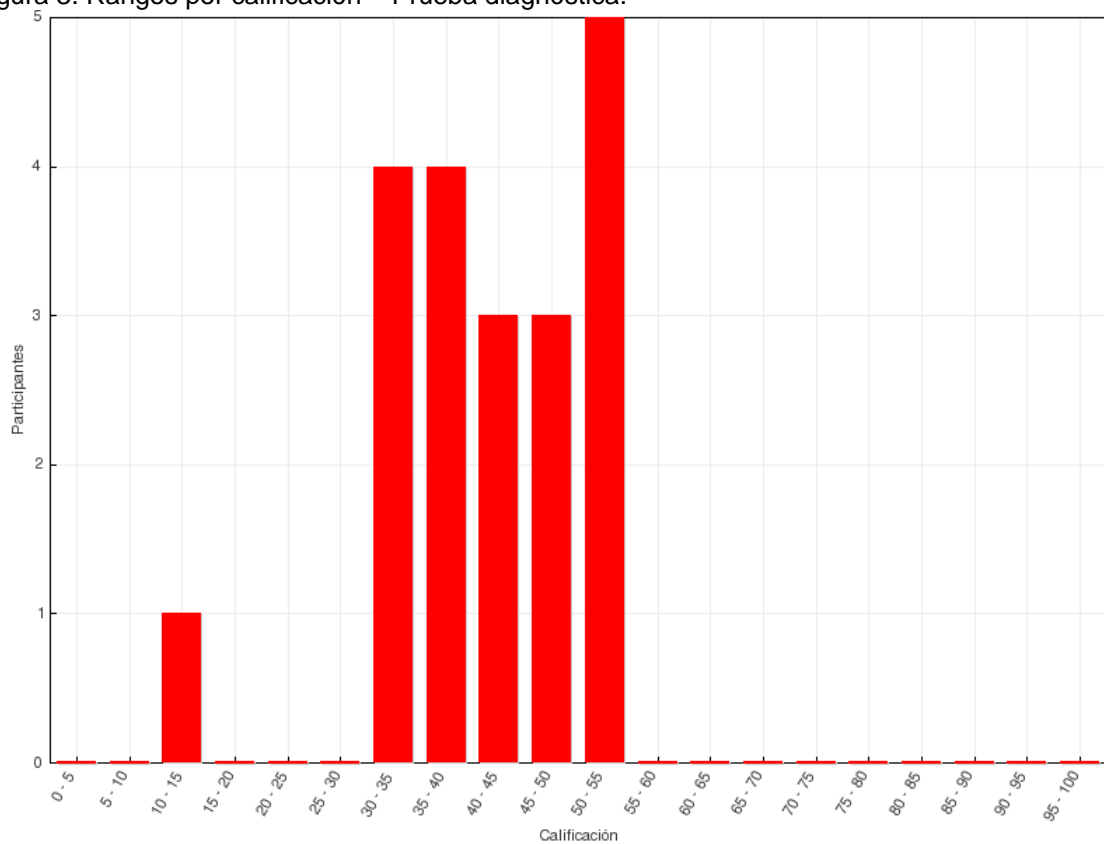
Fuente: ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°

⁵¹ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°. 3ra edición. Bogotá, 2016. p. 83

⁵² Ibid, p. 84

5.1.2. Resultados y análisis de la prueba. La prueba se aplicó a las 8:00 a.m. del martes 22 de agosto de 2017 a los 20 estudiantes presentes ese día, de los 24 que pertenecen al grupo. Para la aplicación de esta, se utilizó la plataforma Moodle con la que cuenta la institución y se realizó en la sala de informática. Los resultados son los siguientes:

Figura 3. Rangos por calificación – Prueba diagnóstica.

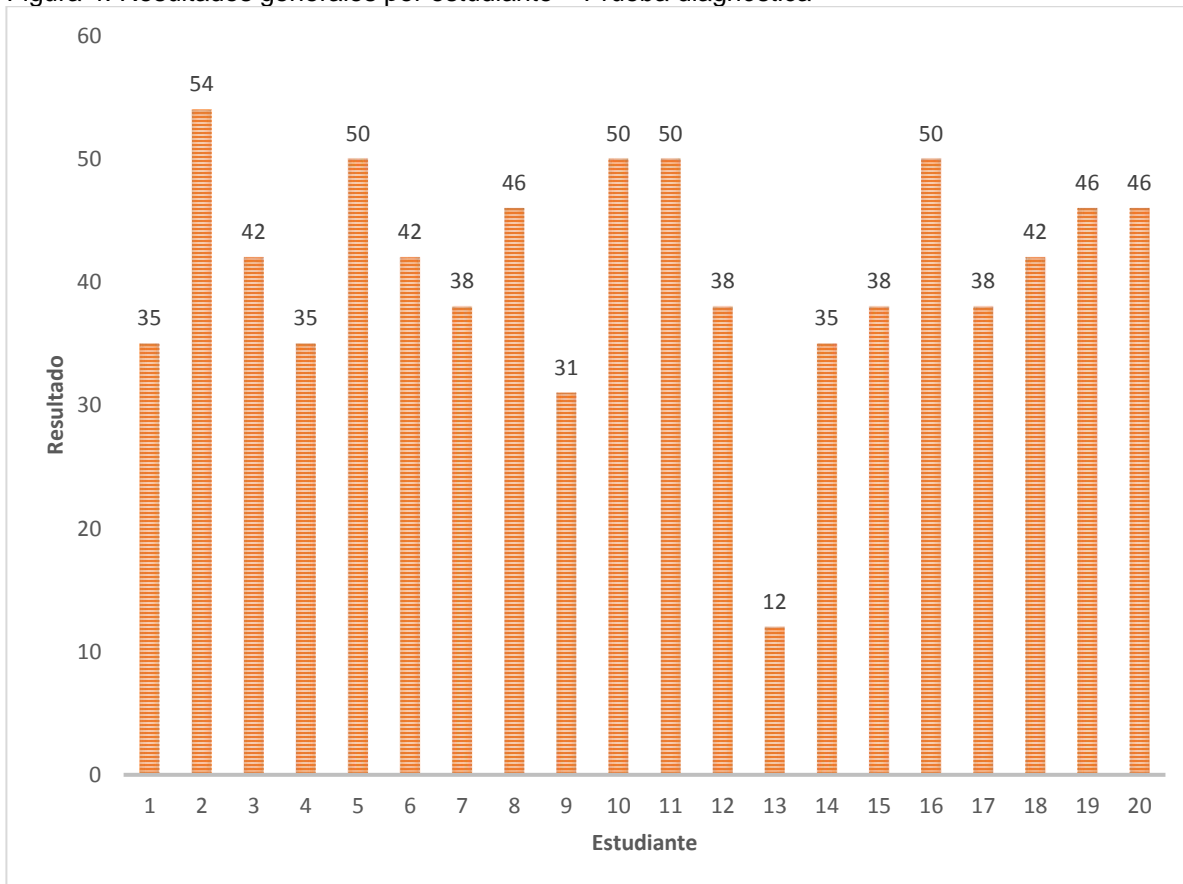


Fuente: Plataforma Moodle, ISJ de La Salle

Estos rangos de calificación los arroja la plataforma Moodle, la cual presenta resultados individuales, registrando el puntaje por pregunta y el tiempo que invirtió

cada estudiante en la presentación de la prueba (Ver Anexo No. 06). En la figura No. 4 se aprecia el resultado final por estudiante.

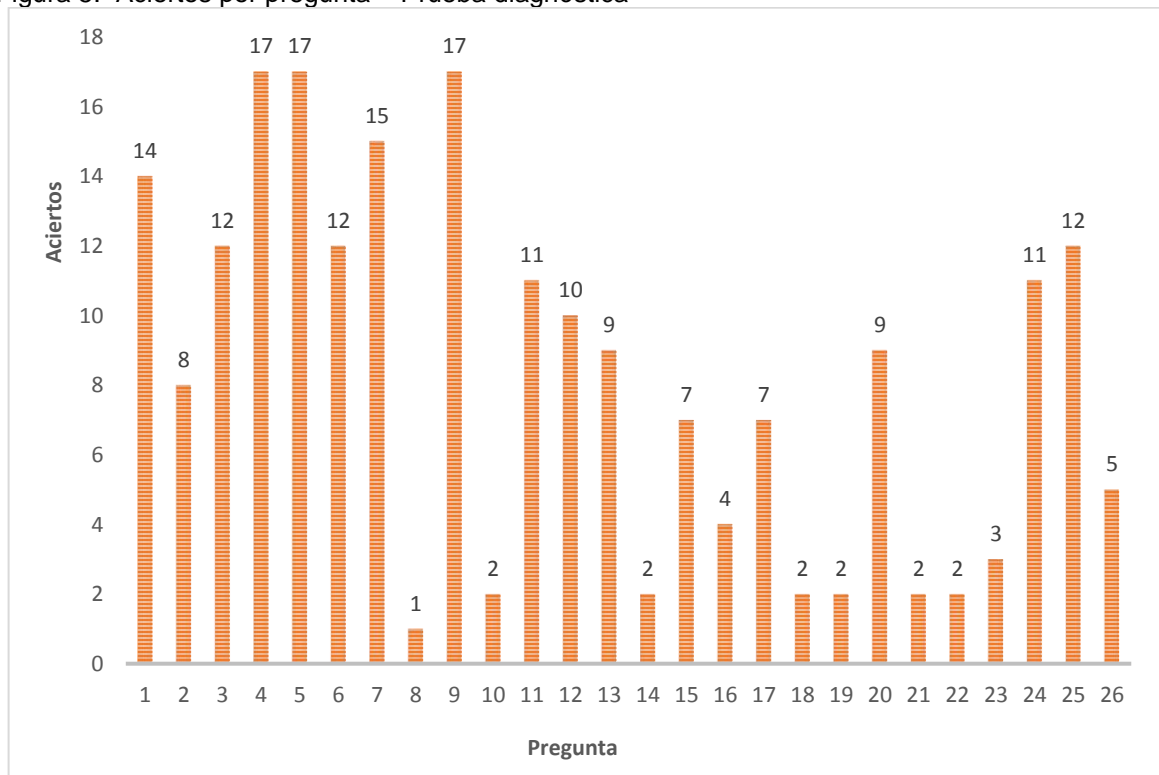
Figura 4: Resultados generales por estudiante – Prueba diagnóstica



Fuente: Elaboración propia

En vista de que estos resultados en su mayoría están por debajo del 50%, se hizo una revisión teniendo en cuenta las preguntas y la cantidad de estudiantes por acierto, los resultados se pueden apreciar en la figura No. 5.

Figura 5. Aciertos por pregunta – Prueba diagnóstica



Fuente: Elaboración propia

Revisando el panorama general de la prueba plasmado en la figura anterior, se puede apreciar que, de las 26 preguntas, las número 4, 5 y 7 arrojaron 17 aciertos de 20 posibles, cifra correspondiente al mayor número de aciertos por pregunta que obtuvo la población participante, cabe aclarar que las preguntas 4 y 5 corresponden a la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, y la pregunta 9 a la competencia de indagación. Ahora, analizando los puntajes más bajos, se encuentra que la pregunta 8 la acertó solamente un estudiante de 20 posibles, y esta pregunta corresponde a la competencia de indagación.

En vista de estos resultados tan heterogéneos, se clasifican y ordenan las preguntas de la prueba, teniendo en cuenta las competencias, esta distribución se puede apreciar en la siguiente tabla:

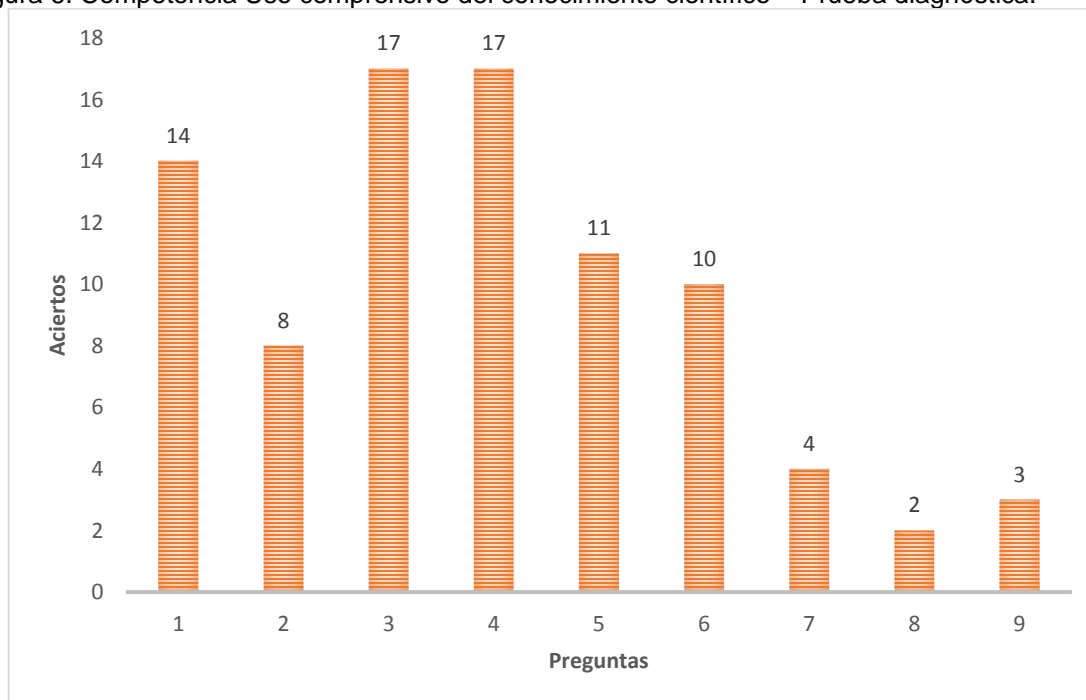
Tabla 6. Distribución de competencias en la prueba diagnóstica

COMPETENCIA	PREGUNTAS
Uso comprensivo del conocimiento científico	1, 2, 4, 5, 11, 12, 16, 22, 23
Explicación de fenómenos	3, 10, 14, 15, 19, 21, 25
Indagación	6, 7, 8, 9, 13, 17, 18, 20, 24, 26

Fuente: Elaboración propia.

Una vez clasificadas las preguntas, se procedió a graficar el número de aciertos por pregunta para cada una de las competencias, obteniendo la información registrada en las figuras 6, 7 y 8.

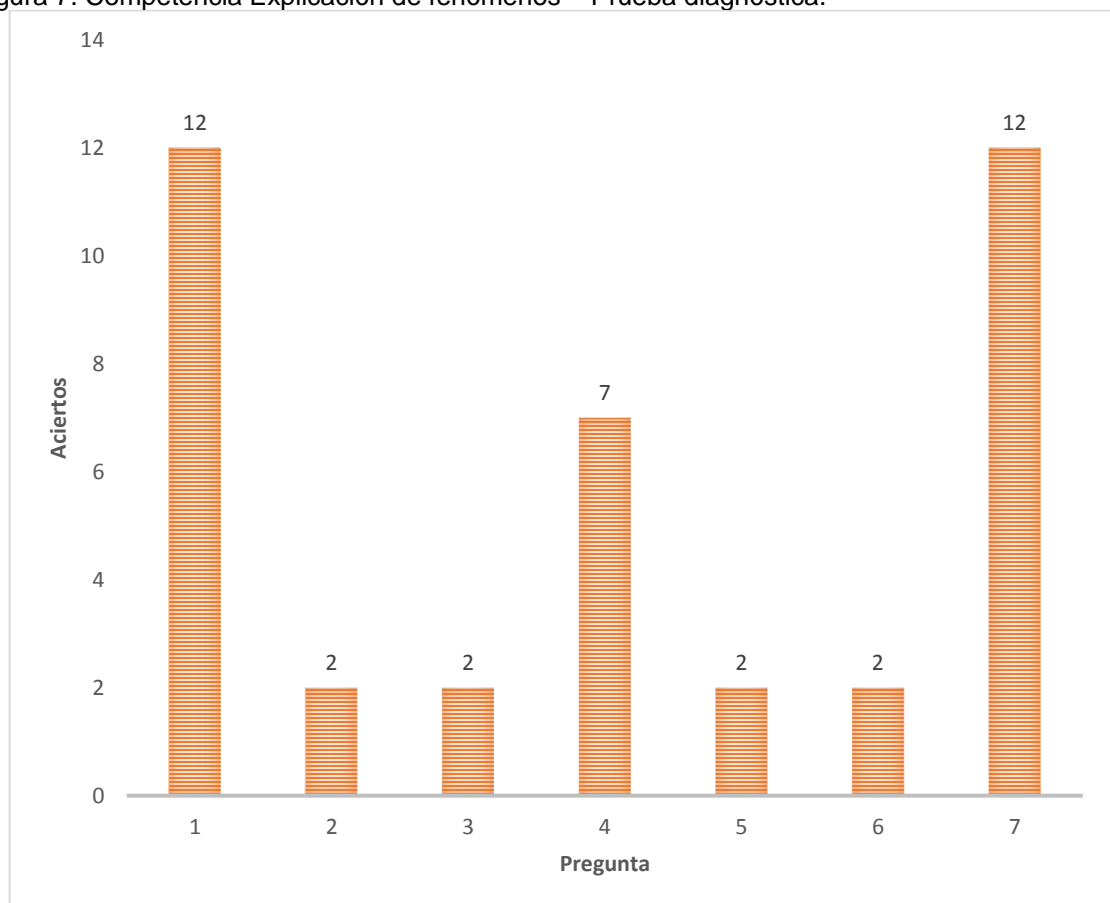
Figura 6. Competencia Uso comprensivo del conocimiento científico – Prueba diagnóstica.



Fuente: Elaboración propia.

En la clasificación correspondiente a la figura 6, se observa que en las preguntas 7, 8 y 9 (16, 23 y 22 del cuestionario aplicado) se registra un número de aciertos muy bajo, sin embargo, este resultado corresponde a tres preguntas de un total de nueve para esta competencia, elemento que podría considerarse aceptable frente al parámetro de medición, puesto que esta cifra corresponde al 33.33% del total de preguntas para esta competencia específica.

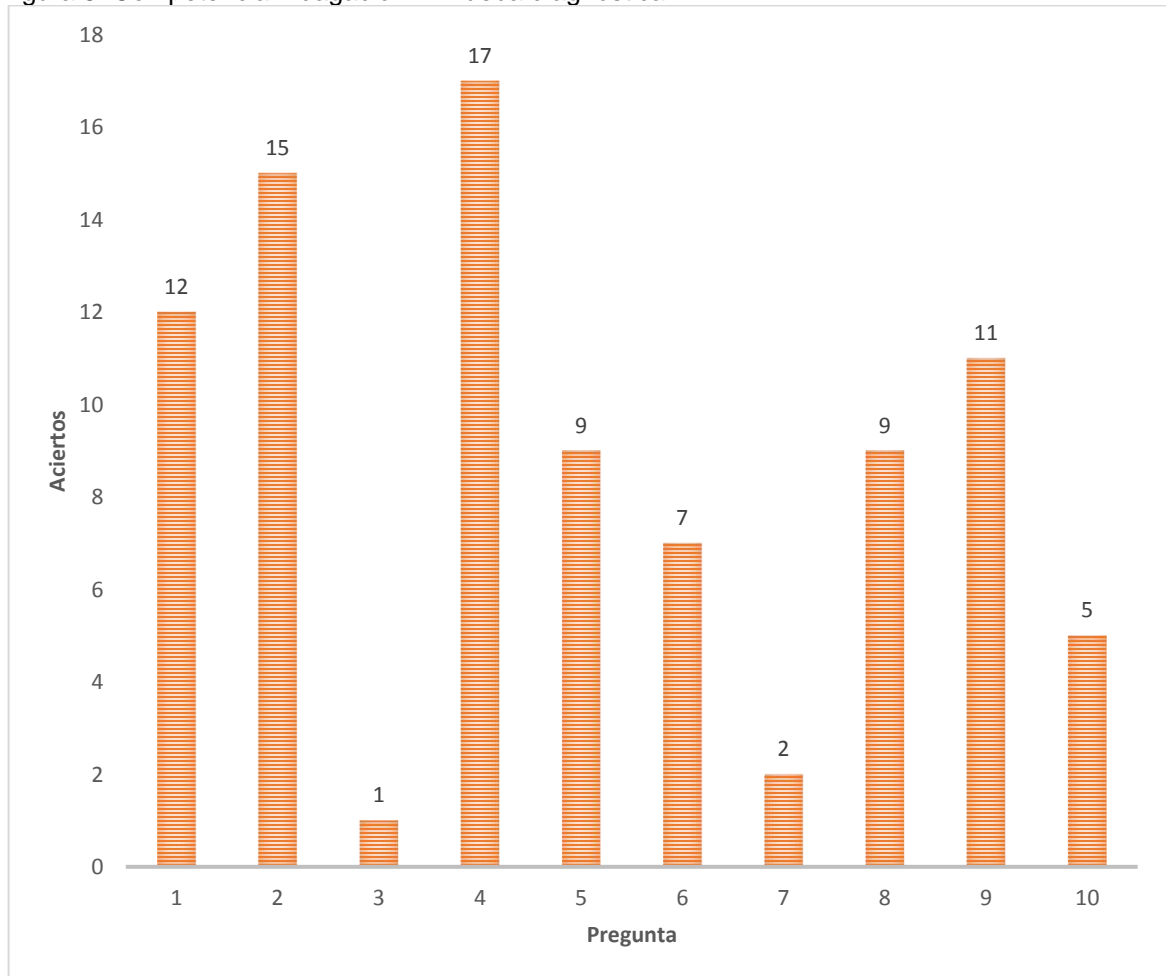
Figura 7. Competencia Explicación de fenómenos – Prueba diagnóstica.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la explicación de fenómenos, de las 7 preguntas aplicadas, 4 arrojan un número de aciertos muy bajo, 2 de 20 posibles, esta cantidad de preguntas corresponde al 57,14% para esta competencia.

Figura 8. Competencia Indagación – Prueba diagnóstica.

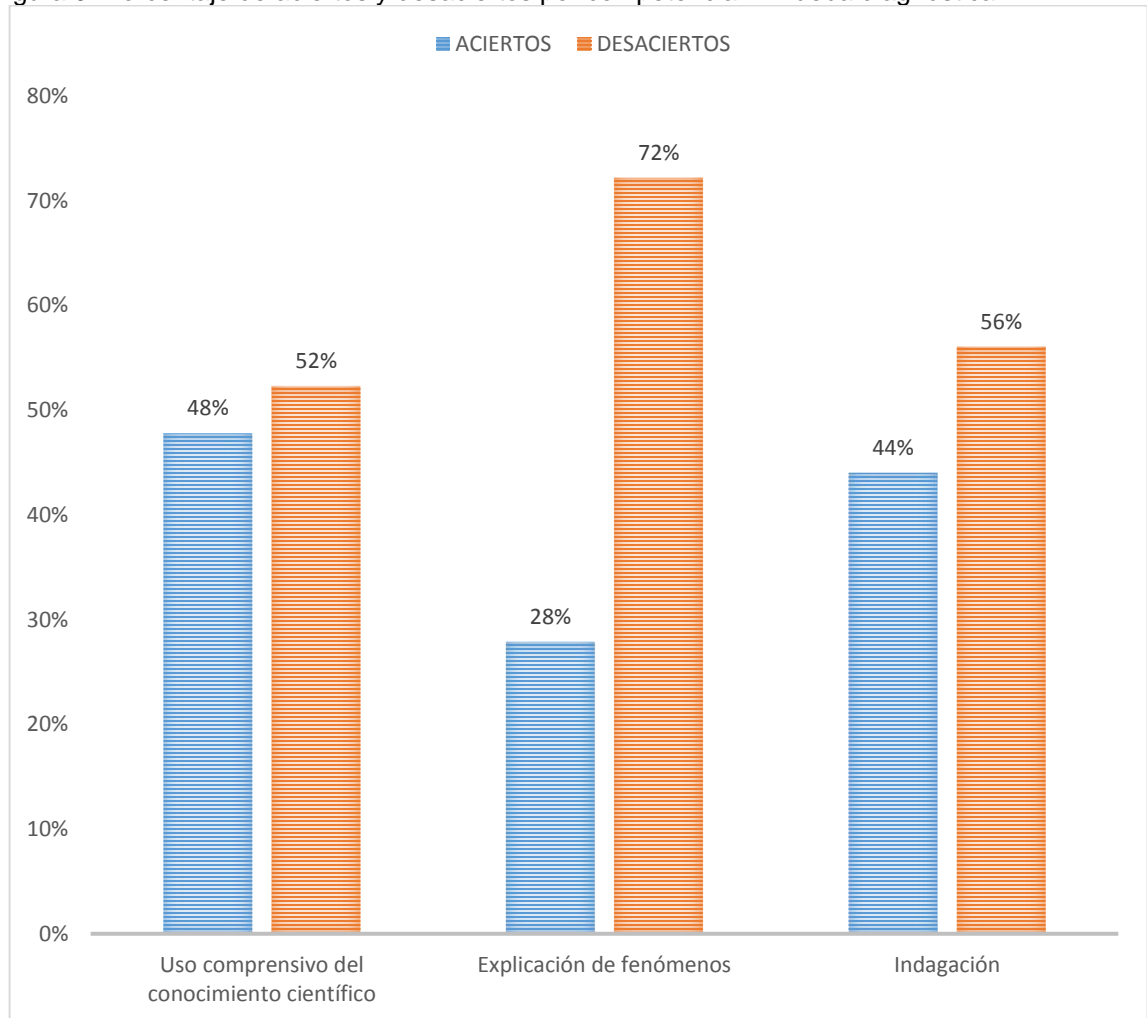


Fuente: Elaboración propia.

Para la competencia de indagación se observa que, aunque el máximo y el mínimo de aciertos están contenidos en esta clasificación, la mayoría de resultados están por encima de los 7 aciertos de 20 posibles.

Para lograr una mayor precisión en el análisis de la prueba diagnóstica, se totalizaron aciertos y desaciertos por competencia y se calculó el respectivo porcentaje, cuya información se registra en la figura 9:

Figura 9: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba diagnóstica.



Fuente: Elaboración propia.

Con todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la competencia más débil de los estudiantes es la de explicación de fenómenos, y de acuerdo con el ICFES, al evaluar esta competencia se esperan en los estudiantes tres cosas⁵³:

1. Que explique la ocurrencia de algunos fenómenos de la naturaleza a partir de observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico.
2. Que logre modelar fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico, y la evidencia derivada de investigaciones científicas.
3. Que analice el potencial uso de los recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo que brindan para las comunidades.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, y las exigencias del ICFES frente al desempeño de los estudiantes en grado 11°, se evidencia la necesidad de trabajar desde la estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico.

5.2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

5.2.1. Propuesta de intervención pedagógica. Esta unidad didáctica está constituida por una serie de actividades las cuales fueron implementadas bajo un enfoque de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), orientada al estudio de los fenómenos ondulatorios en el nivel de educación media vocacional. La propuesta está enmarcada en el currículo de física de grado 11°. Su diseño toma como

⁵³ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°. 3ra edición. Bogotá, 2016. P. 83

referencia elementos del contexto de los educandos como estrategia didáctica encaminada a incentivar en ellos el interés por el estudio de la física, sus interacciones y la relación con fenómenos naturales como lo son los movimientos sísmicos, extrapolando estos elementos al departamento de Santander, más específicamente al municipio de los Santos, y las consecuencias que podrían llegar a presentarse dada la cercanía con el municipio.

5.2.1.1. Justificación de la unidad didáctica. Analizando los fines de la educación, se prevé que la educación en ciencias naturales tiene entre sus objetivos el desarrollo del pensamiento científico como herramienta fundamental para que el estudiante se desenvuelva exitosamente en su realidad, la cual actualmente está permeada por la ciencia y la tecnología⁵⁴. Por esta razón, la presente unidad didáctica se orienta para que el educando piense científicamente, desde la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), que le da la opción de proponer soluciones a un problema, puesto que en este proceso se involucran diversas habilidades de pensamiento como: la distinción entre lo posible y lo imposible, formulación de hipótesis, establecimiento de analogías y construcción de modelos mentales, así como la predicción y el control de fenómenos modelados⁵⁵.

5.2.1.2. Objetivos de la unidad didáctica. Con el desarrollo de la unidad didáctica, se espera que los estudiantes sean capaces de:

- Reconocer el movimiento armónico simple como una primera aproximación al movimiento ondulatorio, que por ser un movimiento repetitivo se puede considerar que tiene, al igual que las ondas período y frecuencia.
- Reconocer las propiedades ondulatorias como son interferencia, difracción y refracción a partir de la generación de ondas sísmicas.

⁵⁴ MEN, M. D. Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Ministerio de Educación Nacional*, p 32.

⁵⁵ *Ibid*, p 34.

- Establecer relación directa entre la propagación de la luz y los fenómenos astronómicos.

5.2.1.3. Conocimientos previos o prerrequisitos. Con la intención de lograr un aprendizaje significativo en los educandos, y dado que la propuesta se centra básicamente en contenidos transversales asociados a la mecánica ondulatoria, su estudio requiere que el estudiante posea los conocimientos básicos sobre ondas, propuestos en el plan de estudios de física para 11°, los cuales se abordarán antes de realizar las actividades propuestas.

5.2.1.4. Caracterización del entorno de enseñanza – aprendizaje. Antes de poner en práctica la propuesta, fue conveniente contextualizarla al entorno de los educandos mediante la incorporación de todos los elementos (información sobre movimientos sísmicos en la región, noticias, recurso humano, charlas con expertos) que favorecieron el proceso de enseñanza aprendizaje. Es preciso definir el rol de cada uno de estos elementos y la forma en que se integran durante el desarrollo de las actividades.

Por otro lado, se organizó el estudiantado en grupos de trabajo, cuidando que esta distribución fuera lo más homogénea posible para garantizar así que los grupos estén compensados y presenten características similares, lo cual favorecerá un ritmo homogéneo en el desarrollo de las actividades de todos los grupos.

El material para trabajar en clase, hace parte de los contenedores⁵⁶ (materiales didácticos para la cultura científica), el cual es un proyecto del Instituto Iberoamericano de la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática – IBERCIENCIA⁵⁷, el cual provee una serie de herramientas para la enseñanza de las ciencias, las

⁵⁶<http://ibercienciaoei.org/contenedores/descripcion.php>

⁵⁷<http://ibercienciaoei.org/>

tecnologías y otras asignaturas relacionadas, para este caso particular, los recursos didácticos son elaborados por la Organización de Estados Iberoamericanos – OEI, a partir de material periodístico.

5.2.1.5. Situación de aprendizaje. La presente unidad didáctica se ejecutó en cuatro actividades centrales, las cuales se describen a continuación:

Actividad 01:

Lectura y discusión del artículo: CONDICIONANTES SOCIO – TÉCNICAS DE LAS DECISIONES POLÍTICAS. EL TSUNAMI DEL 27F EN CHILE⁵⁸.

Ronald Cancino Salas y Andrés G. Seguel.

Actividad 02:

Distribución en los grupos de trabajo del material didáctico para su lectura, desarrollo y exposición.

- **Grupo 01:** Contenedor: LA OLA QUE SALE DEL FONDO DEL MAR⁵⁹
- **Grupo 02:** Contenedor: “EL TERREMOTO Y EL TSUNAMI SON EL ANTIICONO”. ENTREVISTA CON MARIO ALBORNOZ⁶⁰.
- **Grupo 03:** Contenedor: UN SATELITE PARA DETECTAR “TSUNAMIS” DESDE EL ESPACIO⁶¹.
- **Grupo 04:** Contenedor: ¿MARTE TIEMBLA? O ¿MARTEMOTOS?⁶²

⁵⁸<http://www.revistacts.net/volumen-9-numero-25/137-dossier/580-condicionantes-socio-tecnicas-de-las-decisiones-politicas-el-tsunami-del-27f-en-chile>

⁵⁹http://ibercienciaoei.org/contenedores/fichas.php?pageNum_fichas=1&totalRows_fichas=29&CODIGO_CONTENEDOR=2&CODIGO_FORMATO=2&CODIGO_ENFASIS=0&CODIGO_PAIS=4&ORDEN=1

⁶⁰http://ibercienciaoei.org/contenedores/fichas.php?CODIGO_CONTENEDOR=7&CODIGO_FORMATO=3&CODIGO_ENFASIS=0&CODIGO_PAIS=1&ORDEN=1

⁶¹http://ibercienciaoei.org/contenedores/fichas.php?CODIGO_CONTENEDOR=4&CODIGO_FORMATO=2&CODIGO_ENFASIS=0&CODIGO_PAIS=4&ORDEN=1

⁶²http://ibercienciaoei.org/contenedores/fichas.php?CODIGO_CONTENEDOR=4&CODIGO_FORMATO=2&CODIGO_ENFASIS=0&CODIGO_PAIS=1&ORDEN=1

Actividad 03:

Taller “LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS”⁶³ – La pregunta como punto de partida para iniciar el proceso de investigación.

Actividad 04:

Desarrollo de una iniciativa de investigación en contexto, a la luz de los contenedores trabajado en las actividades anteriores.

En la siguiente tabla se describe el plan de acción:

Tabla 7: Descripción del plan de acción.

No.	ACTIVIDAD	FINALIDAD
01	Lectura y discusión del artículo: CONDICIONANTES SOCIO – TÉCNICAS DE LAS DECISIONES POLÍTICAS. EL TSUNAMI DEL 27F EN CHILE.	Presentar al estudiantado una situación en contexto que involucra la mecánica ondulatoria, como tema de discusión para ofrecer herramientas de análisis y reflexión frente a la propuesta de investigación que desarrollarán en el transcurso de esta intervención pedagógica. Concretamente se resalta el vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad, se analiza el problema de la “alarma” frente a una catástrofe natural y las decisiones políticas vinculadas a la evacuación de la población.
02	Distribución en los grupos de trabajo del material didáctico para su lectura, desarrollo y exposición. <ul style="list-style-type: none">• Grupo 01: Contenedor: LA OLA QUE SALE DEL FONDO DEL MAR• Grupo 02: Contenedor: “EL TERREMOTO Y EL TSUNAMI SON EL ANTIICONO”. ENTREVISTA CON MARIO ALBORNOZ.• Grupo 03: Contenedor: UN SATELITE PARA DETECTAR “TSUNAMIS” DESDE EL ESPACIO.	Determinar a partir de un eje común, aplicaciones particulares de la mecánica ondulatoria en contexto, para ofrecer una herramienta de análisis que le proporcione al educando los elementos para proponer una pregunta de investigación. Por otro lado, conocer y compartir contextos en donde se aplica la mecánica ondulatoria, los cuales convergen en el estudio de los movimientos sísmicos. Específicamente el grupo 01 trabajó centrado en ¿Qué es un tsunami? ¿Cómo se desencadena? Las consecuencias catastróficas en tierra firme a causa de los terremotos en el fondo marino. El grupo 02 analizó una entrevista a Mario Albornoz, experto en política científica y tecnológica, el cual invita a repensar el desarrollo tecnológico en contexto social, debido a la vulnerabilidad de la

⁶³ MANJARRÉS, M; MEJÍA, M; GIRALDO, J. Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación: Guía de la investigación y de la innovación del Programa Ondas, p 25 - 34

	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo 04: Contenedor: ¿MARTE TIEMBLA? O ¿MARTEMOTOS? 	tecnología ante la naturaleza que ha quedado en evidencia con algunas catástrofes. El grupo 03 abordó el proyecto de la Agencia Espacial Europea, que pretende utilizar satélites de observación terrestre para medir variaciones en la superficie del océano, con la intención de detectar tsunamis con mayor antelación y precisión. Finalmente, el grupo 04 estudió el fenómeno observado frente al desplazamiento de rocas con surcos no erosionados que podrían ser la prueba de una actividad sísmica reciente en el planeta Marte
03	Taller “LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS” – La pregunta como punto de partida.	Los estudiantes deben plantear una pregunta de investigación a la luz de los artículos leídos y socializados en las dos actividades anteriores.
04	Desarrollo de una iniciativa de investigación en contexto, a la luz de los contenedores trabajado en las actividades anteriores.	Puesta en marcha de una iniciativa de investigación por parte del estudiantado, pretendiendo dar respuesta a la pregunta formulada en la actividad anterior. Esta actividad se realizó en varias etapas, en las cuales los estudiantes presentaron sus avances de acuerdo al plan de trabajo elaborado y al final concluir con la presentación de los resultados de su investigación.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN. Entendiendo la evaluación como un proceso reflexivo y valorativo del quehacer educativo, se orientó bajo un papel regulador, orientador, motivador y dinamizador de la acción educativa⁶⁴, en donde participó tanto el docente como el estudiante, se establecen los siguientes criterios:

- Reflexión sobre los procesos de aprendizaje.
- Afianzar los aciertos y aprovechar el error para fortalecer procesos y mejorar la práctica educativa.
- Comunicar resultados.
- Reforzar valores y actitudes.
- Impacto en la comunidad educativa.

⁶⁴ MEN, M. D. Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Ministerio de Educación Nacional*, p 55.

5.2.2. Implementación y desarrollo de la unidad didáctica. Se implementó la unidad didáctica bajo la ruta de aplicación que elaboraron Martínez y Buendía⁶⁵ con relación a la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), la cual está encaminada bajo los siguientes parámetros:

1. Se establecen los cimientos de interacción entre los educandos.
2. El rol del estudiante es de pensador autónomo, forma su propia comprensión del mundo.
3. El rol del educador es el de promover el desarrollo de competencias en los educandos.
4. Se presenta un plan tentativo de aprendizaje con la intención de que tanto estudiantes como educadora tomen las decisiones al respecto.
5. En las primeras sesiones los estudiantes aprenden las características y el lenguaje de las ciencias en cuestión.
6. A más tardar en la cuarta sesión, los estudiantes deciden el problema de investigación.
7. A partir de la quinta sesión, se reduce el contenido y se incrementa el diseño y aplicación de la investigación.
8. En la última sesión se presentan los resultados de la investigación. Los estudiantes autoevalúan los resultados de aprendizaje y la educadora evalúa el proceso de intervención.

Esta ruta de aplicación está inmersa en el plan de acción que se detalló en la sección anterior (Tabla No. 7). De acuerdo con esto, la intervención pedagógica inicia con la lectura y discusión de un artículo de la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, titulado *Condicionantes socio – técnicas de las decisiones*

⁶⁵ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

*políticas. El tsunami del 27F en Chile*⁶⁶. Cuya finalidad es presentar al estudiantado una situación en contexto que involucre la mecánica ondulatoria, el vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad y las decisiones políticas y económicas frente a una catástrofe natural, conduciendo la intervención al cumplimiento de los incisos 1 a 5 de la ruta de aplicación propuesta por Martínez y Buendía⁶⁷.

Para el desarrollo de la actividad, se envió el artículo por agenda escolar para su lectura previa, sin embargo, los estudiantes no cumplieron con su compromiso, razón por la cual fue necesario realizar la lectura en voz alta, de la cual participaron todos los estudiantes y a medida que se iba avanzando en el artículo, la educadora contextualizaba algunos apartes, dando respuesta a las inquietudes que surgían en algunos estudiantes y complementando las intervenciones de otros.

Este tipo de actividad permitió un primer acercamiento a la noción de competencia científica que plantea Quintanilla⁶⁸, entendida como la capacidad del educando para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos, con el fin de demostrar de manera no reproductiva que es capaz de comprender la ciencia, ejercicio que facilitó la lectura y que suscitó en los estudiantes inquietud cuando se trajo el contexto a colación, ya que se relacionaron con la lectura acontecimientos como el temblor del 10 de marzo de 2015 al discutir sobre el fenómeno natural y su relación con la mecánica ondulatoria, y la tragedia de Armero al tratar lo referente a las decisiones políticas y económicas frente a la alerta de evacuación. Desde el enfoque de CTS se puede asegurar que el proceso de aprendizaje en los jóvenes

⁶⁶<http://www.revistacts.net/volumen-9-numero-25/137-dossier/580-condicionantes-socio-tecnicas-de-las-decisiones-politicas-el-tsunami-del-27f-en-chile>

⁶⁷ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

⁶⁸ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

se hace más sencillo, como lo argumenta Palacios⁶⁹, gracias a que el contenido está situado en el contexto y se encuentra relacionado con experiencias extraescolares de los estudiantes.

Prueba de ello se puede apreciar en el siguiente apartado del diario de campo:

El artículo que leen se titula “CONDICIONANTES SOCIO – TECNICAS DE LAS DECISIONES POLÍTICAS. EL TSUNAMI DEL 27F EN CHILE”, de Ronald Cancino Salas y Andrés G. Seguel, publicado en la Revista CTS, No. 25, vol. 9, enero de 2014.

La educadora le pide al estudiante E1 que manipule el computador y proyecte en el vídeo beam el artículo, para que aquellos que no lo tengan, puedan seguir la lectura. Este estudiante acomoda el zoom para una mejor visualización y permanece sentado en el escritorio del docente, atento a la proyección conforme avanza la lectura.

Seguidamente, le pide al estudiante E2 que inicie la lectura en voz alta, éste lee el abstract y tan pronto finaliza la educadora interviene haciendo la reflexión frente a las implicaciones científicas, políticas y económicas que plantea el artículo. El grupo está atento a la intervención y la lectura continúa en voz de otro estudiante. Éste lee dos párrafos y la educadora interviene nuevamente, invitando a la reflexión frente a la problemática planteada de toma de decisiones y las consecuencias cuando estas no dan espera, especialmente frente a una catástrofe natural, pero que por cuestiones burocráticas no se ejecutan.

Un tercer estudiante continúa con la lectura, hasta el momento el grupo ha estado atento a la misma, pero no han realizado ninguna intervención. Leen varias voces y cuándo se llega al subtítulo “3.2. Características de las redes socio – científicas oceanográficas y sísmológicas” el estudiante E3 interviene, pidiendo aclaración sobre las gráficas presentadas en el informe, y la educadora le aclara la duda, este tipo de intervención se considera importante, ya que en la literatura científica es importante la lectura de gráficos puesto que muestran el comportamiento de los fenómenos en relación a las variables de análisis, y este tipo de lecturas las tiene muy en cuenta en Icfes en la prueba Saber 11°.

La lectura del artículo continúa en voz de otro estudiante, y así sucesivamente, pasando la voz de párrafo en párrafo. En uno de estos, se comenta sobre la poca precisión frente a la predicción de un movimiento sísmico, la educadora trae este párrafo al contexto y esto suscita discusión entre los jóvenes, ya que sobre la predicción de este tipo de fenómenos

⁶⁹ PALACIOS, Eduardo Marino García, et al. *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. Pág 148

naturales se especula mucho, especialmente por la ubicación geográfica de nuestro municipio. Aquí varios estudiantes comentan entre sí, y el estudiante E4 interviene, aportando desde sus pre-saberes frente a las implicaciones climáticas y las catástrofes naturales, menciona entre estos los huracanes que por esta época del año han azotado la costa atlántica y se dirigen hacia la Florida, dada la actualidad de la noticia, se generan comentarios entre los jóvenes.

La educadora aclara dudas y pide que se continúe con la lectura. Al avanzar en ella, se llega a otro tema de discusión, relacionado con los sistemas de alerta, allí nuevamente los estudiantes E3 y E4 intervienen, el primero preguntando sobre dichos sistemas, y el segundo complementando la intervención de la educadora frente a la respuesta que le da al primer estudiante.

La lectura continúa, y se genera una nueva discusión frente al fenómeno natural, visto desde los conceptos propios de la asignatura, allí varios estudiantes hacen comentarios en pequeños grupos, y el estudiante E4 centra la discusión al traer a colación la realidad que se vive en Chile frente a este tipo de fenómenos, debido a la alta actividad sísmica y volcánica, las cuales tienen implicaciones desde el principio de conservación de la energía. También al hablar de actividad volcánica, se trae a colación el caso del Nevado del Ruíz (Volcán Galeras) causante de la tragedia de Armero, acontecimiento que los estudiantes conocen de forma ambigua y que la educadora comparte desde su experiencia de vida, este comentario centra la atención del grupo, los jóvenes escuchan atentamente y en silencio. La lectura se termina y la educadora hace el cierre con una reflexión frente al tema planteado, abre el espacio para preguntas; el estudiante E3 pregunta sobre un plan de acción frente a un movimiento sísmico, la educadora le da respuesta desde varias perspectivas, ya que tanto un evento de estos como la reacción de un individuo es impredecible. El estudiante E4 interviene y da aportes desde su experiencia frente a este tipo de eventos, trayendo a colación el temblor del 10 de marzo de 2015, esto genera comentarios entre los chicos, ya que fue un evento reciente y que impactó fuertemente, dada la fuerza del sismo.

La actividad No. 02, se lleva a cabo en dos momentos, inicialmente el grupo se dividió en cuatro subgrupos, cada uno compuesto por seis estudiantes, los cuales se organizaron de forma libre. Seguidamente a cada subgrupo se le entregó el material para la lectura y reflexión, este material consta de un artículo periodístico y una actividad didáctica que reposa en los Contenedores de IBERCIENCIA⁷⁰, los cuales

⁷⁰ <http://ibercienciaoei.org/contenedores/>

pertenecen a la Comunidad de Educadores para la Cultura Científica y cuyos contenidos buscan fomentar en los estudiantes la comprensión lectora, el interés por investigar, y la responsabilidad ciudadana, elementos que soportan este trabajo de investigación ya que la estrategia didáctica utilizada es aprendizaje basado en investigación (ABI) articulada al componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Como conducta de entrada, los estudiantes realizan la lectura de forma individual y desarrollan la primera actividad propuesta en el material, una vez terminado el trabajo individual se organizan los grupos y realizan una puesta en común frente a lo que acaban de leer y responder en esta actividad la cual está enfocada hacia el control de la lectura. Este primer momento finaliza con la socialización por parte de un vocero del grupo a toda la clase. Con esta dinámica de trabajo se busca fortalecer la ruta de aplicación propuesta por Martínez y Buendía⁷¹ en sus incisos 1 a 5, con la finalidad de determinar a partir de un eje común, aplicaciones particulares de la mecánica ondulatoria en contexto, para ofrecer una herramienta de análisis que le proporcione al educando los elementos que le permitirán más adelante formular la pregunta de investigación.

El segundo momento consiste en la entrega de la “*propuesta didáctica para el alumnado*” que propone cada contenedor y la exposición del tema asignado por parte de cada uno de los grupos, con la finalidad de conocer y compartir contextos en donde se aplica la mecánica ondulatoria, los cuales convergen en el estudio de los movimientos sísmicos. El grupo 01 expone ¿Qué es un tsunami? ¿Cómo se desencadena? Las consecuencias catastróficas en tierra firme a causa de los terremotos en el fondo marino; el grupo 02, una entrevista a Mario Albornoz, experto en política científica y tecnológica, el cual invita a repensar el desarrollo tecnológico en contexto social, debido a la vulnerabilidad de la tecnología ante la naturaleza que

⁷¹ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

ha quedado en evidencia con algunas catástrofes; el grupo 03, el proyecto de la Agencia Espacial Europea, que pretende utilizar satélites de observación terrestre para medir variaciones en la superficie del océano, con la intención de detectar tsunamis con mayor antelación y precisión; y el grupo 04, el fenómeno observado frente al desplazamiento de rocas con surcos no erosionados que podrían ser la prueba de una actividad sísmica reciente en el planeta Marte.

Esta actividad permite que el estudiante manifieste su deseo por explicar, justificar, concluir e hipotetizar⁷² frente a la situación que se le ha propuesto a analizar; garantizando así, que está abordando un problema científico por medio de las competencias de pensamiento científico, puesto que se está desarrollando en el educando la capacidad para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos⁷³, confirmando así que la ciencia no empieza en los hechos, sino en las preguntas, y estas dependen del marco teórico desde el cual se formulan⁷⁴. Ejemplo de esto se puede apreciar en los siguientes apartados del diario de campo:

Al inicio de la clase:

Mientras la educadora da la instrucción, el estudiante E1 interviene asegurando que el año anterior ya habían trabajado ese material, la educadora le aclara que el material corresponde al mismo repositorio de archivos y que la propuesta didáctica maneja el mismo formato, lo que cambia es el artículo, frente a esto, los estudiantes expresan satisfacción ya que se encuentran familiarizados con este tipo de actividades, gracias a que el año anterior desarrollaron una actividad bajo el mismo formato, pero desde los contenidos del grado 10°.

⁷² URIBE RIVERA, Malva Elisa; LABARRERE SARDUY, A.; SANTOS ALCÁNTARA, M. Competencias de pensamiento científico y resolución de problemas de genética simulados computacionalmente. su contribución al aprendizaje de la Biología. *Enseñanza de las ciencias*, 2009, no Extra, p. 1515.

⁷³ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

⁷⁴ CHAMIZO, José Antonio; IZQUIERDO, Mercè. Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2007, vol. 51, p. 13.

Durante el desarrollo de la actividad:

Mientras transcurre la lectura, la educadora recorre el salón verificando el trabajo de los estudiantes. El estudiante E2 se levanta de su puesto y se acerca a la educadora, para aclarar inquietudes sobre el artículo que le corresponde, el cual se titula *“Un satélite para detectar tsunamis desde el espacio”* en donde mencionan en un apartado la evolución de las olas en el océano y éste relaciona los datos allí mencionados con el comportamiento ondulatorio, la educadora le aclara la relación frente a la amplitud y la longitud de la onda, llevando la información de las olas al dibujarla en el tablero, para que el joven pueda apreciar mejor el fenómeno ondulatorio.

Mientras están en la socialización grupal, el estudiante E3, al cual le correspondió el artículo *“La ola que sale del fondo del mar”*, se acerca a la educadora para aclarar una inquietud sobre su artículo, éste toma los expógrafos y dibuja en el tablero una onda, y allí se genera una discusión entre el tamaño de las olas y la evidencia clara de transporte de energía y no de materia, argumento empírico que narran los pescadores que menciona el artículo, y que para el estudiante no es claro, dada las consecuencias de la catástrofe en la costa que menciona el mismo. En la discusión, se evocan las propiedades de las ondas y se llevan al contexto que el joven está analizando.

En la socialización:

Una vez normalizado el grupo, la educadora procede a convocar a los voceros para que compartan el texto leído.

Pasa el estudiante E4, integrante del grupo 01, el cual hace una exposición muy fluida del tema asignado, demostrando una buena apropiación del tema, comenta que el artículo presenta un análisis sobre el origen de un maremoto, teniendo como referente el maremoto de Japón en el 2011; explica lo que sucede con los maremotos, sus posibles causas como el deslizamiento de las tierras submarinas o la erupción volcánica submarina, las cuales provocan una gran liberación de energía y la relación entre la velocidad y la profundidad al apreciarse el fenómeno en altamar o en la costa, también explica como en el momento en que se genera la ola, esta es muy destructiva, no solo la que entra en la costa, sino también la que se devuelve.

La educadora hace el llamado a la estudiante E5, integrante del grupo 02, para que realice la socialización de su grupo, ella pasa al frente en compañía de otro integrante de su grupo,

el estudiante E6. Inician su intervención presentando el nombre del artículo, su autor y nacionalidad. En la presentación les falta fluidez y dominio, hacen lectura ocasional del texto y evocan algunos apartes que les han llamado la atención, pero a diferencia del estudiante E4, solamente se limitan a comentar lo que menciona el artículo, no hacen explicaciones al respecto. Con el grupo 03 y 04, sucede exactamente lo mismo que con el grupo 02, pasan al frente los estudiante E7 y E8, los cuales se limitan a presentar una síntesis del artículo asignado, pero no profundizan en su intervención.

La actividad No. 03 corresponde al Taller “LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS” – La pregunta como punto de partida, propuesto por Manjarrés y Mejía⁷⁵ (Ver Anexo 07) en el marco del programa Ondas de Colciencias. Se implementó con la finalidad de aproximar al estudiantado al inciso No. 6 de la ruta de aplicación que propone Martínez y Buendía⁷⁶, el cuál sustenta que: *“A más tardar en la cuarta sesión, los estudiantes deciden el problema de investigación”*.

Esta actividad es preparatoria y orienta al estudiantado hacia la formulación de sus posibles preguntas de investigación, para ello se reúnen los grupos de trabajo y realizan las actividades propuestas en el taller, inicialmente leen la introducción al mismo, posteriormente siguen la ruta allí propuesta, la cual se enumera a continuación:

1. Actividad 1. Las preguntas de investigación
2. Actividad 2. Oleada de preguntas
3. Actividad 3. Seleccionar una o varias preguntas
4. Actividad 4. ¿Nuestra pregunta será una pregunta de investigación?

⁷⁵ MANJARRÉS, M; MEJÍA, M; GIRALDO, J. Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación: Guía de la investigación y de la innovación del Programa Ondas, p 25 - 34

⁷⁶ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

Concluidas las cuatro actividades, los grupos deben diligenciar la “BITÁCORA No. 2. LA PREGUNTA” (Ver Anexo 08).

Según Manjarrés y Mejía⁷⁷ toda investigación comienza con una pregunta, la cual abre nuevas fronteras al conocimiento y desarrolla en el educando habilidades y capacidades para construir un espíritu científico. La forma como se pregunta está estrechamente vinculada con la metodología a seguir para resolver el problema de investigación, se requiere de juicio y rigor para diferenciar el tipo de pregunta que formulan los estudiantes. Algunos de estos tipos de preguntas se clasifican en la siguiente tabla:

Tabla 8: Categoría, pregunta y definición de la categoría.

CATEGORÍAS	PREGUNTAS	DEFINICIÓN DE LA CATEGORÍA
Descripción	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué pasa? ¿Cómo pasa?	Preguntas que piden información sobre una cosa, fenómeno o proceso. Generalmente se resuelven suministrando datos que permiten la descripción o delimitación del hecho, fenómeno o proceso sobre el que se pide información.
Explicación, causal	¿Porqué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que...?	Preguntas que indagan el porqué de una característica, diferencia, paradoja, proceso, cambio o fenómeno.
Generalización, definición	¿Qué es? ¿Pertenece a tal grupo? ¿Qué diferencia hay?	En general estas preguntas se refieren a qué es y piden las características comunes que identifican un modelo o clase. También, la identificación o pertenencia de una entidad, fenómeno o proceso a un modelo o clase.
Comprobación	¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace?	Dan cuenta de cómo se hace, se ha llegado o se sabe una determinada afirmación o proceso. Pueden requerir de probar una metodología o determinar evidencias.
Predicción	¿Qué consecuencias? ¿Qué puede pasar? ¿Qué pasaría si...? En	Hacen referencia al futuro, la continuidad y la posibilidad de un proceso o hecho.

⁷⁷ MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016.

	general, formas verbales en un futuro o condicionales	
Gestión	¿Qué se puede hacer? ¿Cómo se podría hacer?	Están referidas a qué se puede hacer para propiciar un cambio, para resolver un problema, para evitar una situación, etc.
Opinión, Valoración	¿Qué piensas u opinas? ¿Qué es más importante para determinado grupo?	Se trata de preguntas que intentan determinar la opinión o valoración de un determinado grupo o sector.

Fuente: MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016. Pág. 15.

En el caso particular de esta investigación, las preguntas formuladas en este primer ejercicio se clasificaron de la siguiente manera:

Tabla 9: Clasificación de las preguntas formuladas.

GRUPO	PREGUNTA	CATEGORÍA
01	¿Cómo se comporta un tsunami en los distintos puntos del mar? ¿Depende de la profundidad?	Descripción
	¿Cuáles son las causas que generan los tsunamis?	Explicación causal
	¿En qué consiste el sistema de detección y alerta de tsunamis?	Descripción
	¿Qué repercusiones o consecuencias trae este fenómeno? Ejemplo o caso.	Predicción
	¿En que se asemeja el comportamiento de una onda y un tsunami?	Generalización, definición
	¿Cómo se generan y se comportan los tsunamis? ¿Velocidad, longitud de onda, profundidad y tamaño?	Descripción
02	¿Cómo efectuará su lanzamiento PARIS?	Descripción
	¿Qué efectos secundarios efectuaría el satélite?	Predicción
	¿Cómo alertaría PARIS de un tsunami?	Explicación causal
	¿Cuál es el plan en el caso de daño?	Gestión
	¿Qué tecnología implementaría el satélite?	Descripción
03	¿Qué sucede bajo tierra en un martemoto?	Descripción
	¿Qué evidencias existen para probar que ocurren martemotos en la actualidad?	Comprobación
	¿Cómo es que solo se han encontrado evidencias de martemotos en una sola zona?	Comprobación
	¿Qué evoca el nombre Valley Marineris?	Descripción
	¿Cuáles son las causas de los martemotos en ese planeta? ¿Qué consecuencias y que efecto produce la generación de un martemoto al momento de comparación con la Tierra?	Explicación causal Predicción

04	¿Qué mecanismos tecnológicos se pueden implementar en una población que es vulnerable a esos casos naturales?	Gestión
	¿Qué mecanismos de prevención han realizado los países?	Descripción
	¿Qué tipo de energía será el siguiente paso de la innovación a los ataques sísmicos?	Gestión
	¿Cómo con la tecnología y avances en una población se podría prevenir los desastres naturales?	Predicción

Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas que formularon los estudiantes son de diversa índole, y es importante conducirlos a que articulen en las respuestas las relaciones entre los componentes de sus preguntas, para que vayan más allá de la observación y la descripción y se abran a procesos en donde se generen posibilidades predictivas y generativas de conocimiento. Según Manjarrés y Mejía⁷⁸ el acto de preguntar se fundamenta en la capacidad de profundizar e ir hasta la indagación, ya que es en este camino en donde se ordenan las preguntas y se reelaboran para que se vayan dando las respuestas en los diferentes momentos del proceso.

Las preguntas pueden orientarse a la solución o comprensión de algún problema de la comunidad, lo que resultaría bastante importante, sin embargo, al inicio del proceso, se puede dar que la mayoría de las preguntas que inicialmente formulan los estudiantes sean vagas e imprecisas, para evitar contratiempos y orientar a los jóvenes Manjarrés y Mejía sugieren orientar el análisis de las preguntas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones⁷⁹.

1. La pregunta debe ser transformadora; debe implicar cambios en la calidad de vida de los habitantes de una región o una comunidad.
2. La pregunta debe permitir la solución de problemas existentes en los contextos, transformando o modificando situaciones problemáticas.

⁷⁸ MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016. Pág. 14

⁷⁹ MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016. Pág. 22

3. La pregunta debe aportar conocimiento nuevo.

Independientemente de las tres sugerencias, si no se da ninguno de los tres casos con los estudiantes, lo importante es que los resultados aporten para ellos o su comunidad algo útil o novedoso, en este caso particular el ejercicio le permite al estudiante identificar contextos en los que se plantean problemas que requieren actividad científica escolar y consecuentemente fortalecer el desarrollo de competencias de pensamiento científico⁸⁰. Con esto se confirma una vez más que el paso hacia la investigación está dado por la capacidad de convertir esas preguntas en camino de indagación, construyendo el recorrido metodológico y de instrumentos y herramientas para dar respuesta a estos.

Por último, se orientó la actividad 04 hacia el cumplimiento de los incisos 7 y 8 de la ruta de aplicación que propone Martínez y Buendía⁸¹. Esta actividad se desarrolló en varios momentos; los avances de los grupos se registraron en bitácoras (Ver Anexo 09) estas orientaron el proceso de investigación, y los estudiantes las diligenciaban y entregaban de acuerdo con el cronograma de actividades establecido, presentando así los avances y la retroalimentación del proceso de investigación que cada grupo iba desarrollando.

El formato de las bitácoras se diseñó teniendo en cuenta la ruta de formación en el acompañamiento y la investigación que elaboraron Manjarrés y Mejía⁸², constituidas por momentos pedagógicos a lo largo de los cuales el maestro participa como acompañante – coinvestigador – investigador desarrollando a su vez su proceso formativo. Estos momentos pedagógicos se adaptaron de la siguiente manera:

⁸⁰ QUINTANILLA, Mario, et al. Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2014. ISBN 978-956-353-764-2. Pág. 24

⁸¹ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

⁸² MANJARRÉS, M.; MEJÍA, M. El lugar de maestras y maestros en Ondas. Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas. 2010. Pág. 27 a 29

- BITÁCORA No. 02 “PERTURBACIÓN DE LA ONDA – LA PREGUNTA”, como su nombre lo indica, aquí se formulan las preguntas de investigación.
- BITÁCORA No. 03 “SUPERPOSICIÓN DE LAS ONDAS”, corresponde al planteamiento del problema.
- BITÁCORA No. 04 “TRAYECTORIA DE LA INDAGACIÓN”, corresponde al planteamiento de los objetivos.
- BITÁCORA No. 05 “TRAYECTORIA DE LA ONDA”, aquí los grupos planean su proceso investigativo.
- BITÁCORA No. 06 “RECORRIDO DE LA TRAYECTORIA DE INDAGACIÓN”, los grupos desarrollan su proceso investigativo, el maestro acompaña y orienta a los grupos y a su vez reflexiona sobre el proceso de investigación frente a la estrategia didáctica implementada.
- BITÁCORA No. 07 “REFLEXIÓN DE LA ONDA”, se constituye en el espacio en el cual los grupos acompañados por su maestro para reflexionar y dar cuenta de los resultados de la investigación. El maestro continúa recogiendo elementos para su reflexión sobre el proceso de investigación frente a la estrategia didáctica implementada y sistematiza individual y colectivamente su proceso vivido en el recorrido de la trayectoria.

Esta es la actividad más larga de todo el proceso, se invirtieron en ella aproximadamente siete semanas del calendario escolar. Se orientó el trabajo de tal forma que el acompañamiento en las bitácoras 02, 03 y 04 se realizó en borradores que los estudiantes llevaban a mano (Ver Anexo 10), una vez se revisaron y aprobaron los grupos, presentaron su iniciativa de investigación al resto de la clase y se inició el proceso de sistematización. Seguidamente, se generaron espacios en la institución para el avance, revisión y retroalimentación de las bitácoras 05 y 06 con cada uno de los grupos y se programó la sustentación y evaluación final, correspondiente a la bitácora 07.

El trabajo realizado por los grupos al iniciar el proceso de investigación (Actividad 04), es decir, lo correspondiente a las bitácoras 02, 03 y 04 se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 10: Resultados Bitácoras 02, 03 y 04

GRUPO	BITÁCORA 02: La Pregunta.	BITÁCORA 03: Problema a investigar	BITÁCORA 04: Objetivo
01	¿De qué manera se puede informar a la población de los movimientos sísmicos que se producen a diario?	La posibilidad de construir un simulador rentable y eficiente que nos permita analizar todo lo que tenga que ver con el sistema ondulatorio y la transmisión de energía. Además, prever las consecuencias devastadoras que puede ocasionar un sismo desde el punto de vista energético. Contextualizando la problemática de un posible sismo en el Instituto San José de la Salle.	Investigar simuladores sísmicos virtuales, para difundirlo a la población como medida de prevención e información en caso de un movimiento sísmico.
02	¿Qué protocolos de prevención se llevan a cabo en otros países y no se implementan en Colombia frente a una catástrofe natural?	La efectividad de los protocolos de prevención contra catástrofes naturales en Colombia frente a otros países.	Diseñar protocolo de evacuación para el ISJ de la Salle, teniendo en cuenta los protocolos estandarizados de otros países.
03	¿Qué se puede analizar a partir de las evidencias encontradas acerca del origen de la actividad sísmica tanto en Marte como en la Tierra?	El desconocimiento de suficientes evidencias con las cuales fundamentar el origen de la actividad sísmica en el planeta rojo.	Comparar la actividad sísmica del planeta Tierra junto a su vecino Marte.
04	¿Cuánto conocimiento y que tan preparada está la población (más cercana), para actuar ante un sismo?	Indagar sobre el conocimiento que tienen las personas de actuar ante una catástrofe natural basándose en las precauciones y protocolos requeridos en esas situaciones.	Proponer un plan de evacuación en la institución para orientar a las personas en caso de catástrofes

Fuente: Apuntes de los estudiantes

Una vez revisadas y aprobadas las iniciativas de investigación, los grupos continúan el proceso con el acompañamiento de la educadora, retroalimentando el trabajo a medida que estos van presentando los avances, hasta llegar al producto final que corresponde a la socialización y entrega de resultados, con esto se cumple el inciso No. 8 de la ruta de aplicación que propone Martínez y Buendía⁸³, el cuál sustenta que: *“En la última sesión se presentan los resultados de la investigación. Los estudiantes autoevalúan los resultados de aprendizaje y la educadora evalúa el proceso de intervención.”*

5.3. EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El modelo de aprendizaje basado en investigación (ABI), se centra en la idea de que los estudiantes se apropien y construyan conocimientos cimentados en la experiencia práctica, el trabajo autónomo, el aprendizaje colaborativo y por descubrimiento, aspectos fundamentales para alcanzar dominios en los aprendizajes, desarrollar conocimientos y actitudes para la innovación científica, tecnológica, humanística y social⁸⁴.

Evaluar los resultados de la implementación de una unidad didáctica basada en ABI requiere utilizar rúbricas acordes con los aprendizajes esperados; para el caso de esta investigación comprenden dos criterios fundamentales; el primero la capacidad del alumno para el desarrollo de una iniciativa de investigación y en segunda instancia el fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes. Con respecto al primer criterio, se tuvieron en cuenta cada una de las actividades diseñadas en el plan de acción y para el segundo criterio se compararon

⁸³ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

⁸⁴ PEÑAHERRERA, M., CHILUIZA, K. y ORTIZ, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Pág. 207

la prueba de entrada o evaluación diagnóstica, la cual se aplicó antes de la implementación de la unidad didáctica; con los resultados de la prueba de competencias científicas o prueba de salida que se aplicó al finalizar la implementación de esta. Estos dos criterios se articulan en la siguiente matriz de categorías y subcategorías:

Tabla 11: Conceptualización de categorías y subcategorías de análisis.

ÁMBITO TEMÁTICO			
Macro – proyecto: <i>Propuesta de intervención pedagógica para el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de educación primaria, básica y media desde la investigación – acción en el aula de ciencias naturales</i>			
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN			
¿De qué manera la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) articulada al componente CTS fortalece el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, en los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?			
OBJETIVO GENERAL			
Implementar la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) articulada al componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, en los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.			
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
¿Cuál es el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?	Determinar el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.	Competencias científicas: Definidas como el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente conocimientos científicos ⁸⁵ .	Explicación de fenómenos: Examina la capacidad para construir explicaciones, para comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, así como para establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento, derivado de un fenómeno o problema científico. Indagación: Examina la capacidad que tiene el educando para formularse a sí mismo preguntas que le permitan llegar a la

⁸⁵ HERNÁNDEZ, Carlos. ¿Qué son las competencias científicas? Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación, 2005. p. 21

			<p>respuesta correcta. Implica calcular predicciones, identificar las variables o tópicos de los que tratan las preguntas, interpretar o hacer mediciones, organizar y analizar resultados, plantear conclusiones y comunicar apropiadamente sus resultados.</p> <p>Uso comprensivo del conocimiento científico: Centra su atención en la capacidad del educando para comprender teorías. Solucionar problemas con base en esas teorías; establecer relaciones entre diferentes conceptos y conocimientos acerca de fenómenos que ocurren con frecuencia.</p>
<p>¿Cuáles son las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°?</p>	<p>Definir las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°.</p>	<p>Aprendizaje basado en investigación (ABI): Busca aproximar al estudiante a la forma en que trabaja y piensa un científico, fomentando el desarrollo de competencias científicas, procurando un aprendizaje útil, crítico y reflexivo⁸⁶.</p>	<p>Planteamiento de situaciones problema: Identificar problemas dentro de un tema de investigación, para luego formular una iniciativa o proyecto y delimitarlo dentro de un contexto.</p> <p>Planificación de la investigación: Estrategias para dar solución o respuesta al problema de investigación.</p> <p>Comunicación de resultados: Socializar las experiencias, los procesos y los</p>
<p>¿De qué manera el aprendizaje basado en investigación (ABI) fortalece las competencias de pensamiento</p>	<p>Detallar la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) para fortalecer las</p>		

⁸⁶ GARCÍA CONTRERAS, Germán Antonio; LADINO OSPINA, Yolanda. Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *En: Studiositas [en línea] Vol. 3, No. 8 (2008). p. 15*

científico en los estudiantes de grado 11°?	competencias de pensamiento científico en los estudiantes del grado 11°.		resultados de la investigación.
¿Cuál es la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro?	Analizar la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro.	<p>Competencias científicas: Definidas como el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente conocimientos científicos⁸⁷.</p>	<p>Explicación de fenómenos: Examina la capacidad para construir explicaciones, para comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, así como para establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento, derivado de un fenómeno o problema científico.</p> <p>Indagación: Examina la capacidad que tiene el educando para formularse a sí mismo preguntas que le permitan llegar a la respuesta correcta. Implica calcular predicciones, identificar las variables o tópicos de los que tratan las preguntas, interpretar o hacer mediciones, organizar y analizar resultados, plantear conclusiones y comunicar apropiadamente sus resultados.</p> <p>Uso comprensivo del conocimiento científico: Centra su atención en la capacidad del educando para comprender teorías. Solucionar problemas con base en esas teorías; establecer relaciones entre</p>

⁸⁷ HERNÁNDEZ, Carlos. ¿Qué son las competencias científicas? Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación, 2005. p. 21

			diferentes conceptos y conocimientos acerca de fenómenos que ocurren con frecuencia.
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

La unidad didáctica se diseñó y desarrolló en cuatro actividades centrales, cada una con una finalidad diferente. Las tres primeras fueron de preparación y la cuarta consistió en la puesta en marcha de las iniciativas de investigación propuestas por cada uno de los grupos.

A continuación, se detalla la sistematización de cada uno de los parámetros establecidos dentro de los criterios de evaluación previstos:

5.3.1. Actividad 01: Lectura y discusión del artículo: “Condicionantes socio – técnicas de las decisiones políticas. El tsunami del 27F en Chile”. Como se mencionó anteriormente, la finalidad de esta actividad fue la de presentar al estudiantado una situación en contexto que involucrara la mecánica ondulatoria, como tema de discusión para ofrecer herramientas de análisis y reflexión frente a la propuesta de investigación que desarrollarían en el transcurso de esta intervención pedagógica. El instrumento de registro para esta actividad fue el diario de campo (Ver Anexo 11), en donde se consignaron las observaciones, imprevistos y el análisis de la actividad. Como imprevisto se destaca que la actividad estaba diseñada a manera de foro de discusión y por tal motivo se les envió el material a los estudiantes con antelación, sin embargo, al momento de iniciar la clase, varios estudiantes no habían realizado la lectura previa y otros ni siquiera contaban con el material en clase, por esta razón fue necesario cambiar la dinámica de la clase y realizar la lectura en voz alta, involucrando a todos los estudiantes. A pesar del impase con la falta de material, la actividad se realizó de forma satisfactoria, destacando que se logró un primer acercamiento a la noción de competencia

científica que plantea Quintanilla⁸⁸, entendida como la capacidad del educando para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos, con el fin de demostrar de manera no reproductiva que es capaz de comprender la ciencia, ejercicio que facilitó la lectura y que suscitó en ellos inquietud cuando se trajo el contexto a colación, evidenciado en las intervenciones de los estudiantes E3 y E4, y de los comentarios o el murmullo que se generaba al comentar hechos propios de nuestra realidad, la cual desde un enfoque de CTS se puede asegurar que el proceso de aprendizaje en los jóvenes se hace más sencillo, como lo argumenta Palacios⁸⁹, gracias a que el contenido está situado en el contexto y se encuentra relacionado con experiencias extraescolares de los estudiantes.

Imagen 1: Lectura y discusión



Fuente: Autor

5.3.2. Actividad 02: Distribución en los grupos de trabajo del material didáctico para su lectura, desarrollo y exposición. Su finalidad es que el estudiante pueda determinar a partir de un eje común, aplicaciones particulares de

⁸⁸ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

⁸⁹ PALACIOS, Eduardo Marino García, et al. *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. Pág 148

la mecánica ondulatoria en contexto, como herramienta de análisis que le proporcione al educando los elementos para proponer una pregunta de investigación. Esta actividad consta de dos momentos, el primero la lectura y socialización del material, cuyo registro se realiza en el diario de campo; cabe destacar que los estudiantes E2 y E3 en sus contribuciones dan cuenta del deseo por explicar, justificar, concluir e hipotetizar⁹⁰ sobre la situación que se les ha propuesto para analizar, con esto se puede asegurar que están abordando un problema científico por medio de las competencias de pensamiento científico, entendidas como la capacidad del educando para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos⁹¹, confirmando así que la ciencia no empieza en los hechos, sino en las preguntas, y estas dependen del marco teórico desde el cual se formulan⁹².

Imagen 2: Lectura individual



Fuente: Autor

⁹⁰ URIBE RIVERA, Malva Elisa; LABARRERE SARDUY, A.; SANTOS ALCÁNTARA, M. Competencias de pensamiento científico y resolución de problemas de genética simulados computacionalmente. su contribución al aprendizaje de la Biología. *Enseñanza de las ciencias*, 2009, no Extra, p. 1515.

⁹¹ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

⁹² CHAMIZO, José Antonio; IZQUIERDO, Mercè. Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2007, vol. 51, p. 13.

Imagen 3: Trabajo grupal



Fuente: Autor

Con el estudiante E4 se puede apreciar la fluidez y el dominio del tema, gracias a la contextualización del mismo, sin mencionarlo hace referencia al fenómeno ondulatorio de reflexión cuando menciona la ola que entra a la costa y se regresa, allí presenta una evidencia clara de la articulación de los conceptos formales vistos en clase con el enfoque CTS, ya que se ubica en el contexto y describe claramente los fenómenos ondulatorios y las propiedades de las ondas.

Imagen 4: Socialización de la lectura



Fuente: Autor

Los estudiante E5, E6, E7 y E8 son la evidencia clara; como lo sustenta Quintanilla⁹³, que organizan su tiempo y actividades en función de la evaluación formal, al punto que la medida del aprendizaje para ellos está dada por las buenas o malas calificaciones y rara vez piensan en su proceso de formación como desarrollo. Según Quintanilla, este tipo de actitudes responde a una visión estática del conocimiento científico y reproductivo desde la lógica de la evaluación sumativa, pero no contribuye a una enseñanza comprensiva para interpretar los fenómenos del mundo con teoría y favorecer así su transformación y desarrollo. Este elemento constituye un factor de análisis para el proceso que se inicia con esta unidad didáctica, ya que puede ser referente del cambio frente al proceso educativo y la forma de ver y comprender la ciencia, así como su inmersión en el contexto y el impacto en cada uno de estos estudiantes frente a su forma de ver y entender la ciencia y la trascendencia de esta en su vida cotidiana.

Por otra parte, dentro de los imprevistos se observa que a los estudiantes se les dificulta el trabajo en grupo, es necesario intervenir para que la propuesta didáctica se lleve a cabo sin contratiempos, ya que está diseñada para trabajar de forma grupal en la mayoría de las sesiones. Se precisa a cada uno de los grupos y se dan las pautas frente al compromiso y responsabilidad como estudiantes, esto con la intención de detener los focos de indisciplina.

Además, los jóvenes no están acostumbrados al trabajo en grupo, razón por la cual no optimizan el tiempo ya que se dedican a conversar y se les olvida la tarea a realizar, se dan pautas para optimizar el tiempo y que se concentren en la actividad, dando prioridad a la instrucción dada.

⁹³ QUINTANILLA, Mario. Enseñanza de las ciencias y pensamiento científico para una nueva cultura docente. (ene-jun). *Tecné, Episteme y Didaxis*, 2007, No. 21. ISSN: 0121 – 3814

El segundo momento consiste en la entrega de un informe escrito y la exposición del trabajo realizado, para este registro se utilizó una rúbrica de evaluación (Ver Anexo 12), en la cual se establecieron los parámetros de observación y se registraron las apreciaciones frente a la socialización que realizaron los estudiantes.

Imagen 5: Exposiciones Actividad 02



Fuente: Autor

En general los grupos acostumbran a realizar una presentación del tema y a utilizar recursos tecnológicos como las diapositivas de power point y videos de YouTube.

Respecto al dominio del contenido, siempre hubo uno o dos líderes en cada uno de los grupos, los cuales tomaron la vocería y demostraron una mayor apropiación del tema en relación con sus demás compañeros. De los cuatro grupos, el que más se

destacó en la intervención fue el grupo 04 cuyo tema fue “*El terremoto y el Tsunami son el anti ícono*” ya que los seis integrantes demostraron un buen dominio y apropiación del tema e investigación del mismo.

5.3.3. Actividad 03: Taller “las perturbaciones de las ondas” – La pregunta como punto de partida. El objetivo de este taller es aproximar a los estudiantes por medio de la pregunta a la determinación de un problema de investigación, en este caso a la luz de los temas socializados en las dos actividades previas, para proponer una iniciativa o proyecto de investigación de acuerdo con sus intereses o inquietudes.

Inicialmente los grupos formularon las posibles preguntas de investigación teniendo como referente el trabajo realizado en las actividades 01 y 02. Este taller es adiestramiento, puesto que es un acercamiento al planteamiento de la pregunta de investigación, más no necesariamente debe ser la pregunta definitiva que encauzará todo el proceso de investigación; ya que hasta ahora se están familiarizando con la metodología de trabajo y la intención es que los estudiantes sean libres en la formulación de su iniciativa o propuesta de investigación.

Durante el desarrollo de la actividad los grupos formularon un total de 21 preguntas, clasificadas según la categorización propuesta por M. E. Manjarrés⁹⁴ de la siguiente manera: 8 descriptivas, 5 predictivas, 3 de explicación causal, 3 de gestión, 2 de comprobación y 1 de generalización o definición. Teniendo en cuenta estos resultados, las preguntas en la categoría de mayor afluencia están orientadas a buscar información sobre una cosa, fenómeno o proceso, las cuales generalmente se resuelven suministrando datos que permiten la descripción o delimitación del hecho, fenómeno o proceso sobre el que se pide información; por otra parte, las

⁹⁴ MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016.

preguntas de la categoría en el segundo lugar de afluencia hacen referencia al futuro, la continuidad y la posibilidad de un proceso o hecho.

A pesar de no ser las preguntas definitivas, se puede inferir el camino de indagación hacia el cual apuntan las preguntas, las cuales de acuerdo con las categorías buscan una visión global de aquello por lo cual se indaga, así como que se puedan realizar proyecciones o estén orientadas a promover acciones como consecuencia del trabajo que se lleva a cabo. Sin embargo, por la forma como están formuladas las preguntas se puede apreciar que los estudiantes aún no se han articulado al contexto, se han limitado a formular las preguntas muy al pie de la letra frente al artículo que le correspondió a cada grupo, no hay hasta el momento ninguna propuesta fuera de este parámetro y la intención es que esta contextualización sirva como apoyo más no es el tema específico para cada grupo.

Imagen 6: Taller La pregunta como punto de partida.



Fuente: Autor

Cabe destacar que una vez revisadas y clasificadas las preguntas, dos estudiantes, integrantes cada uno de un grupo diferente consultan si es posible replantear las preguntas desarrolladas en la clase anterior, ya que han estado reflexionando sobre las lecturas socializadas y les han surgido nuevas inquietudes, las cuales quisieran

llevar a cabo por medio de la investigación. Frente a estas solicitudes la educadora les aclara que ese taller era una aproximación a la pregunta, más no necesariamente de ahí debe salir la pregunta de investigación, esta puede cambiar completamente. Dada esta situación, se puede inferir que no es suficiente con el taller en clase para el planteamiento de la pregunta; como ejercicio es enriquecedor y les ofrece los elementos necesarios para un buen planteamiento, pero si se quiere que los estudiantes se involucren y apropien del proceso, el maestro debe estar abierto a los cambios que éstos propongan, ya que en la medida que los estudiantes discuten, analizan y reflexionan, se enriquece el proceso, se fortalecen las propuestas de investigación y el estudiante logra una mejor apropiación de la estrategia metodológica.

5.3.4. Actividad 04: Iniciativas de investigación. Una vez realizado el taller de “la pregunta como punto de partida”, en un primer momento se les solicitó a los grupos la revisión de sus planteamientos y el análisis sobre cuál iba a ser la pregunta de investigación definitiva, se les aclaró que no necesariamente debe estar enfocada en el tema específico que le correspondió inicialmente a cada grupo, si no que pueden realizar la propuesta a la luz del tema que es general para el curso y del cual que cada grupo ha socializado un eje temático. Los grupos se reunieron, analizaron el trabajo anterior y formularon los siguientes interrogantes:

Tabla 12: Preguntas iniciales – Pregunta de Investigación.

GRUPO	TALLER “La pregunta como punto de partida”	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
01	¿Cómo se comporta un tsunami en los distintos puntos del mar? ¿Depende de la profundidad?	¿De qué manera se puede informar a la población de los movimientos sísmicos que se producen a diario?
	¿Cuáles son las causas que generan los tsunamis?	
	¿En qué consiste el sistema de detección y alerta de tsunamis?	
	¿Qué repercusiones o consecuencias trae este fenómeno? Ejemplo o caso.	
	¿En qué se asemeja el comportamiento de una onda y un tsunami?	
	¿Cómo se generan y se comportan los tsunamis? ¿Velocidad, longitud de onda, profundidad y tamaño?	

02	¿Cómo efectuará su lanzamiento PARIS?	¿Qué protocolos de prevención se llevan a cabo en otros países y no se implementan en Colombia frente a una catástrofe natural?
	¿Qué efectos secundarios efectuaría el satélite?	
	¿Cómo alertaría PARIS de un tsunami?	
	¿Cuál es el plan en el caso de daño?	
	¿Qué tecnología implementaría el satélite?	
03	¿Qué sucede bajo tierra en un terremoto?	¿Qué se puede analizar a partir de las evidencias encontradas acerca del origen de la actividad sísmica tanto en Marte como en la Tierra?
	¿Qué evidencias existen para probar que ocurren terremotos en la actualidad?	
	¿Cómo es que solo se han encontrado evidencias de terremotos en una sola zona?	
	¿Qué evoca el nombre Valley Marineris?	
	¿Cuáles son las causas de los terremotos en ese planeta?	
	¿Qué consecuencias y que efecto produce la generación de un terremoto al momento de comparación con la Tierra?	
04	¿Qué mecanismos tecnológicos se pueden implementar en una población que es vulnerable a esos casos naturales?	¿Cuánto conocimiento y que tan preparada está la población (más cercana), para actuar ante un sismo?
	¿Qué mecanismos de prevención han realizado los países?	
	¿Qué tipo de energía será el siguiente paso de la innovación a los ataques sísmicos?	
	¿Cómo con la tecnología y avances en una población se podría prevenir los desastres naturales?	

Fuente: Elaboración propia

Para definir las preguntas de investigación, los grupos diligencian la Bitácora No. 02 (Ver Anexo No. 09), está orientada la misma metodología del taller “la pregunta como punto de partida”, ya que éste fue de entrenamiento, en esta oportunidad tienen la opción de revisar nuevamente sus inquietudes, discutir en grupo y llegar a la puesta en común, la cual se evidencia con el planteamiento de la pregunta.

Teniendo en cuenta las subcategorías de análisis, en primera instancia se buscó que los estudiantes lograran identificar problemas dentro de un tema de investigación, para luego formular una iniciativa o proyecto y delimitarlo dentro de un contexto. Revisando la tabla No. 12, se pueden apreciar las preguntas que cada grupo formuló en el taller y en la primera sesión que corresponde a la Bitácora No. 02, comparando los dos momentos, en el taller, todas las preguntas están orientadas al material didáctico que leyó, desarrolló y expuso cada grupo en la

actividad No. 02 que propone la unidad didáctica, y cuándo ya fue el momento de definir la pregunta de investigación, tres de los cuatro grupos plantearon sus preguntas involucrando el contexto nacional y local, evidenciando apropiación y delimitación dentro de un contexto.

Dado este primer paso, se revisó la segunda subcategoría de análisis, la cual hace referencia a la planificación de la investigación, está la registraron los estudiantes en la Bitácora No. 5 (Ver Anexo No. 09). La recopilación de esta información se realizó de forma digital, ya que los grupos iban entregando avances a través de la mensajería interna que posee la plataforma de la institución y como parte del seguimiento, la educadora retroalimentaba y evaluaba el proceso de investigación. La planificación que establecieron los estudiantes es la siguiente:

Tabla 13: Resultados Bitácora No. 05

GRUPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
01	Consulta de softwares	Se consultará e investigara los softwares que algunas universidades o centros de investigación han habilitado para la población civil.
	Construcción de un formato tipo encuesta	Se diseñará una encuesta que ofrezca la recopilación de datos estadísticos sobre los medios que tienen para obtener información en caso de un sismo.
	Encuestar a los estudiantes	Se encuestará a los estudiantes con el formato ya establecido y revisado por la docente Adriana Meza, para posteriormente procesar la información en un análisis estadístico
	Entrevista a un experto en el tema (Geología)	Se realizará una entrevista a un geólogo sobre los medios de información que posee para obtener datos acerca de sismos, zonas afectadas y sobre los métodos de prevención. Vía Skype
	Repartir folletos sobre los softwares encontrados	Con base en las encuestas y resultados obtenidos, se diseñarán folletos dependiendo del nivel de información que posean los estudiantes, para difundir los softwares gratuitos o métodos para obtener información minuto a minuto sobre los sismos
02	Consulta bibliográfica internacional	Buscar y certificar información sobre los métodos de prevención contra catástrofes en otros países
	Consulta bibliográfica nacional	Buscar y certificar información sobre los métodos de prevención contra catástrofes en Colombia
	Visitar oficina de gestión de	Encontrar información verídica acerca de los protocolos de prevención aplicados en el municipio de Bucaramanga

	riesgo de Bucaramanga	
	Visita a la defensa civil y cruz roja de Bucaramanga	Ampliar los conocimientos sobre las medidas de prevención para el área metropolitana
	Creación del nuevo protocolo gráfico para la institución	Con base a la información adquirida durante el proceso de investigación, se realiza el nuevo protocolo para la institución.
	Impresión del nuevo protocolo del ISJ de la Salle	Para mejorar la presentación de la información del nuevo protocolo se imprime y pega en un lugar visible de la institución.
03	Visita a un experto	Espacio en el cual se interactúa con un representante del grupo Halley perteneciente a la Universidad Industrial de Santander.
	Investigación	Se realizará una investigación a fondo utilizando la información aportada por internet que puede aportar a nuestro proyecto.
04	Encuesta	Se realizarán una serie de preguntas que evidencien los conocimientos que tiene la población ante catástrofes.
	Recolección de Información	Se pasará por los salones a pedir la información básica, para la realización del simulacro, también revisando que estén todos los implementos que se necesitan en este.
	Simulacro	Se realizará un simulacro para mirar en comportamiento de los estudiantes
	Presentación Avances	Se darán a conocer los avances del proyecto investigativo.
	Apoyo Grupo "Terremotos"	Se hablará con el grupo de trabajo que tiene asignado el tema de terremotos, para informarnos sobre lo que aprendieron con la visita a la Cruz Roja.
	Afiches	Se les ofrecerá a los estudiantes de la institución (sede A) un afiche donde puedan evidenciar los pasos que deben realizar en caso de un terremoto.

Fuente: Entregas de los estudiantes

Revisando las estrategias para dar solución o respuesta al problema de investigación que los grupos proponen, se puede evidenciar que los cuatro grupos recurren a la búsqueda de expertos o entidades competentes para su orientación y como referente en el proceso de investigación. Por otra parte, cuatro de los tres grupos involucran el contexto local, ya que en sus planes de trabajo investigativo diseñan las actividades de forma lógica y secuencial, enfocando su producto final hacia la población estudiantil.

Imagen 7: Avances en el trabajo.



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la siguiente subcategoría de análisis, la cual corresponde a la socialización de las experiencias, los procesos y los resultados de la investigación, los grupos entregan un informe final y realizan una sustentación oral del mismo. Con esta entrega se culmina la ruta de aplicación propuesta por Martínez y Buendía⁹⁵ la cual sustenta en el inciso No.08 que “*en la última sesión se presentan los resultados de la investigación, los estudiantes autoevalúan sus resultados de aprendizaje y la educadora evalúa el proceso de intervención*”. Atendiendo a estos elementos, se tuvieron en cuenta tres parámetros, el primero la sustentación oral de los resultados, como segunda instancia la autoevaluación de los aprendizajes por

⁹⁵ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

parte de los estudiantes y por último los resultados de la prueba de salida o prueba de competencias científicas.

5.3.4.1. Sustentación oral de los resultados. Una vez finalizados el proceso de investigación cada grupo presentó de forma oral frente a la clase los resultados de su proyecto.

Imagen 8: Presentación final de resultados.



Fuente: Autor

Para este registro se diseñó una rúbrica (Ver Anexo 13) en la cual se establecieron los parámetros de evaluación y se registraron las apreciaciones frente a socialización que realizaron los estudiantes. En la presentación de resultados, todos los grupos entregaron el respectivo informe escrito y una infografía la cual

sintetizó el proceso de investigación. Adicionalmente, de los cuatro grupos; uno entregó un vídeo con una entrevista a un geólogo, otro grupo donó a la institución los planos con las rutas de evacuación para el primer y segundo piso de la sede A, con dimensiones de 1,50 x 2 m, ya que con los que se cuenta en la institución son pequeños y poco visibles, y un tercer grupo entregó un archivo con el diseño de un afiche informado que hacer en caso de sismo, un archivo audiovisual de las encuestas aplicadas a los grupos de primaria, un registro fotográfico y el link del vídeo en el canal de YouTube⁹⁶ de la institución sobre el simulacro de evacuación que propuso el gobierno nacional y del cual los tres grupos mencionados sirvieron de apoyo en la gestión a la coordinación de acompañamiento humano (Ver Anexo 14). Con estas entregas se evidencia que tres de los cuatro grupos logran involucrar el contexto en sus proyectos de investigación, logrando un impacto positivo ya que surge la preocupación frente a los protocolos de evacuación y atención de desastres, la información que tiene los estudiantes frente al proceder en caso de una catástrofe, y esto los lleva a aplicar sus investigaciones directamente en la institución, revisando protocolos, rutas de evacuación, entrevistando a los estudiantes y convirtiéndose en apoyo logístico del simulacro de evacuación propuesto por el gobierno nacional y que uno de los grupos había propuesto dentro de sus actividades, se aprovechó la coyuntura y los otros dos grupos le apoyaron, articulándose las tres investigaciones sobre un referente común, el protocolo de atención y prevención de desastres en la institución. Cuya evidencia se apoya con las siguientes imágenes:

⁹⁶ https://www.youtube.com/watch?v=f_-OMbKd8N8

Imagen 9: Entrevistas a grupos de primaria.



Fuente: Grupo No. 04

Imagen 10: Simulacro de evacuación.



Fuente: Grupo No. 04

5.3.4.2. Autoevaluación. Una vez realizadas las sustentaciones finales, los estudiantes realizaron una autoevaluación escrita del proceso realizado, en donde dieron cuenta de los aprendizajes alcanzados y sugirieron aspectos por mejorar en el proceso de intervención. Los resultados de la autoevaluación se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 14: Resultados de la Autoevaluación

Aprendizajes alcanzados	Consecuencias de los terremotos.
	Protocolos extranjeros
	Modos de evacuación – medidas de prevención
	Experiencia de trabajo en equipo
	Capacidad para hacer investigaciones de forma didáctica
Aspectos por mejorar	Movimiento ondulatorio y su relación con desastres naturales
	Dar un mayor plazo para la organización del grupo.
	Ampliar el alcance de este tipo de trabajos hacia los otros grados.
	Hacer capacitaciones a la población de cómo actuar ante un sismo.

Fuente: Apuntes de los estudiantes.

En general los estudiantes valoran positivamente el involucrar en contexto a la asignatura, ya que destacan la relación entre la mecánica ondulatoria con los fenómenos naturales y las consecuencias que estos traen, así como la forma de actuar de cada individuo frente a un evento de este tipo. Dentro de las observaciones, solicitan más tiempo de intervención, para proyectar la dinámica de trabajo al resto de la población estudiantil. Los resultados presentados en los dos parámetros evidencian una vez más el impacto positivo de la intervención sobre los estudiantes y se manifiesta en el deseo por trascender este tipo de prácticas a la comunidad educativa.

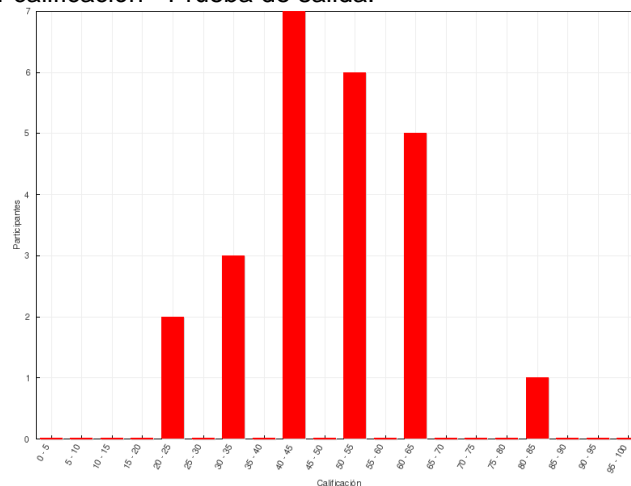
5.3.4.3. Prueba de competencias científicas. Para concluir el proceso de intervención, se aplicó a la población participante una prueba de salida con la intención de comparar sus resultados con la prueba diagnóstica y analizar los

niveles de desarrollo de las competencias de pensamiento científico y sus cambios luego de la intervención pedagógica. Se utilizó como cuestionario de evaluación una prueba liberada de las pruebas saber 11 del MEN (Ver Anexo No. 15).

A diferencia de la prueba diagnóstica que fue de 26 preguntas, esta prueba constó solamente de 10 preguntas, se tuvo que reducir el número de preguntas, ya que por cronograma la fecha de la prueba coincidió con las pruebas acumulativas que aplica la institución al finalizar cada trimestre y estas son estandarizadas. La temática de la prueba es eventos ondulatorios al igual que la diagnóstica, guardando las proporciones las preguntas se organizaron por competencias de la siguiente manera: 3 de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, 3 a explicación de fenómenos y 4 a indagación.

La prueba se aplicó a las 9:30 a.m. del viernes 17 de noviembre de 2017 a los 24 estudiantes del curso 11.02. Para la aplicación de la misma, se utilizó la plataforma Moodle con la que cuenta la institución y se realizó en la sala de informática. Los resultados fueron los siguientes:

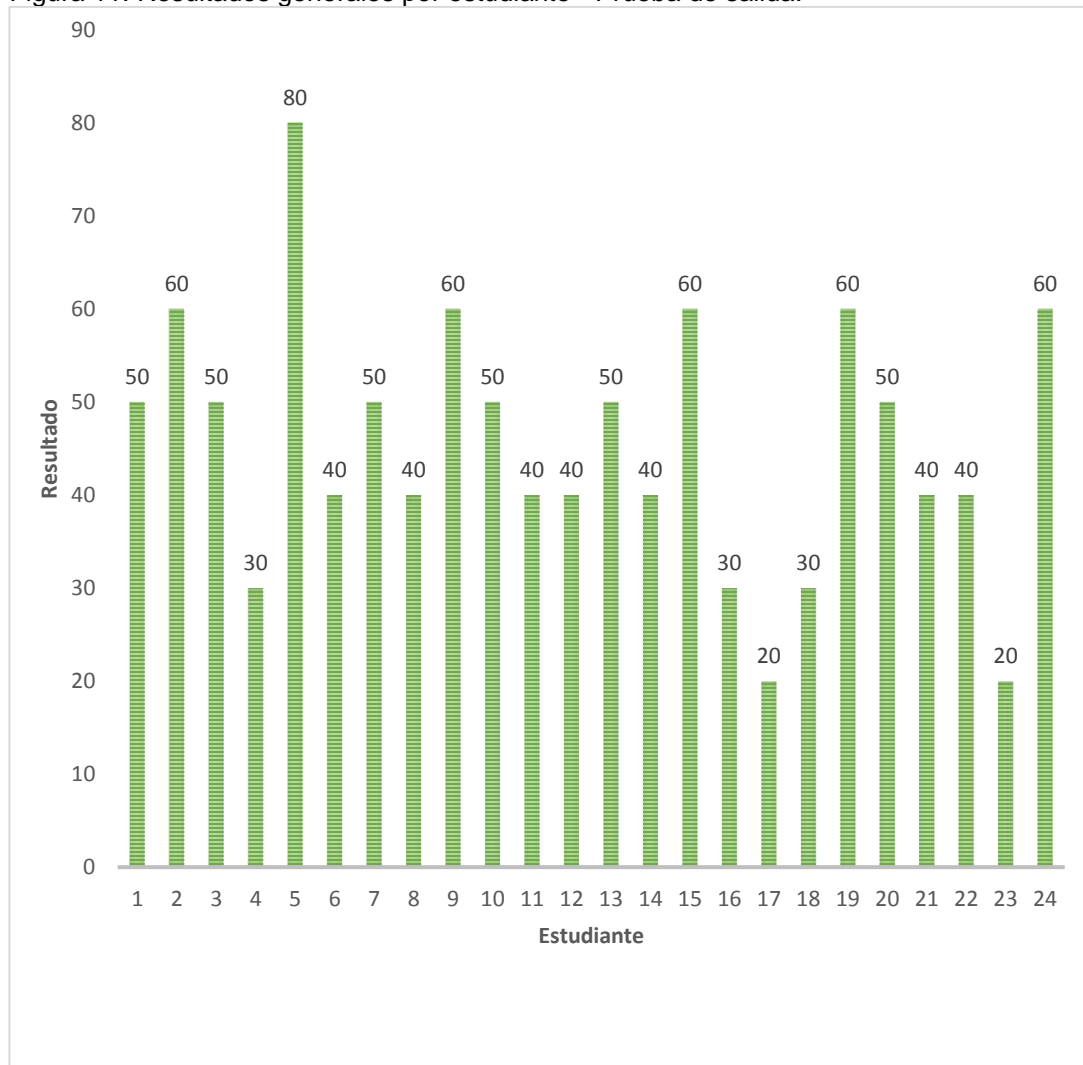
Figura 10. Rangos por calificación - Prueba de salida.



Fuente: Plataforma Moodle, ISJ de La Salle

Estos rangos de calificación los arroja la plataforma Moodle, la cual presenta resultados individuales, registrando el puntaje por pregunta y el tiempo que invirtió cada estudiante en la presentación de la prueba (Ver Anexo No. 16). En la figura No. 11 se aprecia el resultado final por estudiante.

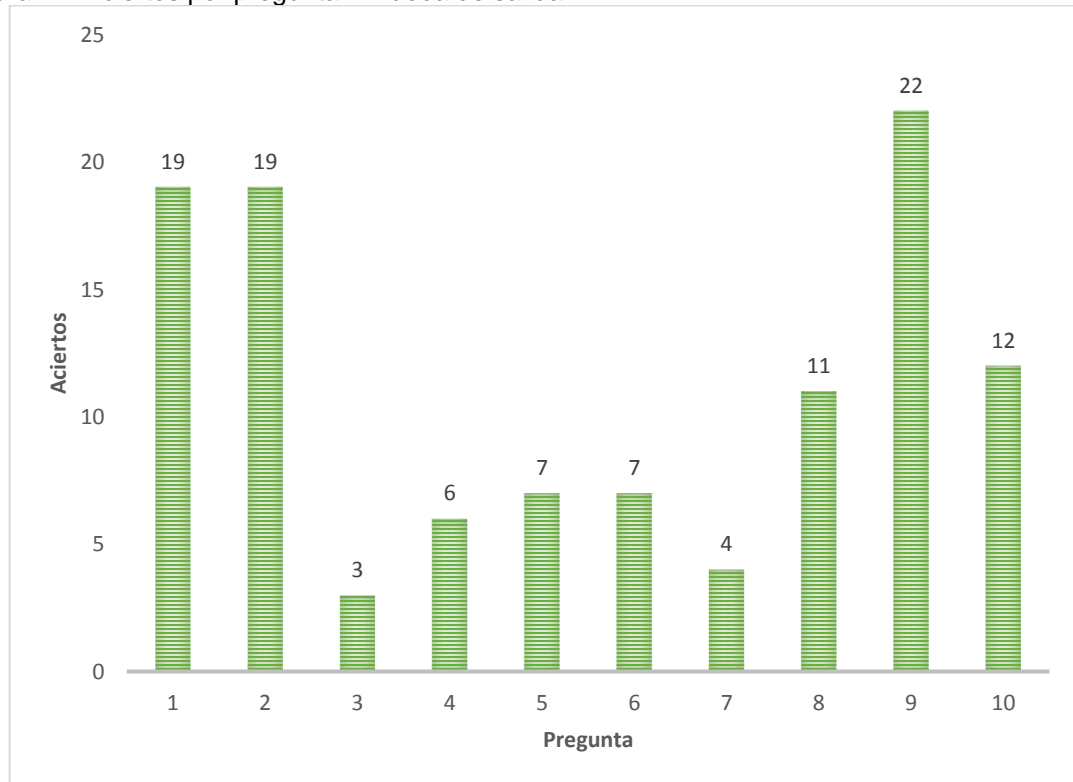
Figura 11: Resultados generales por estudiante - Prueba de salida.



Fuente: Elaboración propia

En sintonía con el análisis realizado en la prueba diagnóstica, se hizo la revisión teniendo en cuenta las preguntas y la cantidad de estudiantes por acierto, los resultados se pueden apreciar en la figura No. 12.

Figura 12. Aciertos por pregunta - Prueba de salida.



Fuente: Elaboración propia

Revisando el panorama general de la prueba plasmado en la figura anterior, se aprecia que; de las 10 preguntas, la número 9 arroja 22 aciertos de 24 posibles, cifra correspondiente al mayor número de aciertos por pregunta que obtuvo la población participante, esta pregunta corresponde a la competencia de indagación, las preguntas 1 y 2 arrojan 19 aciertos, y corresponden a la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. Ahora, analizando los puntajes más bajos,

se encuentra que la pregunta 3 la acertaron 3 estudiantes de 24 posibles, y esta pregunta corresponde a la competencia de explicación de fenómenos.

Las preguntas se clasificaron y ordenaron teniendo en cuenta las competencias, esta distribución se puede apreciar en la siguiente tabla:

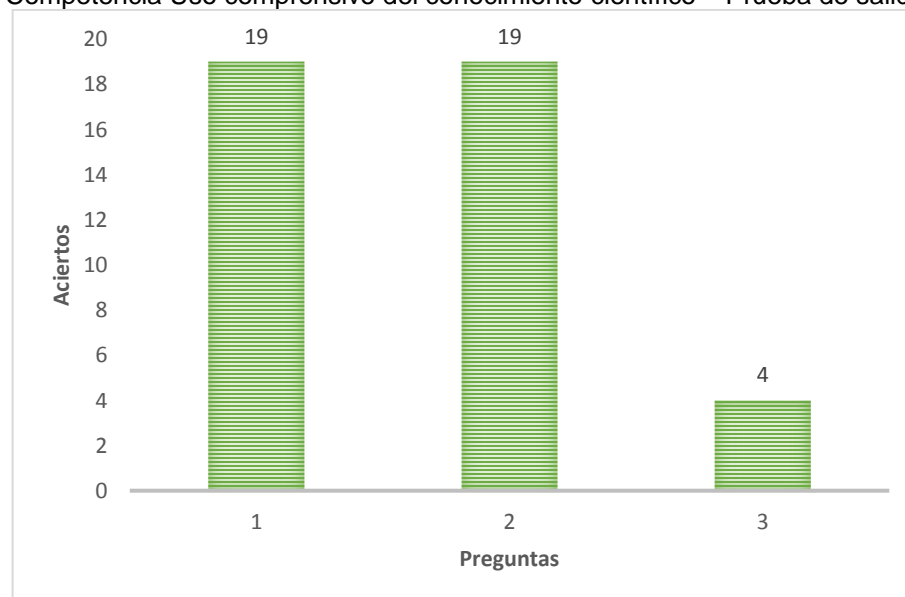
Tabla 15: Distribución de competencias en la prueba de salida

COMPETENCIA	PREGUNTAS
Uso comprensivo del conocimiento científico	1, 2, 7
Explicación de fenómenos	3, 4, 10
Indagación	5, 6, 8, 9

Fuente: Elaboración propia.

Una vez clasificadas las preguntas, se procedió a graficar el número de aciertos por pregunta para cada una de las competencias, obteniendo la información registrada en las figuras 13, 14 y 15.

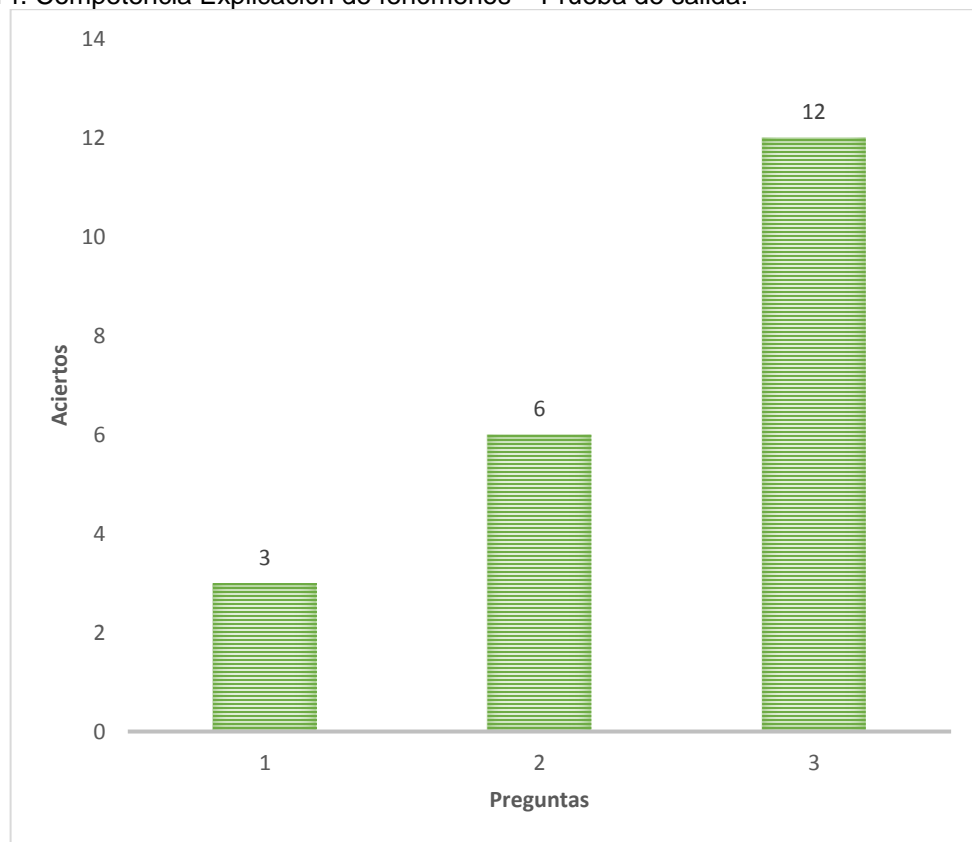
Figura 13. Competencia Uso comprensivo del conocimiento científico – Prueba de salida.



Fuente: Elaboración propia

En la clasificación correspondiente a la figura 13, se observa que en las preguntas 1 y 2 (1 y 2 del cuestionario aplicado) se registra un número de aciertos bastante alto, este resultado corresponde a dos de tres preguntas para esta competencia, resultado satisfactorio frente al parámetro de medición, puesto que esta cifra corresponde al 66.66% del total de preguntas para esta competencia específica.

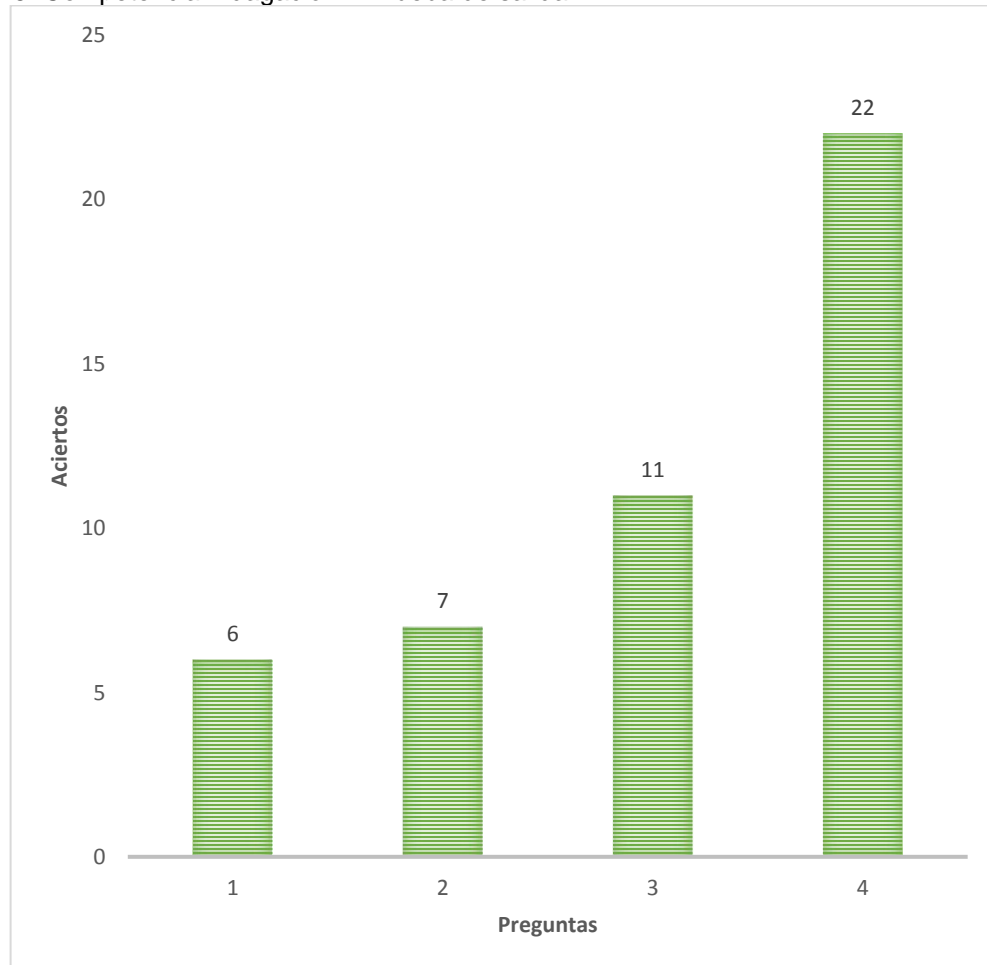
Figura 14. Competencia Explicación de fenómenos – Prueba de salida.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la explicación de fenómenos, de las 3 preguntas aplicadas, 1 arroja un número de aciertos muy bajo, 3 de 24 posibles, esta cantidad de preguntas corresponde al 33,33% para esta competencia.

Figura 15. Competencia Indagación – Prueba de salida.

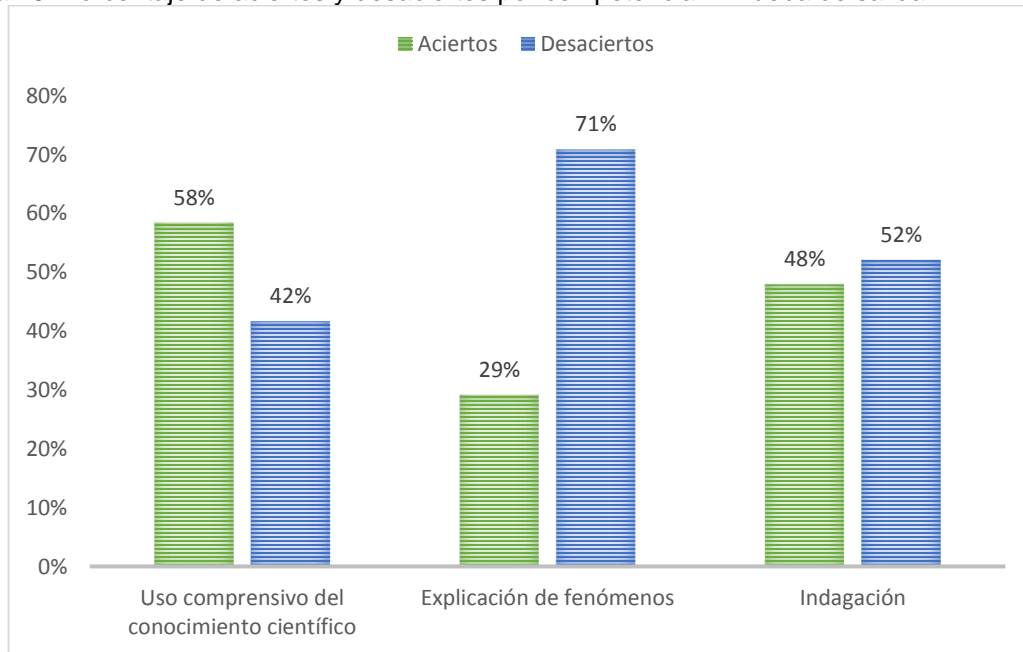


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con la competencia de indagación se observa que los resultados están por encima de los 6 aciertos de 24 posibles.

Para obtener una mayor precisión en el análisis de la prueba diagnóstica, se totalizaron aciertos y desaciertos por competencia y se calculó el respectivo porcentaje, cuya información se registra en la figura 16:

Figura 16: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba de salida.



Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados obtenidos con la prueba diagnóstica, se evidenció un incremento en los aciertos en cada una de las tres competencias, destacándose un aumento del 10% en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, y de acuerdo con el ICFES, al fortalecer esta competencia se logra que los estudiantes⁹⁷:

⁹⁷ ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°. 3ra edición. Bogotá, 2016. P. 82

1. Identifiquen las características de algunos fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.
2. Asocien fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico.

5.4. HALLAZGOS

Tomando como referente la pregunta: ¿De qué manera la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) articulada al componente CTS fortalece el desarrollo de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga?, formulada al inicio del documento, se puede afirmar que al implementar una propuesta fundamentada en aprendizaje basado en la investigación, se fortalecen competencias de pensamiento científico en los estudiantes puesto que desarrollan habilidades procedimentales que le permiten contrastar sus hipótesis mediante el planteamiento de situaciones relacionadas con problemáticas de su entorno cercano, diseñar un plan para abordarlas, elaborar un diario de campo, presentar informes, seleccionar información, comprender y producir textos. Así mismo, desarrollan habilidades actitudinales propias de la actividad científica como la capacidad de preguntarse, de maravillarse, de asombrarse y comprender el mundo que los rodea, de establecer relaciones conceptuales que den cuenta de un fenómeno natural, al igual que las habilidades que se desprenden del trabajo en equipo⁹⁸.

Retomando los objetivos específicos planteados, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

⁹⁸ ARTETA, J., et al. Desarrollo de Actitud y Pensamiento Científico a partir del aprendizaje significativo de conceptos en Ciencias Naturales a través de la Enseñanza por Investigación. *Grupo de Investigación: Biología, Enseñanza y Realidades Profesores Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia, 2002. p. 2*

Objetivo 1: Determinar el nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico que poseen los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa San José de la Salle de Bucaramanga.

Dentro del proceso metodológico de la investigación, este objetivo corresponde a la fase del diagnóstico, y para dar cumplimiento al mismo, se diseñó un cuestionario de preguntas cerradas, el cual se aplicó como prueba diagnóstica compuesta por 26 preguntas de selección múltiple con única respuesta, en las que se evaluaron las competencias: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, abordando los contenidos correspondientes a la mecánica ondulatoria.

En relación con los resultados, se obtuvo un promedio por debajo del 50% en las tres competencias al totalizar y comparar aciertos y desaciertos en cada una de las preguntas, estos resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 16: Porcentaje de aciertos y desaciertos por competencia – Prueba diagnóstica.

COMPETENCIA	ACIERTOS	DESACIERTOS
Uso comprensivo del conocimiento científico.	48%	52%
Explicación de fenómenos	28%	72%
Indagación	44%	56%

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados obtenidos, es evidente la debilidad que tienen los estudiantes para adquirir y generar conocimientos⁹⁹, es decir un bajo nivel de nivel de desarrollo de las competencias de pensamiento científico. Según Hernández¹⁰⁰, se puede afirmar que parte del problema se debe a que el estudiante acostumbra a

⁹⁹ HERNÁNDEZ, Carlos. ¿Qué son las competencias científicas? Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación, 2005. p. 3.

¹⁰⁰ Ibid, p. 6

repetir un concepto científico sin comprenderlo, y el fin de estos conceptos es el de ampliar la mirada para construir una forma de pensar más universal y consistente con el mundo que los rodea. El estudiante que se limita a memorizar conceptos sin establecer conexiones con sus experiencias reduce las ciencias a nombres, taxonomías, números, fórmulas y procedimientos mecánicos, los cuales constituyen un obstáculo frente al aprendizaje de las ciencias ya que no desarrolla la capacidad de argumentar o discurrir con coherencia lógica, lo cual limita su capacidad para resolver problemas previamente planteados en los lenguajes científicos que emplea la ciencia escolar¹⁰¹.

Objetivo 2: Definir las características de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI), integrando el componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11°.

Este segundo objetivo corresponde a la fase de diseño e implementación que se definió dentro del proceso metodológico de la investigación, para su ejecución y cumplimiento se realizó el análisis de los resultados de la prueba diagnóstica y a partir de ahí se elaboró una unidad didáctica acorde con los conceptos fundamentales de la mecánica ondulatoria. Se diseñaron cuatro actividades enmarcadas hacia la apropiación y construcción de conocimientos cimentados en la experiencia práctica, el trabajo autónomo, el aprendizaje colaborativo y por descubrimiento¹⁰², que le permitieron al estudiante conectar el aprendizaje en el contexto de un problema.

¹⁰¹ HERNÁNDEZ, Carlos. ¿Qué son las competencias científicas? *Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación, 2005. p. 6.*

¹⁰² PEÑAHERRERA, M., CHILUIZA, K. y ORTIZ, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. *En: Journal for Educators, Teachers and Trainers [en línea], Vol. 5(2) (septiembre, 2014) < http://www.ugr.es/~jett/pdf/Vol5%282%29_015_jett_Penaherrera_Chiluiza_Ortiz.pdf > [citado en marzo 17 de 2017] ISSN 1989-9572. p. 4*

Las actividades de esta unidad didáctica se definieron de la siguiente manera:

Actividad 01: Lectura y discusión del artículo: **CONDICIONANTES SOCIO – TÉCNICAS DE LAS DECISIONES POLÍTICAS. EL TSUNAMI DEL 27F EN CHILE**¹⁰³. Ronald Cancino Salas y Andrés G. Seguel.

La finalidad de esta primera actividad fue presentar al estudiantado una situación en contexto que involucrara la mecánica ondulatoria, como tema de discusión para ofrecer herramientas de análisis y reflexión frente a la iniciativa de investigación que desarrollarían en el transcurso de esta intervención pedagógica. Por otra parte, destacar el vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad, mediante el análisis del problema frente a una catástrofe natural y las decisiones políticas que implica.

Se puede asegurar que con esta actividad los estudiantes tuvieron un primer acercamiento a la noción de competencia científica ya que se relacionaron con la lectura acontecimientos como el temblor del 10 de marzo de 2015 al discutir sobre el fenómeno natural y su relación con la mecánica ondulatoria, y la tragedia de Armero al tratar lo referente a las decisiones políticas y económicas frente a la alerta de evacuación y como lo plantea Quintanilla¹⁰⁴, competencia científica es la capacidad del educando para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos, con el fin de demostrar de manera no reproductiva que es capaz de comprender la ciencia. Por otra parte, el plantear la situación desde el enfoque de CTS se puede asegurar que el proceso de aprendizaje en los jóvenes se hace más sencillo, como lo argumenta Palacios¹⁰⁵, gracias a que el contenido

¹⁰³<http://www.revistacts.net/volumen-9-numero-25/137-dossier/580-condicionantes-socio-tecnicas-de-las-decisiones-politicas-el-tsunami-del-27f-en-chile>

¹⁰⁴ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

¹⁰⁵ PALACIOS, Eduardo Marino García, et al. *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. Pág 148

está situado en el contexto y se encuentra relacionado con experiencias extraescolares de los estudiantes.

Actividad 02: Distribución en los grupos de trabajo del material didáctico para su lectura, desarrollo y exposición.

El propósito de esta actividad fue conocer y compartir contextos en donde se aplica la mecánica ondulatoria los cuales que convergen en el estudio de los movimientos sísmicos, para ofrecer una herramienta de análisis que le proporcione al educando los elementos que le permitirán proponer una pregunta de investigación.

De esta actividad se destacan las intervenciones de los estudiantes E2 y E3:

“El estudiante E2 se levanta de su puesto y se acerca a la educadora, para aclarar inquietudes sobre el artículo que le corresponde, el cual se titula *“Un satélite para detectar tsunamis desde el espacio”* en donde mencionan en un apartado la evolución de las olas en el océano y éste relaciona los datos allí mencionados con el comportamiento ondulatorio, la educadora le aclara la relación frente a la amplitud y la longitud de la onda, llevando la información de las olas al dibujarla en el tablero, para que el joven pueda apreciar mejor el fenómeno ondulatorio”

“El estudiante E3, al cual le correspondió el artículo *“La ola que sale del fondo del mar”*, se acerca a la educadora para aclarar una inquietud sobre su artículo, éste toma los expógrafos y dibuja en el tablero una onda, y allí se genera una discusión entre el tamaño de las olas y la evidencia clara de transporte de energía y no de materia, argumento empírico que narran los pescadores que menciona el artículo, y que para el estudiante no es claro, dada las consecuencias de la catástrofe en la costa que menciona el mismo. En la discusión, se evocan las propiedades de las ondas y se llevan al contexto que el joven está analizando”

En sus contribuciones dan cuenta del deseo por explicar, justificar, concluir e hipotetizar¹⁰⁶ sobre la situación que se les ha propuesto para analizar, con esto se puede asegurar que están abordando un problema científico por medio de las competencias de pensamiento científico, confirmando así que la ciencia no empieza en los hechos, sino en las preguntas, y estas dependen del marco teórico desde el cual se formulan¹⁰⁷.

Otra intervención para destacar es la del estudiante E4:

“El estudiante E4, integrante del grupo 01, hace una exposición muy fluida del tema asignado, demostrando una buena apropiación del tema, comenta que el artículo presenta un análisis sobre el origen de un maremoto, teniendo como referente el maremoto de Japón en el 2011; explica lo que sucede con los maremotos, sus posibles causas como el deslizamiento de las tierras submarinas o la erupción volcánica submarina, las cuales provocan una gran liberación de energía y la relación entre la velocidad y la profundidad al apreciarse el fenómeno en altamar o en la costa, también explica como en el momento en que se genera la ola, esta es muy destructiva, no solo la que entra en la costa, sino también la que se devuelve”

Aquí se puede apreciar la fluidez y el dominio del tema, gracias a la contextualización del mismo, sin mencionarlo hace referencia al fenómeno ondulatorio de reflexión cuando menciona la ola que entra a la costa y se regresa, allí presenta una evidencia clara de la articulación de los conceptos formales vistos en clase con el enfoque CTS, ya que se ubica en el contexto y describe claramente los fenómenos ondulatorios y las propiedades de las ondas.

¹⁰⁶ URIBE RIVERA, Malva Elisa; LABARRERE SARDUY, A.; SANTOS ALCÁNTARA, M. Competencias de pensamiento científico y resolución de problemas de genética simulados computacionalmente. su contribución al aprendizaje de la Biología. *Enseñanza de las ciencias*, 2009, no Extra, p. 1515.

¹⁰⁷ CHAMIZO, José Antonio; IZQUIERDO, Mercè. Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2007, vol. 51, p. 13.

Actividad 03: Taller “LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS”¹⁰⁸ – La pregunta como punto de partida para iniciar el proceso de investigación.

Como su nombre lo indica, la intención es que los estudiantes formulen una pregunta de investigación a la luz de los artículos leídos y socializados en las dos actividades previas anteriores. Las preguntas que formularon los estudiantes son de diversa índole, según la categorización propuesta por M. E. Manjarrés¹⁰⁹: 8 descriptivas, 5 predictivas, 3 de explicación causal, 3 de gestión, 2 de comprobación y 1 de generalización o definición, para un total de 21, las cuales se revisaron, discutieron y analizaron por cada uno de los grupos y en la medida en que los estudiantes reflexionaban, se enriqueció el proceso y lograron definir la pregunta de investigación, como se presenta a continuación:

Tabla 17: Preguntas de investigación.

GRUPO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
01	¿De qué manera se puede informar a la población de los movimientos sísmicos que se producen a diario?
02	¿Qué protocolos de prevención se llevan a cabo en otros países y no se implementan en Colombia frente a una catástrofe natural?
03	¿Qué se puede analizar a partir de las evidencias encontradas acerca del origen de la actividad sísmica tanto en Marte como en la Tierra?
04	¿Cuánto conocimiento y que tan preparada está la población (más cercana), para actuar ante un sismo?

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que tres de los cuatro grupos plantearon sus preguntas involucrando el contexto nacional y local, evidenciando apropiación y delimitación dentro de un contexto.

¹⁰⁸ MANJARRÉS, M; MEJÍA, M; GIRALDO, J. Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación: Guía de la investigación y de la innovación del Programa Ondas, p 25 - 34

¹⁰⁹ MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016.

Actividad 04: Desarrollo de una iniciativa de investigación en contexto, a la luz de los contenedores trabajado en las actividades anteriores.

Consiste en la puesta en marcha de una iniciativa de investigación por parte del estudiantado, la cual busca dar respuesta a la pregunta formulada en la actividad anterior. Se realiza en varias etapas, en las cuales los estudiantes presentan avances de acuerdo con los tiempos establecidos por la educadora, los cuales cada grupo ajusta para elaborar su propio plan de trabajo. Esta actividad finaliza con la presentación de los resultados de investigación.

Se destaca en primera instancia que los estudiantes lograron identificar problemas y formular la pregunta de investigación delimitada dentro de un contexto. Seguidamente, para dar solución al problema los grupos buscan expertos o entidades competentes como referente orientador hacia proceso de investigación, el cual en cuatro de las tres iniciativas propuestas involucran el contexto local, y en sus planes de trabajo las actividades son estructuradas de forma lógica y secuencial, enfocando su producto final hacia la población estudiantil.

Objetivo 3: Detallar la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) para fortalecer las competencias de pensamiento científico en los estudiantes del grado 11°.

Atendiendo al proceso metodológico de la investigación, este objetivo corresponde a la fase de diseño e implementación. Una vez diseñada la unidad didáctica, ésta se aplica teniendo en cuenta el plan de acción respecto a las cuatro actividades propuestas, las que se enmarcan en la ruta de aplicación propuesta por Martínez y

Buendía¹¹⁰ y que detalla el proceso que se debe seguir cuándo se trabaja bajo la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación.

Una vez ejecutado el plan de acción se evidencia que:

Las actividades No. 01 y 02 ofrecieron a los estudiantes las bases de interacción frente al proyecto, cuyo rol de pensador autónomo les permitió herramientas para generar su propia comprensión del mundo. Por otra parte, el rol de la educadora fue el de presentar a los educandos un plan tentativo de aprendizaje que tuviera las características y el lenguaje de las ciencias en cuestión, para promover en ellos el desarrollo de las competencias de pensamiento científico.

Por otra parte, las actividades No. 03 y 04 se orientan según la ruta de aplicación de Martínez y Buendía¹¹¹ para que los estudiantes propongan el problema de investigación, diseñen e implementen la aplicación de la misma y presenten resultados. Finalmente se realiza la autoevaluación de los resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes y la evaluación del proceso de intervención por parte de la educadora.

Respecto a la presentación de resultados, se evidencia que los estudiantes involucran el contexto en sus proyectos de investigación, logrando un impacto positivo ya que aplican sus investigaciones directamente en la institución, revisando protocolos, rutas de evacuación, entrevistando a los estudiantes y convirtiéndose en apoyo logístico del simulacro de evacuación propuesto por el gobierno nacional, articulados sobre un referente común, el protocolo de atención y prevención de desastres en la institución.

¹¹⁰ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

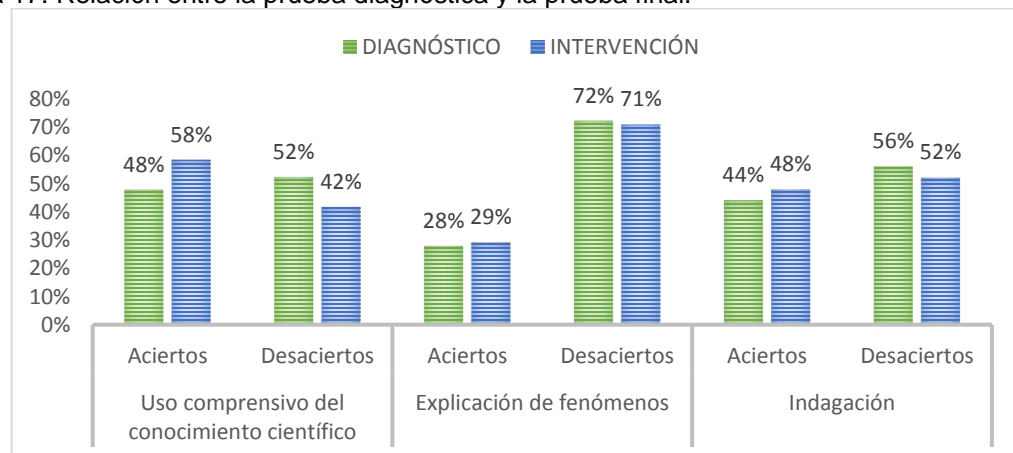
¹¹¹ BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. Pág. 2.

Frente a la autoevaluación del proceso, los estudiantes valoran positivamente el involucrar en contexto a la asignatura, ya que destacan la relación entre la mecánica ondulatoria con los fenómenos naturales y las consecuencias que estos traen, así como la forma de actuar de cada individuo frente a un evento de este tipo. Dentro de las observaciones, solicitan más tiempo de intervención, para proyectar la dinámica de trabajo al resto de la población estudiantil. Los resultados presentados en los dos parámetros evidencian una vez más el impacto positivo de la intervención sobre los estudiantes y se manifiesta en el deseo por trascender este tipo de prácticas a la comunidad educativa

Objetivo 4: Analizar la incidencia del aprendizaje basado en investigación (ABI) en cuánto al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes de grado 11° y la práctica pedagógica del maestro.

Con este objetivo se cierra el proceso metodológico de la investigación, ya que corresponde a la fase de evaluación y en esta se analiza el proceso mediante la aplicación de una prueba de competencias científicas, la cual se compara con la prueba diagnóstica y arroja los siguientes resultados:

Figura 17: Relación entre la prueba diagnóstica y la prueba final.



Fuente: Elaboración propia.

Analizando los resultados se puede afirmar que la intervención pedagógica contribuyó al fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes.

Al tener en cuenta las apreciaciones de los estudiantes en la autoevaluación del proceso con respecto a la práctica pedagógica, se puede afirmar que es necesario involucrar el contexto a los contenidos de la asignatura, articulación posible desde el componente de Ciencia, tecnología y sociedad (CTS); esto implica en el educador una actitud abierta frente a las inquietudes de los estudiantes, que los impulse a preguntarse, buscar alternativas y los haga pensar reflexivamente frente a la apropiación científica, social y cultural que se derive¹¹².

¹¹² QUINTANILLA, Mario. El dilema epistemológico y didáctico en el curriculum de la enseñanza de las ciencias ¿Como abordarlo en un enfoque CTS? Pensamiento Educativo. Vol. 25 (diciembre 1999), pp. 299-331.

6. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proceso de investigación se plantean las siguientes conclusiones a la luz de la pregunta problema y los objetivos de investigación:

- Con respecto a la estrategia didáctica de Aprendizaje basado en Investigación (ABI) se puede afirmar que fortalece en el estudiante la capacidad para definir, distinguir, analizar, criticar, cuestionar, establecer relaciones, causas y consecuencias; fomentando en estos el desarrollo de habilidades y hábitos de pensamiento los cuales al abordarse desde las ciencias naturales - física, se traducen en competencias de pensamiento científico.
- Por otra parte, se evidencia el desarrollo de las competencias de pensamiento científico en los estudiantes mediante la actitud y disposición al momento de diseñar el método que conduce a la solución del problema propuesto, demostrando de esta manera una mente abierta, objetiva y crítica que le permite tomar conciencia de sus capacidades de análisis, las cuales se hacen evidentes al involucrar el contexto y proyectar sus iniciativas de investigación sobre el mismo.
- El enfoque en Ciencia, tecnología y sociedad (CTS) permite que el estudiante dentro de su proceso de aprendizaje involucre experiencia, cultura y lenguaje, tomando especial importancia este último, debido a los procesos de comunicación necesarios dentro de la unidad didáctica, ya que se articulan los significados y la conceptualización científica entre educadora, disciplina y estudiante.
- Se puede afirmar que la unidad didáctica aplicada bajo el enfoque CTS conduce a los estudiantes a tomar una actitud responsable en relación con la naturaleza

y la calidad de vida; a hacer conciencia frente a los contenidos científicos y sus implicaciones en el bienestar de las personas; a tomar decisiones con relación a las opciones mencionadas anteriormente teniendo en cuenta elementos científicos, técnicos, éticos, económicos y políticos; a realizar acciones individuales y colectivas responsables, llevando a la práctica las iniciativas de investigación propuestas en pro del bien común.

- El impacto que se logró directamente en la institución fue gracias a la articulación de la estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación (ABI) al componente de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), ya que la dinámica de trabajo propuesta motivó a los estudiantes a indagar sobre su realidad más próxima y a realizar acciones en beneficio de la comunidad estudiantil.

7. RECOMENDACIONES

Al finalizar el proceso de investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Independientemente de la estrategia didáctica que el educador adopte en las clases de ciencias naturales – física, se sugiere transformarlas en un espacio de investigación – acción para el maestro de tal forma que en el ejercicio de la enseñanza se permita reconstruir significados y potenciarlos de acuerdo con el modelo didáctico adoptado.
- Es importante tener en cuenta que, dentro de los procesos de formación en ciencias, se debe apuntar más a la formación de personas científicamente alfabetizadas que a la formación de científicos; es decir, potenciar en los estudiantes los valores propios de la ciencia de tal manera que logren entender sus aportes a la sociedad y tengan en cuenta los aspectos éticos necesarios para un uso responsable de la misma.
- Desde la perspectiva de los estudiantes, es conveniente aplicar una estrategia didáctica de aprendizaje basado en investigación ya que le da la libertad a éste de generar sus preguntas y ser protagonista de su proceso de aprendizaje.
- Articular en la estrategia didáctica el componente de ciencia, tecnología y sociedad, facilita la inmersión del contexto en los contenidos de la asignatura, que contribuye a una apropiación social de la ciencia, lo cual optimiza el proceso de enseñanza en el maestro, como el de aprendizaje en los estudiantes.

8. CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA E INVESTIGATIVA

Al término de la investigación, se destacan los siguientes aportes académicos e investigativos:

En el ámbito académico, la investigación dinamiza los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias naturales – física en el Instituto San José de la Salle, ya que se propone una estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), articulada al componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en beneficio del fortalecimiento de las competencias de pensamiento científico.

En el ámbito investigativo el documento socializa los resultados frente a la implementación de la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Investigación articulada al componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el nivel de educación media, contribuyendo así a la construcción del saber pedagógico en la didáctica de las ciencias naturales – física que posibilita de esta manera un sustento teórico para nuevas investigaciones en el desarrollo de las competencias de pensamiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

AIKENHEAD, Glen. Science, technology, and society: learning for the modern world. STS education: a rose by any other name. En: Roger Cross. A visión for science education: responding to the work of Peter Fensham. New York: RoutledgeFalmer, 2003. p. 114 – 124

ARTETA, J., et al. Desarrollo de Actitud y Pensamiento Científico a partir del aprendizaje significativo de conceptos en Ciencias Naturales a través de la Enseñanza por Investigación. *Grupo de Investigación: Biología, Enseñanza y Realidades Profesores Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia, 2002.*

BUENDÍA ESPINOSA, Agustín. Aprendizaje Basado en Investigación. En: XXIII REUNIÓN DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN (37196: 2005: Monterrey, Nuevo León, México). Memorias de la XXIII Reunión de Intercambio de Experiencias en Estudios sobre Educación. México: Tecnológico de Monterrey, 2005. 8p.

CAMPANARIO, Juan Miguel; MOYA, Aida. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas [en línea]. Vol. 17, Núm. 2 (1999) <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21572/21406>> [citado en 11 de noviembre de 2016]

CAÑAL DE LEÓN, Pedro. Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. En: Revista Investigación en la escuela. No. 38 (1999); p. 15-36. ISSN 0213-7771

CHAMIZO, José Antonio; IZQUIERDO, Mercè. Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. 2007. Vol. 51, p. 13.

CHINN, Clark A.; MALHOTRA, Betina A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. En: *Science Education* [en línea]. Vol. 86, No. 2 (2002) <doi:10.1002/sce.10001> [citado en 4 de noviembre de 2016]

GAGLIARDI, Raúl. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. En: *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol. 4, No. 1 (1986), p. 30-35. ISSN 0212-4521

GARCÍA CONTRERAS, Germán Antonio; LADINO OSPINA, Yolanda. Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. En: *Studiositas* [en línea] Vol. 3, No. 8 (2008). <<http://hdl.handle.net/10983/533>> [citado en 9 de noviembre de 2016]. ISSN-e 1909-0366

GORDILLO, Mariano Martín, et al. Educación, Ciencia, tecnología y sociedad. Primera Edición. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. 84 p. (Colección Documentos de Trabajo, No. 3) ISBN 978-84-7666-215-1

HERNÁNDEZ, Carlos. ¿Qué son las competencias científicas? *Ponencia presentada en el Foro Educativo Nacional. Madrid: Ministerio de Educación, 2005.*

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos. y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Mc Graw-Hill, 2010. 656 p. ISBN: 978-607-15-0291-9

IBÁÑEZ, Ximena, et al. Desarrollo de actitudes y pensamiento científico a través de proyectos de investigación en la escuela: una propuesta de innovación en las prácticas de enseñanza de las ciencias. En: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, VII CONGRESO, (Número extra: 2005: Bogotá). p. 1-6

ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°. Bogotá, 2013.

ICFES, Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado Saber 11°. 3ra edición. Bogotá, 2016.

LATORRE, Antonio. La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona: Editorial Graó, 2003. 138 p. (Serie formación y desarrollo del profesorado, Serie fundamentos de la Educación; No. 179) ISBN: 978-84-7827-292-1

LIEBEL, Manfred. Niños investigadores. En: Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana. No. 78 (2007); p. 6-18. ISSN 0424-9674

LIGUORI, Liliana; NOSTE, María Irene. Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales. Santa Fé, Ar: Homo sapiens, 2007. 172 p. (Series didácticas, Vol. 10) ISBN 8466567895 9788466567893

MALO SALAVARRIETA, Diana Alejandra. Inducción a la investigación desde la educación básica como proyección a la educación superior. En: Studiositas [en línea] Vol. 2, (3) (2007). <<http://hdl.handle.net/10983/510>> [citado en 19 de junio de 2017]. ISSN 1909-0366

MANJARRÉS, M; MEJÍA, M; GIRALDO, J. Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación: Guía de la investigación y de la innovación del Programa Ondas. (2009). ISBN: 978-958-8290-17-1.

MANJARRÉS, M.; MEJÍA, M. El lugar de maestras y maestros en Ondas. Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas. 2010.

MANJARRÉS, María Elena, et al. La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. 2016.

MARTÍNEZ, Miguel. La investigación cualitativa (síntesis conceptual). En: Revista de investigación en psicología (IIPSI). Vol. 9, No. 1 (2006), p. 123-146. ISSN 1560 – 909X

MEN, M. D. Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Ministerio de Educación Nacional*, 1998.

MENDIETA, Luis Martín. Proyecto Atenea: Macroproyecto. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Pedagogía. 2016. p. 1

McKERNAN, James. Investigación-acción y curriculum: métodos y recursos para profesionales reflexivos. Madrid: Ediciones Morata, 2001. 312 p. (Colección pedagogía) ISBN: 84-7112-438-6

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: Formar en ciencias: ¡El desafío! Bogotá, 2004.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá, 2006.

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. CTS [en línea] <http://www.oei.es/historico/cts.htm> [citado en 4 de noviembre de 2016]

ORTEGA, Francisco Javier Ruiz. Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. En: Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Vol. 3; No. 2 (julio – diciembre, 2007); p. 41-60. ISSN: 1900-9895

PALACIOS, Eduardo Marino García, et al. *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001.

PEÑAHERRERA, M., CHILUIZA, K. y ORTIZ, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. En: Journal for Educators, Teachers and Trainers [en línea], Vol. 5(2) (septiembre, 2014) < http://www.ugr.es/~jett/pdf/Vol5%282%29_015_jett_Penaherrera_Chiluiza_Ortiz.pdf > [citado en marzo 17 de 2017] ISSN 1989-9572

QUINTANILLA, Mario. El dilema epistemológico y didáctico en el curriculum de la enseñanza de las ciencias ¿Como abordarlo en un enfoque CTS? *Pensamiento Educativo*. Vol. 25 (diciembre 1999), pp. 299-331.

QUINTANILLA, Mario. Equidad y calidad de la educación científica en América Latina: algunas reflexiones para un debate sobre los modelos de formación inicial y continua de los profesores de ciencia. Encuentro Regional de Educación Científica. Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la UNESCO. Santiago de Chile 2004. p. 1 – 20

QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a

través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 2013. No. Extra, p. 2901-2906.

QUINTANILLA, Mario, et al. Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2014. ISBN 978-956-353-764-2

ROJAS, Héctor. La importancia de las políticas públicas de formación en investigación de niños, niñas y jóvenes en Colombia, para el desarrollo social. En: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Vol. 6, No 2 (mar., 2008); p.885 – 906. ISSN 2027-7679

ROJAS DÍAZ, Guillermo. La investigación como estrategia didáctica en la construcción del conocimiento escolar. En: Revista EDU-FISICA [en línea], Vol. 202 (29 de mayo de 2009) < <http://www.edu-fisica.com/Revista%20/INVESTIGACIONCOMO.pdf>> [citado en 24 de marzo de 2017] ISSN 2027 – 453X

ROJAS, Mauricio., MÉNDEZ, Raquel. Cómo enseñar a investigar. Un reto para la pedagogía universitaria. En: Educación y Educadores. Vol. 16, No. 1 (enero – abril de 2013), pp. 95-108. ISSN 0123 - 1294

TECNOLÓGICO DE MONTERREY. Qué es Aprendizaje Basado en Investigación [en línea] < http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abi/ges.htm> [citado en 3 de noviembre de 2016]

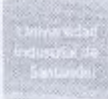

URIBE RIVERA, Malva Elisa; LABARRERE SARDUY, A.; SANTOS ALCÁNTARA, M. Competencias de pensamiento científico y resolución de problemas de genética simulados computacionalmente. su contribución al aprendizaje de la Biología. *Enseñanza de las ciencias*. 2009. No. Extra.

VELASCO, Andrés. Investigación dirigida como modelo didáctico en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Caso de los estudiantes del sexto grado de la Institución Educativa La Laguna Sede E “El Regadero”. Bucaramanga, 2012, 147 h. Trabajo de grado (Maestría en Pedagogía). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Educación



ANEXO 3: Consentimiento Informado a Padres de Familia.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

CONSENTIMIENTO INFORMADO A PADRES DE FAMILIA

Yo Rosa Elena Galvis Garcia, identificado(a) con cédula de ciudadanía No. 28.011.103 de Simacota, representante legal del estudiante Pedro Andres Castro Galvis del grado 11.02; he sido informado(a) sobre la participación del estudiante, en la investigación de la educadora **ADRIANA MEZA RINCÓN**, de la Maestría en Pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, bajo la dirección del Mg. **LUIS MARTÍN MENDIETA**. El objetivo de este estudio es: **Implementar la estrategia didáctica aprendizaje basado en investigación (ABI) articulada al componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer el desarrollo de la competencia pensamiento científico.**

Si usted autoriza la participación del estudiante, a éste se le pedirá responder una prueba diagnóstica, participar en las sesiones del proyecto y finalmente contestar una prueba de competencias científicas; todo esto con el fin de transformar el proceso de aprendizaje del estudiante. Tenga en cuenta que las sesiones del proyecto serán grabadas para realizar un análisis del proceso; sin embargo, la información recolectada es confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las respuestas serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede formular preguntas o inquietudes en cualquier momento.

Luego de haber sido informado(a) sobre las condiciones de participación del estudiante, entiendo que:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA



- Los resultados del proyecto de investigación no tendrán repercusiones en las calificaciones o actividades escolares.
- La participación del estudiante no generará ningún gasto, ni recibirá remuneración alguna por su participación.
- No habrá ninguna sanción en caso que no se autorice la participación del estudiante.
- Los videos o grabaciones de las sesiones de clase, serán utilizados únicamente con fines pedagógicos y como evidencia de la práctica educativa del docente.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados (Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2012) y de forma consciente y voluntaria:

DOY EL CONSENTIMIENTO NO DOY EL CONSENTIMIENTO

Desde ya le agradezco su valiosa participación.

Nombre del padre de familia Firma del padre de familia
Rosa Elena Galvis Garcia Elena Galvis Garcia
2940143

Nombre de mi hijo (a) participante Fecha:
Pedro Andres Castro Galvis Septiembre 12 / 2017

ANEXO 4: Asentimiento Informado a Estudiantes.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA

ASENTIMIENTO INFORMADO A ESTUDIANTES

Yo, María Paz Angarita Amado estudiante del grado 11.02 del ISJ de La Salle, acepto participar voluntariamente en la investigación dirigida por la educadora **ADRIANA MEZA RINCÓN**. He sido informado(a) que el objetivo principal de este estudio es: **Implementar la estrategia didáctica aprendizaje basado en Investigación (ABI) articulada al componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para fortalecer el desarrollo de la competencia pensamiento científico.**

Me han indicado también que tendré que responder una prueba diagnóstica, participar en las sesiones del proyecto y finalmente contestar una prueba de competencias científicas.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento, sin que esto acarree perjuicio alguno para mí persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo realizar contacto con quien lo dirige al correo adrimeza1@yahoo.es




Firma del Participante

María Paz Angarita Amado

Fecha

Agosto 29, 2017

ANEXO 5: Prueba diagnóstica

 	<p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA</p> <p>INSTITUTO SAN JOSÉ DE LA SALLE PRUEBA DIAGNÓSTICA ÁREA CIENCIAS NATURALES – FÍSICA EDUCADORA: ADRIANA MEZA R.</p>	
---	---	---

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____ **GRADO:** _____

OBJETIVO: identificar el nivel de competencias científicas en que se encuentran los estudiantes del grado 11 de la sede A del Instituto San José de la Salle.

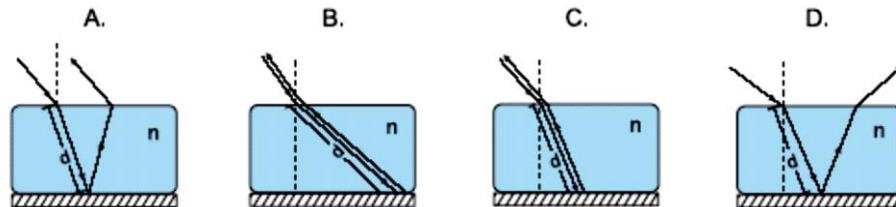
CONFIDENCIALIDAD: la información que se recolecte por medio de esta prueba será utilizada exclusivamente para el desarrollo del trabajo de grado de Adriana Meza R., estudiante de la Maestría en Pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, quien agradece su colaboración por la información suministrada.

INSTRUCCIONES: Cada pregunta consta de un enunciado y cuatro opciones de respuestas, de las cuales usted debe elegir la más acertada.

EVENTOS ONDULATORIOS¹¹³

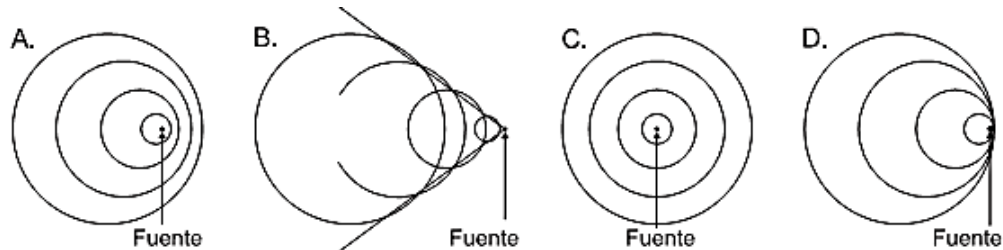
Se relaciona con la forma como se caracteriza un movimiento ondulatorio y lo que sucede cuando una onda interactúa con un cuerpo o con otra onda. Se incluyen los conceptos de propagación, interferencia, refracción, difracción, reflexión y efecto Doppler.

1. Un rayo de luz incide sobre un bloque de hielo transparente que está colocado sobre un espejo plano. De los siguientes, el que representa adecuadamente el correspondiente esquema de rayos luminosos, es:

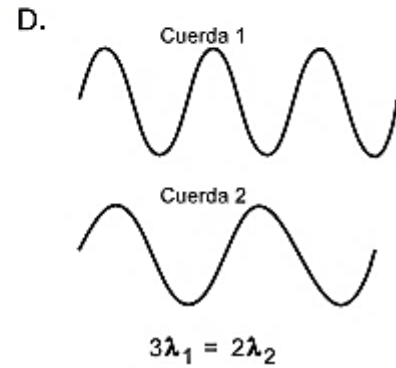
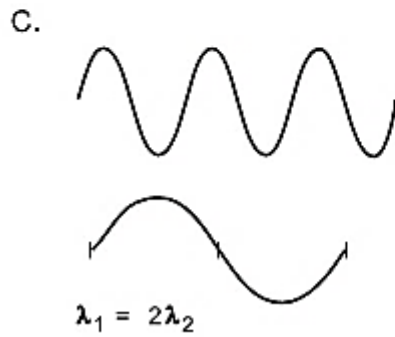
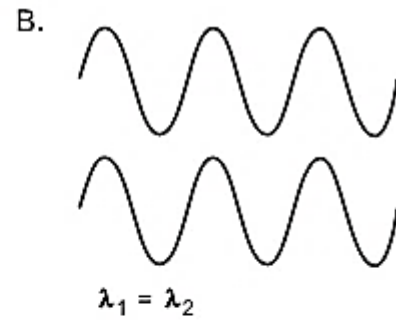
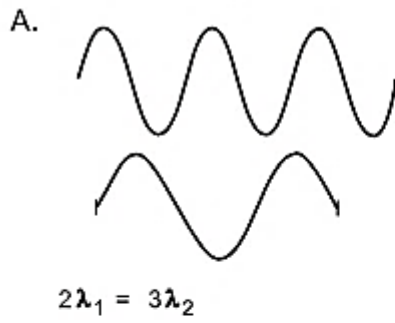


¹¹³ (Académico-Pedagógico, s.f.)

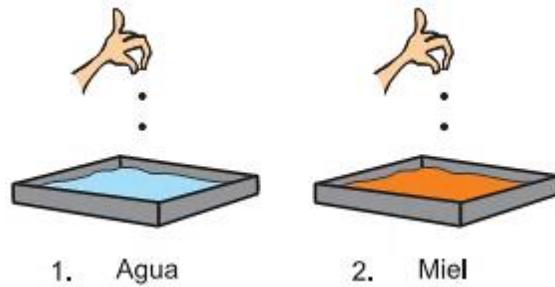
2. Cuando una fuente sonora se mueve con una velocidad mayor que la velocidad de propagación del sonido en el medio se genera una onda de choque, que se escucha como una explosión, porque las crestas de varias ondas se superponen. De las siguientes figuras ¿cuál podría ilustrar una onda de choque?



3. La caja de la guitarra tiene una forma que favorece la resonancia del aire con la onda sonora producida por la cuerda de la guitarra. Supongamos que la guitarra tuviera una caja cuadrada en lugar de la caja actual, es correcto afirmar que en relación con una guitarra normal.
- A. la amplitud del movimiento de las partículas del aire es menor, cambiando la intensidad del sonido producido
 - B. la longitud de onda del sonido disminuye modificando el tono del sonido escuchado
 - C. la velocidad de propagación de la onda aumenta variando la intensidad del sonido percibido
 - D. la frecuencia de la onda disminuye aumentando el tono del sonido percibido
4. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es

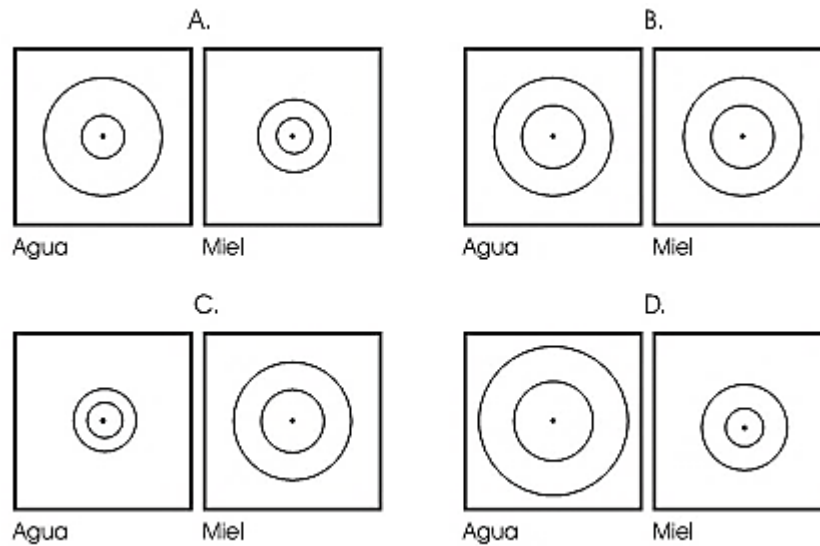


CONTESTE LAS PREGUNTAS 5 Y 6 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN



En dos bandejas 1 y 2 idénticas se sueltan dos piedritas a intervalos iguales de tiempo. La bandeja 1 está llena con agua y la bandeja 2 con miel. Simultáneamente se toman fotografías de cada bandeja.

5. La figura que mejor ilustra las formas de las ondas generadas en las superficies de los fluidos es



6. Comparando las características de las ondas generadas en el agua y en la miel se puede afirmar que las que se generan en agua se propagan con
- mayor frecuencia que las ondas en la bandeja 2
 - mayor longitud de onda que las ondas en la bandeja 2
 - igual longitud de onda que las ondas en la bandeja 2
 - menor rapidez que las ondas en la bandeja 2
7. La siguiente tabla muestra la velocidad de propagación del sonido en diferentes materiales, que se encuentran a diferentes temperaturas

	Material	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)
1	Hule vulcanizado	0	54
2	Vapor de agua	0	401
3	Helio líquido	0	970
4	Agua dulce	25	1493
5	Agua dulce	30	1496
6	Agua de mar	20	1513

De acuerdo con los datos de la tabla, tres estudiantes hacen las siguientes afirmaciones:

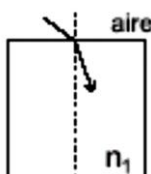
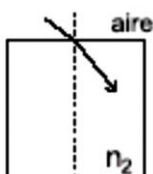
Estudiante 1: Si la temperatura de un mismo material se aumenta, la rapidez del sonido aumenta siempre y cuando se mantenga la misma presión.

Estudiante 2: La velocidad de propagación del sonido no sólo depende de la temperatura, ya que, en distintos materiales, sometidos a la misma temperatura, la rapidez de propagación del sonido es diferente.

Estudiante 3: Es muy probable que la rapidez de propagación del sonido en el agua de mar a 300°C y a una atmósfera de presión sea igual que el agua dulce en esas mismas condiciones.

¿Cuál o cuáles de estas afirmaciones de los estudiantes es más congruente (s)?

- A. sólo la del estudiante 1
 - B. las de los estudiantes 1 y 2
 - C. sólo la del estudiante 3
 - D. las de los estudiantes 1 y 3
8. Dos rayos de luz roja se refractan en dos materiales de índices de refracción n_1 y n_2 , tales que $n_1 > n_2$. El índice de refracción de un material se define como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en ese material.



Si λ_1, f_1, v_1 y λ_2, f_2, v_2 son las longitudes de onda, frecuencia y velocidades de los rayos refractados en los materiales 1 y 2 respectivamente, se puede afirmar que

- A. $\lambda_1 = \lambda_2$ y $f_1 > f_2$ y $v_1 > v_2$
- B. $\lambda_1 < \lambda_2$ y $f_1 = f_2$ y $v_1 < v_2$
- C. $\lambda_1 < \lambda_2$ y $f_1 < f_2$ y $v_1 < v_2$
- D. $\lambda_1 > \lambda_2$ y $f_1 > f_2$ y $v_1 > v_2$

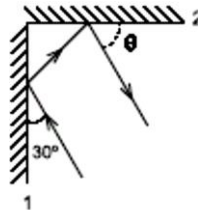
USE LA SITUACIÓN SIGUIENTE PARA CONTESTAR LAS PREGUNTAS 9 Y 10

Un parlante emite a una frecuencia fija dada.

9. Es correcto afirmar que un observador escuchará un sonido
- A. de mayor frecuencia si el observador o el parlante se mueve (n) acercándose entre sí
 - B. de menor frecuencia si el observador se aleja o si el parlante se acerca
 - C. de menor frecuencia si el parlante se acerca y el observador se acerca
 - D. de mayor frecuencia si el parlante o el observador se alejan entre sí
10. Considere que el parlante se reemplaza por una fuente de luz amarilla. De la anterior situación es correcto afirmar que

- A. si la fuente de luz se acerca rápidamente se observa una mayor frecuencia, es decir, la luz se corre al color rojo
- B. si la fuente de luz se aleja rápidamente se observa una mayor frecuencia, es decir, la luz se corre al color azul
- C. si la fuente de luz se aleja rápidamente se observa una menor frecuencia, es decir, la luz se corre al color rojo
- D. si la fuente de luz se acerca rápidamente la longitud de onda observada es mayor, es decir, la luz se corre al color azul

11. Dos espejos planos se colocan sobre una mesa formando un ángulo de 90°, como ilustra la figura.

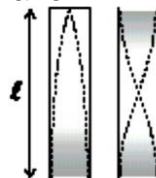


Un rayo luminoso incide sobre el espejo 1 formando el ángulo indicado de 30°. El ángulo Θ que forma el rayo emergente con el espejo 2, vale

- A. 15°
- B. 30°
- C. 45°
- D. 60°

RESPONDA LAS PREGUNTAS 12 A 14 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En la figura se muestran gráficamente el primer armónico que se produce en un tubo abierto y uno cerrado de la misma longitud R . La región sombreada representa la mayor densidad de moléculas de aire.



12. En esta situación, la longitud del tubo abierto en términos de su correspondiente longitud de onda es

- A. $\frac{\lambda}{2}$
- B. 2λ
- C. λ
- D. 4λ

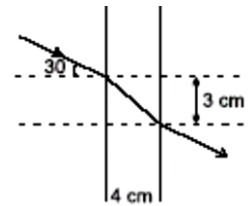
13. Si f_a y f_c son, respectivamente, las frecuencias de los primeros armónicos del tubo abierto y del cerrado, entonces

- A. $f_a = f_c$
- B. $2f_a = f_c$
- C. $f_a = 2f_c$
- D. $f_a = \frac{f_c}{4}$

14. Al aumentar la longitud de los tubos de la situación anterior en la misma proporción, se cumple que

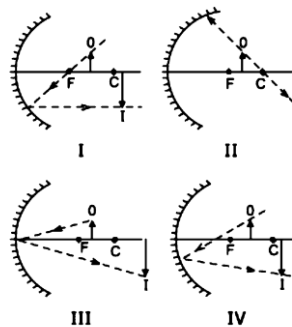
- A. la frecuencia del tubo abierto disminuye mientras la del cerrado aumenta
- B. la frecuencia del tubo abierto aumenta mientras la del cerrado disminuye
- C. las frecuencias de los dos tubos aumentan
- D. las frecuencias de los dos tubos disminuyen

15. Un haz monocromático incide sobre una lámina de caras paralelas formando un ángulo de 30° con la normal a la lámina. El espesor de la lámina es de 4 cm y el desplazamiento lateral cuando el haz emerge de la lámina es de 3 cm. De los siguientes valores ¿cuál corresponde al índice de refracción de la lámina, respecto al medio exterior?



- A. $5/6$
- B. $3/10$
- C. $1/2$
- D. 1

16. Un espejo cóncavo forma de un objeto O la imagen I. De los siguientes diagramas de rayos luminosos que parten de O hacia el espejo (F es foco y C centro de curvatura)



Los que están bien dibujados son

- A. sólo el I y el II
- B. sólo el II
- C. sólo el III
- D. todos

17. Una persona hipermetrópe no puede ver con nitidez objetos cercanos. Tres estudiantes explican el defecto óptico y dan solución a éste de la siguiente manera:

Estudiante 1: sucede, porque la imagen se forma detrás de la retina y se corrige con una lente convergente

Estudiante 2: sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con una lente divergente

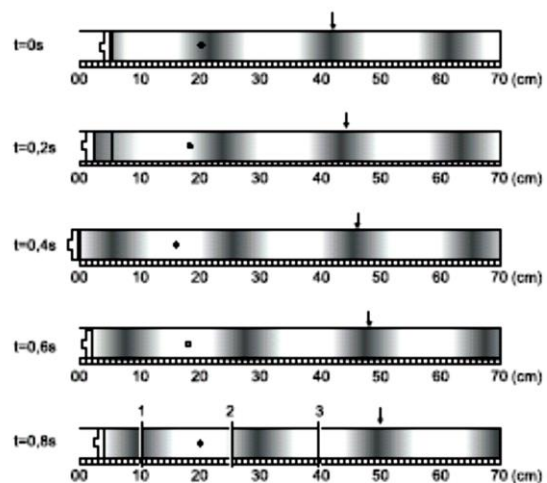
Estudiante 3: sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con una lente convergente

El análisis de estas afirmaciones permite concluir que

- A. las explicaciones de 2 y 3 son correctas pero la solución de 3 no lo es
- B. la explicación de 1 y su solución son correctas
- C. la explicación de 3 y su solución son correctas
- D. la explicación de 2 y su solución son correctas

RESPONDA LAS PREGUNTAS 18 A 20 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En el extremo izquierdo de un tubo abierto, un pistón se mueve con movimiento armónico simple. El siguiente diagrama corresponde a cinco estados consecutivos del sistema en los tiempos indicados. En cada imagen la flecha señala la posición de la "cresta" de la onda generada y el punto representa la posición de una molécula de gas que en $t = 0$ segundos está en su posición de equilibrio.



18. La velocidad de la onda es

- A. 0,1 m/s
- B. 0,25 m/s

- C. 1 cm/s
- D. 2,5 cm/s

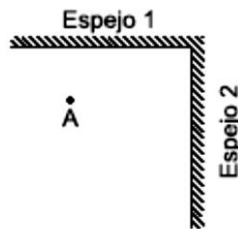
19. Si T es el periodo de la onda, el intervalo de tiempo entre dos imágenes sucesivas de la gráfica corresponde a

- A. $T/2$
- B. T
- C. $T/4$
- D. $T/8$

20. En la imagen que corresponde a $t = 0,8$ s las regiones que se encuentran a mínima y máxima presión son, respectivamente

- A. 1 y 3
- B. 3 y 1
- C. 3 y 2
- D. 1 y 2

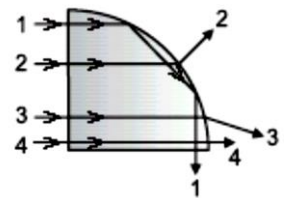
21. Se tienen 2 espejos planos perpendiculares entre sí, como indica la figura



El número de imágenes de sí mismo que ve un observador parado en el punto A es

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5

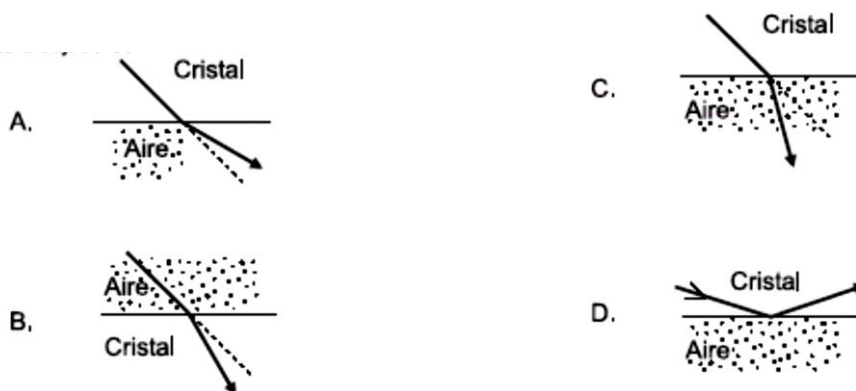
22. Un prisma de índice de refracción igual a 2,5 está conformado por un cristal cuya forma es un cuarto de cilindro, como muestra la figura. Cuatro rayos paralelos inciden sobre una de las caras planas. Los rayos cuyas trayectorias están incorrectamente dibujadas son



- A. 1, 2 y 4
- B. 2 y 3
- C. sólo el 1

D. sólo el 2

23. El índice de refracción del cristal respecto al aire es igual a $4/3$ ($n_{c-a} = 1,33$). De los siguientes diagramas, que muestran rayos de luz incidiendo en uno u otro medio, el que está incorrectamente dibujado es



24. Un flautista hace sonar su instrumento durante 5 segundos en una nota cuya frecuencia es de 55Hz. El número de longitudes de onda que emite la flauta en este intervalo de tiempo es

- A. 275
- B. 11
- C. 66
- D. 30

RESPONDA LAS PREGUNTAS 25 Y 26 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

Una persona deja caer periódicamente esferas sobre un punto de la superficie de una piscina. Después de 2 s observa que se han formado 20 frentes de onda y que la rapidez de avance de ellos es de 10 m/s.

25. 0,2 s después de haber arrojado la primera esfera la cantidad de frentes de onda que observa es

- A. 0
- B. 2
- C. 10
- D. 0,1

26. La longitud de onda de estas perturbaciones es igual a

- A. 100 m.
- B. 20 m.

C. 5 m.

D. 1 m.

Pregunta	Clave	Tópico	Competencia
1	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
2	B	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
3	A	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
4	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
5	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
6	B	Eventos ondulatorios	Indagación
7	B	Eventos ondulatorios	Indagación
8	B	Eventos ondulatorios	Indagación
9	A	Eventos ondulatorios	Indagación
10	C	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
11	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
12	A	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
13	C	Eventos ondulatorios	Indagación
14	D	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
15	A	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
16	A	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
17	B	Eventos ondulatorios	Indagación
18	A	Eventos ondulatorios	Indagación
19	D	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
20	B	Eventos ondulatorios	Indagación
21	B	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
22	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
23	C	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
24	A	Eventos ondulatorios	Indagación
25	B	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
26	D	Eventos ondulatorios	Indagación

ANEXO 6: Tabla de resultados de la prueba diagnóstica.

Tiempo requerido	Calificación n/100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
57 minutos 14 segundos	34	4	0	0	4	4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
42 minutos 14 segundos	53	0	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	
49 minutos 31 segundos	42	0	0	0	4	4	4	4	0	4	0	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	0	
31 minutos 10 segundos	34	4	4	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	4	0	
49 minutos 53 segundos	50	4	0	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	
36 minutos 57 segundos	42	4	0	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	
43 minutos 53 segundos	38	4	0	0	4	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	-	0	4	4	0	
38 minutos 31 segundos	46	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	0	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	4	0	
40 minutos 57 segundos	30	4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
33 minutos 37 segundos	50	4	4	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	4	4	0	0	4	0	0	4	4	0	0	
48 minutos 59 segundos	50	4	0	4	4	4	4	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	0	4	
44 minutos 51 segundos	38	4	4	4	4	4	0	4	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
35 minutos 22 segundos	11	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	
32 minutos 6 segundos	34	0	4	4	4	4	4	4	0	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46 minutos 36 segundos	38	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	
48 minutos 53 segundos	50	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	
36 minutos 26 segundos	38	0	4	0	4	4	4	4	0	0	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	
41 minutos 26 segundos	42	0	0	4	4	0	4	4	0	4	0	0	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4	0	
40 minutos 7 segundos	46	4	0	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	
48 minutos 29 segundos	46	4	0	4	4	4	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	4	4	0	0	0	4	4	0	

Esta tabla de resultados la arroja la plataforma Moodle que ofrece el ISJ de la Salle como recurso para la acción educativa. En ella se puede apreciar el tiempo que empleó cada estudiante en la presentación de la prueba, la calificación obtenida y el resultado en cada una de las preguntas. Los colores se agregaron para identificar la competencia a que corresponde a cada pregunta. Amarillo para la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, verde para explicación de fenómenos y azul para indagación.

3. LAS PERTURBACIONES DE LAS ONDAS

«No es que sea muy inteligente, es sólo que llevo mucho tiempo entre problemas».
Albert Einstein



«Las perturbaciones generan ondas. Las ondas se superponen o combinan, dando lugar a nuevas perturbaciones u ondas de mayor intensidad⁷, las cuales se transmiten y se reflejan; al reflejarse, vuelven en forma de respuesta para modificar la perturbación inicial».

Xua: —Profesor Einstein, ¿puede explicarnos nuevamente qué es una perturbación?

Einstein: —Cuando uno camina en la noche por un lugar oscuro y enciende una lámpara o una linterna, de inmediato ve lo que hay a su alrededor: ha producido una onda luminosa que permite ver los objetos. El murciélago hace algo similar, emitiendo ondas de sonido que se reflejan en los objetos cercanos. ¿Qué creen que hay de común en los dos casos?

Teo: —Por la explicación que nos dio antes, diría que en ambos casos se produce una perturbación y una respuesta.

Einstein: —Sí, chicos. Así como esas perturbaciones producen la onda sonora o luminosa que obliga a los objetos a manifestarse, las preguntas generan respuestas; de esas respuestas quedan interrogantes que los llevan

a hacer nuevas preguntas: son como ondas que rebotan o se reflejan.

Xua: —¿Es lo mismo que ocurre con las radiografías?

Einstein: —Ese es un buen ejemplo, Xua. Los rayos X son ondas no visibles al ojo humano. Esos rayos hacen una marca en la placa fotográfica, donde queda el registro de algo que de otra manera no se podría ver. Con lo que revelan, se puede tomar una decisión, como por ejemplo hacer una intervención quirúrgica en la parte del cuerpo que presenta una dolencia.

Luna: —Entonces, las preguntas que nos hacemos nos llevan a conocer más.

Nacho: —Mejor dicho, señores, la pregunta genera la onda de la investigación y de la innovación.

Raúl: —Así es. En la Onda de la investigación y de la innovación, las preguntas son una herramienta muy importante; por medio de las preguntas y de las observaciones, los niños y las niñas llegan a conocer mejor el mundo.

Leonor: —Por eso es tan importante cuestionarnos sobre nuestro entorno. De la pregunta que se hizo Einstein sobre lo que pasaría si se montara en un rayo de luz, resultó su famosa teoría de la relatividad.

7. La intensidad de una onda mide el valor de energía que puede transmitir.

Bufeo: —Preguntar es lo que hacemos todo el tiempo. Por eso podemos ser buenos investigadores.

Omacha: —Pero ¿qué nos motiva a hacernos tantas preguntas?

Raúl: —Las motivaciones para formularnos preguntas pueden ser múltiples. La primera suele ser la curiosidad. Pero van surgiendo otras; por ejemplo, buscar solución a un problema o a una necesidad, explorar el mejor camino para aclarar una situación confusa, cualquier motivación es válida.

Leonor: —Uno puede preguntarse sobre muchas cosas: por ejemplo, ¿por qué el agua moja? ¿Por qué en nuestra comunidad hay tantas niñas embarazadas? ¿Habrá vida en otros planetas? ¿Tendrán color los átomos? ¿Cómo se reproducen los virus?

Raúl: —Todas las preguntas son valiosas, tanto las relacionadas con las problemáticas de su comunidad, como las que buscan respuesta a interrogantes sobre las lejanas galaxias; las que surgen de la observación de los organismos macroscópicos o de aquellos invisibles al ojo humano o microscópicos.

Nacho: —¿Y con cualquiera de ellas podemos hacer una investigación?

Leonor: —No, no todas son preguntas de investigación. Les propongo que busquemos por la red a nuestros amigos investigadores para que discutamos con ellos cuándo una pregunta puede motivar una investigación.

Luna: —Listo. Vamos a conectarnos con ellos ahora mismo.



EN LÍNEA

Xua
Virginia
Teo
Agustín
Jorge
María Cristina

NO CONECTADO

Bufo
Omacha
Nacho
Luna

Actividad 1. Las preguntas de investigación

Xua dice: —Hola, amigos. Tenemos una pregunta... sobre la pregunta.

Virginia dice: —Hola, Xua, ¿de qué se trata?

Teo dice: —¿Cuándo una pregunta es de investigación?

Don Agustín dice: —La respuesta no es sencilla. Es más fácil reconocer una pregunta que no es de investigación.

Jorge dice: —Normalmente las preguntas que se hacen los niños, las niñas y los jóvenes surgen de lo que ellos observan o conocen. Sin embargo, estas preguntas en ocasiones se responden con una sencilla consulta, sin necesidad de seguir un proceso de investigación.

Virginia dice: —Sí, Jorge tiene razón. A veces partimos de preguntas que podemos respondernos nosotros mismos o discutiéndolas con nuestros amigos, familiares y maestros, o consultando en los libros o en internet, con una entrevista o una encuesta.

María Cristina dice: —Hay otras que requieren un proceso organizado para responderlas. Entre estas últimas están las llamadas preguntas de investigación. Ese proceso es el que se realiza en grupo.

Teo dice: —¡Chao! Nos vemos cuando hayamos seleccionado la o las preguntas que orientarán nuestro proceso de investigación, para que nos ayuden a revisar si son realmente preguntas de investigación.

Xua: —Con los integrantes del grupo y los maestros que nos acompañan, vamos a formular nuestras preguntas y a seleccionar las que son de investigación.

Actividad 2. Oleada de preguntas

Leonor: —Para seleccionar la pregunta de investigación, les propongo que juguemos a

la oleada de preguntas. El juego consiste en que cada integrante hace preguntas sobre lo que le preocupa o lo que quisiera investigar, y el relator del grupo las va registrando en la libreta de apuntes.

Teo: —Yo siempre me he preguntado si Colombia es un país rico o un país pobre.

Nacho: —En la clase de geografía nos dijeron que Colombia es rico en recursos naturales.

Raúl: —Sería importante preguntarse cuáles son esos recursos.

Luna: —Sí, profe. Tenemos dos mares, tres cordilleras en los cuales se encuentran diversidad de plantas, animales y microorganismos, que viven en diferentes hábitats, como ríos, lagunas, selvas, bosques, sabanas, páramos, entre otros.

Bufo: —Si Colombia es un país rico, ¿por qué hay tantos niños en la calle?

Omacha: —Se me ocurre otra pregunta: ¿cuál es la mayor riqueza de Colombia?

Luna: —Mi maestra dice que somos los niños y las niñas.

Nacho: —Si los niños y las niñas son la mayor riqueza de Colombia, ¿por qué los adultos les vulneran sus derechos?

Raúl: —Muy bien, muchachos. Ya ven qué fácil es formular preguntas. Con los miembros de su grupo de investigación, jueguen a la oleada de preguntas, las que los investigadores llamamos: preguntas iniciales o espontáneas; registrenlas con este título en su libreta de apuntes.

Actividad 3. Seleccionar una o varias preguntas

Leonor: —Como podemos observar, los integrantes del grupo tienen muchas preguntas, algunas de las cuales descartamos porque ya han tenido una respuesta inmediata por parte del grupo; sin embargo, aún nos quedan muchas y debemos elegir una; o varias, porque todas no las podemos responder en una sola investigación.



Raúl: —Les propongo que antes de iniciar el ejercicio de selección de preguntas, conozcamos la experiencia de la investigación que realizó Teo el año pasado con su grupo, sobre la palma real.

Teo: —Está bien. Comencemos por describir la situación que generó la investigación de Teo. La palma real es una planta muy apreciada para la construcción de viviendas y otras cosas; además, sirve para hacer artesanías y elaborar algunos productos de consumo humano y animal. Infortunadamente se ha explotado de manera indiscriminada, disminuyendo la población de palmas y perjudicando a otros organismos asociados al hábitat que propicia esta planta.

Xua: —Bueno, ¿y cuáles fueron las preguntas que se hicieron?

Teo: —Las preguntas que nos formulamos en el grupo de investigación, a partir de esta situación, fueron:

- ¿Cómo perciben los abuelos la ausencia de un estudio de impacto ambiental?
- ¿Cuál es la percepción de los jóvenes y de los niños y niñas que habitan esa región con respecto al daño ecológico?
- ¿Cuáles son las soluciones a los problemas ocasionados por la explotación inadecuada de la palma real?
- ¿Cuáles fueron las consecuencias de la deforestación?
- ¿Cómo remediarlas a mediano y largo plazos?

Leonor: —Fijense, muchachos, que cada una de esas preguntas, bien formulada, habría

sido suficiente para desarrollar una investigación.

Teo: —Sí, profe, tiene razón; fue muy difícil seleccionar una pregunta; para hacerlo tuvimos que hablar con varias personas de la comunidad y consultar en libros e internet; con la información recogida, revisamos cada una de las preguntas.

Raúl: —¿Y a qué acuerdo llegaron?

Teo: —Pues mire, profe: como la cuarta pregunta ya tenía una respuesta que habían encontrado otros investigadores, la sacamos; la última también, porque era muy complicada para responderla con los recursos que tenía el grupo.

Leonor: —¿Y entonces cuál o cuáles seleccionaron?

Teo: —Luego de una discusión grupal, por consenso se decidió unir las tres primeras preguntas en una sola: ¿cómo percibían los habitantes de la región el problema de la palma real y cuáles podrían ser nuestras propuestas para solucionarlo?

Leonor: —A partir de este ejemplo, revisemos el listado de las preguntas iniciales y espontáneas que hemos formulado y registrado en nuestra libreta de apuntes, atendiendo a las recomendaciones que les daremos Raúl y yo.

Raúl: —Primero, intentemos responder las preguntas que cada miembro del grupo formuló. Si obtenemos fácilmente la respuesta o la pregunta se responde con un sí o un no, es muy probable que estemos frente a un interrogante que no requiere un proceso de investigación para resolverlo; o frente a otro



que quizá, con sólo comentarlo entre nosotros o con otros, encontremos la respuesta.

Leonor: —Segundo, registremos en nuestra libreta de apuntes las preguntas que no pudimos responder o aquellas que no tienen una respuesta conocida por los investigadores.

Raúl: —Tercero, ahora verifiquemos si las preguntas que no pudimos responder las han respondido otros investigadores o personas de la comunidad.

Luna: —Para identificar si otros investigadores respondieron la pregunta, ¿dónde debemos buscar?

Raúl: —Cuarto, para identificar si otros investigadores respondieron la pregunta hay que buscar en internet, en los libros e indagar entre los maestros, los padres de familia, otros adultos de la comunidad y en especial entre los investigadores de Ondas.

Leonor: —Quinto, anotar en su libreta de apuntes en un cuadro como el siguiente, los resultados de la búsqueda de cada pregunta:

Pregunta formulada:

"Respuestas que se encontraron"	Fuente (documento, persona) o lugar donde se encontró

Leonor: —Sexto, eliminar las preguntas que se han respondido. Sin embargo, debemos ser cautos, porque puede ocurrir que las respuestas que otros encontraron no se apliquen a nuestro medio. Por ejemplo, es distinta la solución a la pregunta: ¿qué alimentos consumen los peces del trópico?, de esta otra:

¿qué alimento consumen los peces que habitan cerca de los círculos polares?

Raúl: —Séptimo, en nuestra libreta de apuntes hagamos una lista de las preguntas que no tienen respuesta conocida y aquellas con respuestas que no se aplican a nuestro medio y que le aporten nuevo conocimiento al grupo.

Bufeo: —¿Y si este listado es todavía muy amplio y las preguntas son muy variadas?

Leonor: —Octavo, cada miembro del grupo debe argumentar por qué cree que su pregunta debe ser la elegida para orientar el proceso de investigación o, por el contrario, por qué debe descartarse.

Raúl: —Noveno, en nuestra libreta de apuntes hagamos una lista de las preguntas seleccionadas hasta el momento.

Leonor: —Décimo, hagamos como el grupo de Teo: analicemos si podemos agrupar algu-



na de las preguntas. El criterio sería revisar cuáles pertenecen a un mismo tema, fenómeno o cosa.

Raúl: —Undécimo, si hay dos o más preguntas sobre un tema o situación, decidamos cuál es la mejor formulada o la que está más de acuerdo con las inquietudes del proponente.

Leonor: —Duodécimo, para realizar la selección final, debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

- Que contemos en la institución educativa, en la comunidad y en la región, con los recursos para responderla.
- Que la pregunta elegida sea importante para el grupo de investigación, su institución, su comunidad y su región. Una buena pregunta de investigación en Ondas debe reflejar las necesidades del grupo, la comunidad o la región.

c) Que a la pregunta se pueda responder en el tiempo previsto para la investigación.

d) Que la pregunta nos permita definir claramente hasta dónde se puede investigar con las condiciones y características del grupo.

Leonor: —Decimotercero, registremos en nuestra libreta de apuntes la pregunta o las preguntas elegidas para orientar la investigación y los argumentos que tuvimos en cuenta para tomar la decisión.

Teo: —Sí, profe. Pero me queda una duda: ¿cómo sabemos si la pregunta seleccionada es una pregunta de investigación?

Raúl: —Creo que tu pregunta te la pueden responder mejor nuestros amigos investigadores. Intenten ubicarlos otra vez por el chat.



Actividad 4. ¿Nuestra pregunta será una pregunta de investigación?

Xua dice: —Hola, amigos: ¿podrían ayudarnos a identificar si la pregunta que seleccionamos para guiar nuestro trabajo es una pregunta de investigación?

María Cristina dice: —Para determinar si se ha elegido una pregunta de investigación se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. La pregunta debe ser transformadora; debe implicar cambios en la calidad de vida de los habitantes de una región o de una comunidad.
2. La pregunta debe permitir la solución de problemas existentes en los contextos, transformando o modificando las situaciones problemáticas.

Virginia dice: —Yo agregaría otros dos criterios:



EN LÍNEA

- Xua
- María Cristina
- Virginia
- Leonor
- Raúl

3. La pregunta debe aportar conocimiento nuevo. Eso significa que los investigadores especialistas en el tema deben reconocerla como tal.
4. Pero no siempre ese es el caso. Para quienes se están formando como investigadores, lo importante es que los resultados de su investigación aporten para ellos o su comunidad algo útil o novedoso.



Leonor: —Ahora, con el aporte que han hecho las investigadoras, revisemos las preguntas seleccionadas para ver si cumplen estos criterios.

Raúl: —Registremos en nuestra libreta de apuntes el resultado de esta actividad.

Xua: —Ah, ¿pero no era en el Sigeon donde teníamos que llevar el resultado?

Leonor: —Sí, en nuestra libreta de apuntes vamos tomando notas de los productos de cada actividad y de las emociones, sensaciones y sentimientos que nos van surgiendo en el proceso. De aquí obtenemos la información que vamos a registrar al finalizar cada etapa del proceso de investigación en las bitácoras. Eso nos permite mantener la información disponible todo el tiempo.

BITÁCORA N° 2. LA PREGUNTA

A) Escriban cinco de las preguntas que formularon inicialmente los integrantes del grupo de investigación.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

B) Escriban la(s) pregunta(s) de investigación seleccionada(s) después de realizada la consulta.

C) En el desarrollo de este proceso, se encontraron nuevas preguntas. Es muy importante que dejen un registro escrito de ellas en su bitácora.

Para el maestro acompañante/coinvestigador. Complementar la bitácora N° 2 de su grupo de investigación.

Hicieron una consulta (Internet, libros y miembros de la comunidad) a partir de las preguntas de investigación planteadas inicialmente por su grupo. Con ello se buscaba reconocer cuáles se habían respondido previamente.

¿Qué información consultada les permitió cambiar, ampliar o reformular las preguntas iniciales? Ejemplo:

En la investigación que Teo hizo sobre la palma real, encontró que existen 700 especies con ese nombre, entre ellas la *Roystonea regia*, o palma real cubana. Así reconoció que la planta que él quería investigar no era de esa familia, que es ornamental. Esto lo llevó a precisar que la especie que emplean los campesinos en Colombia tiene usos más interesantes y por eso su grupo de investigación determinó que valía la pena hacer una investigación sobre ella. Parte de esta información la encontraron en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Arecaceae>

A) Siguiendo este ejemplo, hagan una síntesis de la información que hallaron y describan cómo cambiaron las preguntas iniciales de investigación; citen la fuente en donde la encontraron (libros, profesores, especialistas, miembros de la comunidad, videotecas, internet y otras fuentes).

B) Hagan un resumen de la discusión que se dio en el grupo Ondas para seleccionar la o las preguntas de investigación y enuncien los argumentos que se expusieron para ello.

Recuerden que esta información no deben escribirla en el presente material, puesto que el mismo lo van a usar muchos otros niños, niñas y jóvenes investigadores.

Nacho: —Bien, ahora vamos a plantear nuestro problema de investigación.

Omacha: —De acuerdo, Xua. ¿Lo hacemos entre todos, profes?

Leonor: —Está bien. Vamos a pedirles a los investigadores que nos ayuden.

Bufeo: —¡Qué nota, otro chat!



ANEXO 8: ACTIVIDAD 03

Grupo 01:

BITÁCORA N° 2. LA PREGUNTA

A) Escriban cinco de las preguntas que formularon inicialmente los integrantes del grupo de investigación. ¿Cómo se comporta un tsunami en los

1. distintos puntos del mar? ¿Depende de la profundidad?
2. ¿Cuáles son las causas que generan un tsunami?
3. ¿En qué consiste el sistema de detección y alerta de un tsunami?
4. ¿Qué repercusiones o consecuencias trae este fenómeno? ¿Ejemplo o caso?
5. ¿En qué se asemeja al comportamiento de una onda y de un tsunami?

B) Escriban la(s) pregunta(s) de investigación seleccionada(s) después de realizada la consulta. ¿Cómo se generan y se comportan los tsunamis? ¿Velocidad, longitud de onda, profundidad y tamaño?

C) En el desarrollo de este proceso, se encontraron nuevas preguntas. Es muy importante que dejen un registro escrito de ellas en su bitácora.

Grupo 02:

BITÁCORA N° 2. LA PREGUNTA

A) Escriban cinco de las preguntas que formularon inicialmente los integrantes del grupo de investigación.

1. ¿Cómo efectuara su lanzamiento PARIS?
2. ¿qué efectos secundarios efectuaria el satélite?
3. ¿cómo alertaria Paris de un tsunami?
4. cuál es el plan b en caso de daño?
5. ¿qué tecnología implementaria el satélite?

B) Escriban la(s) pregunta(s) de investigación seleccionada(s) después de realizada la consulta.

C) En el desarrollo de este proceso, se encontraron nuevas preguntas. Es muy importante que dejen un registro escrito de ellas en su bitácora.

Grupo 03:

BITÁCORA N° 2. LA PREGUNTA

A) Escriban cinco de las preguntas que formularon inicialmente los integrantes del grupo de investigación.

1. ¿Qué sucede bajo tierra en un terremoto?
2. ¿Qué evidencias existen para probar que ocurren terremotos en la actualidad?
3. ¿Cómo es que solo se han encontrado evidencias de terremotos en una sola zona?
4. ¿Quié evoca el nombre Valley Marineris?
5. ¿Cuáles son las causas de los terremotos en este Planeta?

B) Escriban la(s) pregunta(s) de investigación seleccionada(s) después de realizada la consulta.


C) En el desarrollo de este proceso, se encontraron nuevas preguntas. Es muy importante que dejen un registro escrito de ellas en su bitácora.

¿Qué consecuencias y que efecto produce la generación de un terremoto?

Para el maestro acompañante/coinvestigador: Complementar la bitácora N°. 2 de su grupo de investigación.

Recuerden que esta información no del escribirla en el presente material, puesto el mismo lo van a usar muchos otros niños y jóvenes investigadores.

Nacho: —Bien, ahora vtro problema de investi



Grupo 04:

BITÁCORA N° 2. LA PREGUNTA

A) Escriban cinco de las preguntas que formularon inicialmente los integrantes del grupo de investigación.

1. ¿Qué mecanismos tecnológicos se pueden implementar en una población que es vulnerable a esos casos naturales?
2. ¿Qué mecanismos de prevención han realizado los países?
3. ¿Qué tipo de energía será el siguiente paso de la innovación a los ataques sísmicos?
4. ¿Cómo con la tecnología y avances en una población se podría prevenir los desastres naturales?
5. _____

B) Escriban la(s) pregunta(s) de investigación seleccionada(s) después de realizada la consulta.


C) En el desarrollo de este proceso, se encontraron nuevas preguntas. Es muy importante que dejen un registro escrito de ellas en su bitácora.

¿Qué mecanismos tecnológicos se pueden implementar en una población que es vulnerable a esos casos naturales?

Para el maestro acompañante/coinvestigador: Complementar la bitácora N°. 2 de su grupo de investigación.

Recuerden que esta información no del escribirla en el presente material, puesto el mismo lo van a usar muchos otros niños y jóvenes investigadores.

Nacho: —Bien, ahora vamos a plantear nro problema de investigación.





ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.
Asignatura: FÍSICA

INTEGRANTES DEL GRUPO:

GRADO: _____



BITÁCORA N°2 "PERTURBACIÓN DE LA ONDA – LA PREGUNTA"

1. Como sembrero de investigación formulen tres preguntas preliminares con las inquietudes planteadas por el tema asignado previamente.

2. Después de realizar la consulta y discusión en el grupo de investigación escoja una de ella o reformule la pregunta que dará inicio al proceso de investigación.

3. Realice un escrito que permita conocer los antecedentes y referentes teóricos sobre la investigación a realizar; para esto se hacen necesarias consultas bibliográficas (internet, libros y miembros de la comunidad) las cuales se deben estar debidamente referenciadas.

BITÁCORA N°3 "SUPERPOSICIÓN DE LAS ONDAS"

En esta etapa de la investigación plantee el problema a investigar y haga una descripción del mismo.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	
PROBLEMA A INVESTIGAR	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	

BITÁCORA N°4 "TRAYECTORIA DE LA INDAGACIÓN"

METAS (OBJETIVOS)	
OBJETIVO GENERAL	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	

BITÁCORA N°5 "TRAYECTORIA DE LA ONDA"

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FECHA DE REALIZACIÓN

BITÁCORA N°6 "RECORRIDO DE LA TRAYECTORIA DE INDAGACIÓN."

De acuerdo con las actividades planteadas en la trayectoria, en la tabla consignan los tipos de instrumentos utilizados por el grupo con sus respectivos anexos.

TIPO	INSTRUMENTOS	RESULTADOS	OBSERVACIONES

Como complemento al cuadro anterior realice un escrito en donde se evidencie el proceso durante las etapas de indagación del semillero. Tenga en cuenta la metodología implementada, las técnicas investigación y sus diferentes tipos. *Anexe evidencias del proceso (puede utilizar una guía que ayude a elaboración de éste)*

BITÁCORA N°7 "REFLEXIÓN DE LA ONDA"

1. ¿Cuáles fueron las conclusiones a las que llegaron con su investigación? *(Recuerde: las conclusiones deben mostrar el efecto o las consecuencias de haber desarrollado el proyecto, su impacto en el entorno y el cumplimiento de los objetivos).*
2. Mencione las recomendaciones que considere necesarias para darle continuidad a su proyecto o a otras posibles iniciativas que se puedan desarrollar en la Institución.

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS Y ANEXOS QUE EVIDENCIEN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO 10: BITACORAS DILIGENCIADAS



ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.
Asignatura: FÍSICA

INTEGRANTES DEL GRUPO:

GRADO: 11º02

María Angélica Fiallo Ramírez

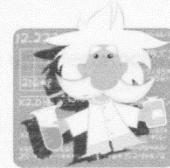
Alejandra Murillo Diaz

Juan Camilo Gómez

Isauro Corredor

Jolani Andries Esparza James

Santiago Lozada



BITÁCORA N°2 "PERTURBACIÓN DE LA ONDA - LA PREGUNTA"

1. Como semillero de investigación formulen tres preguntas preliminares con las inquietudes planteadas por el tema asignado previamente.

- ¿Qué mecanismos tecnológicos se pueden implementar en una población que es vulnerable a desastres naturales?
- ¿Qué nuevos métodos innovadores se están realizando al rededor del mundo para que en caso de un desastre natural la población afectada, no caiga en crisis y vuelva a su vida normal?
- ¿Cuanto conocimiento, y que tan preparada esta la población (colegio), para reaccionar ante una catastrofe natural?

2. Después de realizar la consulta y discusión en el grupo de investigación escoja una 1 de ella o reformule la pregunta que dará inicio al proceso de investigación.

¿Cuanto Conocimiento, y que tan preparada esta la población (más cercana), para actuar ante un sismo?



3. Realice un escrito que permita conocer los antecedentes y referentes teóricos sobre la investigación a realizar; para esto se hacen necesarias consultas bibliográficas (internet, libros y miembros de la comunidad) las cuales se deben estar debidamente referenciadas.

BITÁCORA N°3 "SUPERPOSICIÓN DE LAS ONDAS"

En esta etapa de la investigación plantee el problema a investigar y haga una descripción del mismo.

<p>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p>	<p>¿La Población esta Preparada Para Sobrevivir en una catastrofe?</p>
<p>PROBLEMA A INVESTIGAR</p>	<p>Indagar sobre el conocimiento que tienen las personas de actuar ante una catastrofes natural basandose en las precauciones y protocolos requeridos en esas situaciones.</p>
<p>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</p>	<p>-la falta de información y conciencia que tienen las personas acerca del problema que significa desconocer la importancia y prevención que se debe tener en una catastrofe.</p>

REVISADO
03 OCT 2017
Adriana Meza R.

BITÁCORA N°4 "TRAYECTORIA DE LA INDAGACIÓN"

ACTIVIDAD	METAS (OBJETIVOS)	FECHA DE REALIZACIÓN
<p>OBJETIVO GENERAL</p>	<p>* Proponer un plan de evacuación en la institución para orientar a las personas en el caso de catástrofes.</p>	<p>17 DE 30</p>
<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p>	<p>* Evaluar los conocimientos previos de las personas ante la simulación de una catástrofe.</p> <p>* Diseñar un plan de evacuación, y capacitar a los grados contrastando su nivel de preparación previa.</p> <p>* Divulgación del plan de evacuación en medios como Noticias BSJ</p>	<p>3</p>

REVISADO
10 OCT 2017
Julianna Meza R
Física UIS

ANEXO 11: DIARIO DE CAMPO – ACTIVIDAD 01

FECHA:	12 – 09 – 2017	SESIÓN No.	01
HORA:	8:11 a.m.	TIEMPO INVERTIDO:	90 min
LUGAR:	Salón de 11.02	No. PARTICIPANTES:	24
TIPO DE ACTIVIDAD:	Lectura y discusión		
OBJETIVO:	Presentar al estudiantado una situación en contexto que involucra la mecánica ondulatoria, como tema de discusión para ofrecer herramientas de análisis y reflexión frente a la propuesta de investigación que desarrollarán en el transcurso de esta intervención pedagógica.		
DESCRIPCIÓN	REFLEXIÓN		
<p>La educadora ingresa al salón y toma asistencia, posteriormente les comenta que envió en días pasados por agenda escolar un artículo para la lectura. Pregunta quién lo tiene en clase, y algunos responden que no, les recalca la importancia de que todos lo tengan a la mano, ya que es el insumo de trabajo. Pregunta nuevamente quienes lo tienen en clase y levantan la mano seis de los veinticuatro estudiantes presentes, luego pregunta quienes lo leyeron y levantan la mano ocho estudiantes. Sondea sobre la lectura y algunos tienen ideas sueltas, entonces la educadora propone la lectura en conjunto, ejercicio que se realiza en voz alta y participan todos los estudiantes, leyendo por párrafos.</p> <p>La educadora le pide a un estudiante que proyecte el artículo en el video beam, para la lectura en voz alta, luego le pide a un estudiante que inicie la lectura. A medida que éste va leyendo, el resto del grupo escucha y al finalizar el párrafo, la educadora interviene, contextualizando a los jóvenes sobre aspectos propios del tema, luego le da la palabra a otro joven y éste continúa la lectura, y así sucesivamente hasta cubrir completamente el artículo. A medida que se avanza en la lectura, la educadora</p>	<p>La actividad no se puede realizar como la había planeado la educadora, ya que la mayoría de los estudiantes no trajo el material de trabajo, sin embargo, ella propone la lectura secuenciada y en voz alta, estrategia que los estudiantes aceptan siguiendo las orientaciones de la docente.</p> <p>El artículo que leen se titula “CONDICIONANTES SOCIO – TECNICAS DE LAS DECISIONES POLÍTICAS. EL TSUNAMI DEL 27F EN CHILE”, de Ronald Cancino Salas y Andrés G. Seguel, publicado en la Revista CTS, No. 25, vol. 9, enero de 2014.</p> <p>La educadora le pide al estudiante E1 que manipule el computador y proyecte en el video beam el artículo, para que aquellos que no lo tengan, puedan seguir la lectura. Este estudiante acomoda el zoom para una mejor visualización y permanece sentado en el escritorio del docente, atento a la proyección conforme avanza la lectura.</p> <p>Seguidamente, le pide al estudiante E2 que inicie la lectura en voz alta, éste lee el abstract y tan pronto finaliza la educadora interviene haciendo la reflexión frente a las implicaciones científicas, políticas y económicas que plantea el artículo. El grupo está atento a la intervención y la lectura continúa en voz de otro estudiante. Éste lee dos párrafos y la educadora interviene nuevamente, invitando a la reflexión frente a la problemática planteada de toma de decisiones y las consecuencias cuando estas no dan espera, especialmente frente a una catástrofe natural, pero que por cuestiones burocráticas no se ejecutan.</p> <p>Un tercer estudiante continúa con la lectura, hasta el momento el grupo ha estado atento a la misma, pero no han realizado ninguna intervención. Leen varias voces y cuando se llega al subtítulo “3.2. Características de las redes socio – científicas oceanográficas y sismológicas” el estudiante E3 interviene, pidiendo aclaración sobre las gráficas presentadas en el informe, y la educadora le aclara la duda, este tipo de intervención se considera importante, ya que en la literatura científica es importante la lectura de gráficos puesto que muestran el comportamiento de los fenómenos en relación a las variables de análisis, y este tipo de lecturas las tiene muy en cuenta en lcfes en la prueba Saber 11°.</p> <p>La lectura del artículo continúa en voz de otro estudiante, y así sucesivamente, pasando la voz de párrafo en párrafo. En uno de estos, se comenta sobre la poca precisión frente a la predicción de un movimiento sísmico, la educadora trae este párrafo al contexto y esto suscita discusión entre los jóvenes, ya que sobre la predicción de este tipo de fenómenos naturales se especula mucho, especialmente por la ubicación geográfica de nuestro municipio. Aquí varios estudiantes comentan entre sí, y el estudiante E4 interviene, aportando desde sus pre-saberes frente a las implicaciones climáticas y las catástrofes naturales, menciona entre</p>		

<p>retroalimenta y algunos estudiantes intervienen, preguntando o aportando a la luz del tema de discusión, evocando situaciones del contexto. Suena el cambio de clase y la educadora da las indicaciones de trabajo para la próxima clase.</p>	<p>estos los huracanes que por esta época del año han azotado la costa atlántica y se dirigen hacia la Florida, dada la actualidad de la noticia, se generan comentarios entre los jóvenes. La educadora aclara dudas y pide que se continúe con la lectura. Al avanzar en ella, se llega a otro tema de discusión, relacionado con los sistemas de alerta, allí nuevamente los estudiantes E3 y E4 intervienen, el primero preguntando sobre dichos sistemas, y el segundo complementando la intervención de la educadora frente a la respuesta que le da al primer estudiante. La lectura continúa, y se genera una nueva discusión frente al fenómeno natural, visto desde los conceptos propios de la asignatura, allí varios estudiantes hacen comentarios en pequeños grupos, y el estudiante E4 centra la discusión al traer a colación la realidad que se vive en Chile frente a este tipo de fenómenos, debido a la alta actividad sísmica y volcánica, las cuales tienen implicaciones desde el principio de conservación de la energía. También al hablar de actividad volcánica, se trae a colación el caso del Nevado del Ruiz (Volcán Galeras) causante de la tragedia de Armero, acontecimiento que los estudiantes conocen de forma ambigua y que la educadora comparte desde su experiencia de vida, este comentario centra la atención del grupo, los jóvenes escuchan atentamente y en silencio. La lectura se termina y la educadora hace el cierre con una reflexión frente al tema planteado, abre el espacio para preguntas; el estudiante E3 pregunta sobre un plan de acción frente a un movimiento sísmico, la educadora le da respuesta desde varias perspectivas, ya que tanto un evento de estos como la reacción de un individuo es impredecible. El estudiante E4 interviene y da aportes desde su experiencia frente a este tipo de eventos, trayendo a colación el temblor del 10 de marzo de 2015, esto genera comentarios entre los chicos, ya que fue un evento reciente y que impactó fuertemente, dada la fuerza del sismo.</p>
<p>ANÁLISIS:</p>	
<p>El ejercicio que se acaba de realizar con los estudiantes, permite un primer acercamiento a la noción de competencia científica que plantea Quintanilla (2013)¹¹⁴, entendida como la capacidad del educando para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos, con el fin de demostrar de manera no reproductiva que es capaz de comprender la ciencia, ejercicio que facilitó la lectura y que suscitó en ellos inquietud cuando se trajo el contexto a colación, evidencia en las intervenciones de los estudiantes E3 y E4, y de los comentarios o el murmullo que se generaba al comentar hechos propios de nuestra realidad, la cual desde un enfoque de CTS se puede asegurar que el proceso de aprendizaje en los jóvenes se hace más sencillo, como lo argumenta Palacios (2001)¹¹⁵, gracias a que el contenido está situado en el contexto y se encuentra relacionado con experiencias extraescolares de los estudiantes.</p>	
<p>IMPREVISTOS:</p>	
<p>La actividad inicialmente estaba diseñada para que los estudiantes leyeran en casa y se realizara un foro de discusión en clase, en vista de que la mayoría no realizó la lectura previa y no tenían el material a la mano, se procedió a realizar la lectura en voz alta, con la participación de todos los estudiantes.</p>	

¹¹⁴ QUINTANILLA, Mario, et al. Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico en profesores de ciencia en formación a través del enfrentamiento a la solución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, no Extra, p. 2901-2906.

¹¹⁵ PALACIOS, Eduardo Marino García, et al. *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. Pág 148

ANEXO 12: RÚBRICA DE EVALUACIÓN – ACTIVIDAD 02

GRUPO: 01		TEMA: “La Ola que sale del fondo del mar”	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
Presentación del tema		La realiza el estudiante E1, utilizando los términos adecuados.	
Dominio del contenido		<p>En la introducción intervienen dos estudiantes, el estudiante E1 demuestra una buena apropiación del tema, al estudiante E2 le falta preparación, el estudiante E1 interviene para complementar la información que debía socializar E2.</p> <p>Interviene el estudiante E3 realizando una comparación del Terremoto de Japón si llegara a darse en Santa Marta, presenta un vídeo y explica como intervienen las olas cuándo hay un movimiento sísmico. El estudiante E1 continúa con la intervención y presenta comparaciones en cifras de extensión, número de habitantes y estructuras urbanísticas.</p> <p>Continúa el estudiante E4 el cual demuestra una buena apropiación del tema, no se destaca ningún elemento en particular.</p> <p>Finaliza la exposición el estudiante E5, éste se limita a la lectura, evidencia poca preparación y apropiación del tema, sin embargo, finaliza su intervención con una reflexión personal frente a las acciones de evacuación que establecen los organismos de emergencia.</p>	
Organización de las ideas expuestas		En un momento inicial, la exposición se pausa, los estudiantes no están organizados, no tienen claro el orden de las intervenciones y el mayor tiempo de intervención lo ocupa el estudiante E1, al complementar las intervenciones de sus otros compañeros.	
Uso de recursos tecnológicos		Guardaron la presentación de power point sin tener en cuenta los vínculos de los vídeos. Proyectan un vídeo español: Ranking de los 10 tsunamis	
ANÁLISIS			
Los estudiantes E1 y E2 se limitan a replicar el trabajo que han realizado, el estudiante E3 trae el tema al contexto, realiza un ejercicio comparativo y explica el fenómeno desde los conceptos vistos en clase.			

ANEXO 13: RÚBRICA DE EVALUACIÓN – SUSTENTACIÓN FINAL.

GRUPO: 04	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: ¿La población está preparada para sobrevivir en una catástrofe?
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
Participación de todos los miembros del grupo	Exponen los seis integrantes del grupo, debidamente distribuidos y organizados de acuerdo con las responsabilidades asignadas. Cada estudiante evidencia dominio y apropiación del tema, la exposición y presentación de resultados se hace de forma organizada. Sin embargo, a pesar de la distribución para la sustentación oral, se observa que cualquier estudiante está en capacidad de dar cuenta del trabajo realizado, ya que se aprecia que están pendientes de los cambios en las diapositivas y se apoyan unos a otros en la sustentación, aportando en caso de ver que algún elemento se le escapa al que tiene la palabra en ese momento, aportes que enriquecen el proceso y la presentación.
Preparación	Los estudiantes cuentan con los recursos para la sustentación, entregan informe final con resultados precisos, realizan infografía y sustentan evidenciando dominio y apropiación del trabajo realizado.
Trabajo en equipo	A los estudiantes les cuesta el trabajo en equipo, se evidencia la distribución las tareas, enfocadas al cumplimiento del cronograma propuesto (Bitácora No. 5: TRAYECTORIA DE LA ONDA). Sin embargo, se observa el apoyo de al menos otro integrante del grupo en el cumplimiento de la tarea asignada a cada estudiante en particular.
Calidad del trabajo	La investigación cumple con los parámetros exigidos, entregan resultados y evidencias, realizan conclusiones y recomendaciones, cumplen con los tiempos y tareas programadas. En síntesis, es un trabajo de excelente calidad.
Dominio del tema	Los estudiantes demuestran apropiación y dominio del tema, dan cuenta del proceso investigativo.
Trazabilidad con el plan de trabajo	El trabajo presentado por estudiantes cumple con los tiempos y parámetros establecidos, logran realizar todas las actividades propuestas y presentar resultados (Bitácora No. 6: RECORRIDO DE LA TRAYECTORIA DE INDAGACIÓN”).
Recursos	Vídeo beam, computador.
Entregas	Informe escrito, resultados y análisis de encuestas aplicadas, infografía, afiche de prevención, registro fotográfico, vídeo de simulacro de evacuación.
ANÁLISIS	
<p>Durante el proceso de investigación el grupo involucró el contexto, realizaron encuestas a los niños de primaria, para tener información frente al conocimiento y actuación en caso de un sismo. Dentro de su plan de trabajo, proponen un simulacro de evacuación que por tiempos coincide con el simulacro de evacuación que propone el gobierno nacional, aprovechando esta coyuntura, el grupo se convierte en vocero y líder en el apoyo y organización del mismo, apoyando así a la coordinación de acompañamiento humano en la revisión de las paletas y rutas de evacuación, botiquines, camillas, puntos de encuentro, así como la revisión de la base de datos de los estudiantes para conocer número de estudiantes por curso, servicio de asistencia médica o EPS y número de contacto en caso de contacto. Toda esta información les sirve de insumo para su proyecto, así como los datos recopilados con antelación, le sirven de insumo a la coordinación para establecer el protocolo y todo el plan de acción para el día del simulacro.</p> <p>Es tal la apropiación y el impacto del proyecto que los jóvenes dentro de sus resultados diseñan un afiche informativo en caso de sismo, que entregan a la coordinación de desarrollo humano, para que ésta lo imprima y coloque en cada salón de clases.</p>	

ANEXO 14: ENTREGAS DE LOS ESTUDIANTES

GRUPO 01:

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Los beneficios de obtener información acerca de softwares que ofrecen datos sobre sismos

INFOGRAFÍA:



Proceso de investigación

El grupo de investigación se informó primordialmente sobre el problema y como se previenen los sismos o terremotos en todo el mundo, basándose en el sistema de detección y recolección de datos, puesto en operación sobre el océano pacifico, basado en boyas marítimas que recolectan información y lo envían por medio de señales, y las cuales son almacenadas y analizándolas, para prevenir más eficientemente los maremotos.



Contextualización

Luego el grupo contextualizo el problema a nivel local de una ciudad y sus métodos y problemas, sobre prevención y reacción en caso de una catástrofe, y el conocimiento general sobre reacción y prevención de tragedias en la ciudadanía, la cual se obtuvo de unas encuestas hechas a personas al azar.



soluciones

El grupo de investigación, investigó sobre medios de difusión adaptables y eficientes, a nivel local (ciudad), de fácil obtención y difusión, en lo cual se encontró una app el cual se apoya en tecnología de fácil acceso como lo son los celulares, para la obtención de datos de terremotos los cuales se almacenan y analizan en la universidad de Berkeley, en la cual se planea crear una red densa de información que pueda algún día prever y avisar un movimiento sísmico y evitar tragedias mayores, también se utiliza para estudiarlos procesos de los terremotos como parte de nuestro esfuerzo para reducir el impacto de futuros terremotos.



aplicacion

Por último, el grupo de investigación plantea la aplicación de la app, a pequeña escala en una escuela o colegio, en el cual sería difundida, explicada y probada para su posterior difusión, apoyada por la edad de las personas evaluadas, la eficiencia de esta al enseñarse a personas que se le facilita este tipo de programas y su posterior facilidad de difusión por redes sociales, lograrían una difusión eficaz de la app y ayudaría a la ciudadanía a estar más preparada en caso de tragedia.

GRUPO 03:

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Origen de los terremotos

ES POSIBLE QUE LA HUMANIDAD SOBREVIVA EN EL PLANETA ROJO?

*Brayan Patiño
Esteban Ramirez
Andres Arias
Farley Parada
Camilo Arias
Jorge Martinez*

Los movimientos sísmicos en Marte han provocado muchas diferencias con el planeta tierra ya que se suponen eran planetas iguales pero la fuerza de estos movimientos han hecho que Marte cambie su litosfera y afecte a diferentes partes del mismo. Comparando lo con la Tierra, **NO ES HABITABLE!!**

- Con el avance de la humanidad se ha podido investigar muchas cosas de uno de nuestros planetas vecinos "MARTE", se ha estudiado a lo largo de las ultimas décadas información para responder a esa pregunta, dando como respuesta **NO.**
- Pero no sabes las razones por las cuales se hace imposible la vida en Marte:

1. El Agua
2. La Corteza
3. La Atmosfera
4. El Movimiento sísmico
5. El Aire
6. El Clima
7. El Viaje

GRUPO 04:

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: ¿La población está preparada para sobrevivir en una catástrofe?

INFOGRAFÍA:



AFICHE:

1. Mantén la calma, no corras y sigue el plan de evacuación



2. Aléjate de las ventanas, o de cualquier objeto que pueda caer sobre ti

Si no puedes salir del salón, ubícate en zonas de seguridad, como las columnas



3.

4.

5. Cuenta que estén todos tus compañeros

Ve al punto de encuentro (Cancha de Arena)

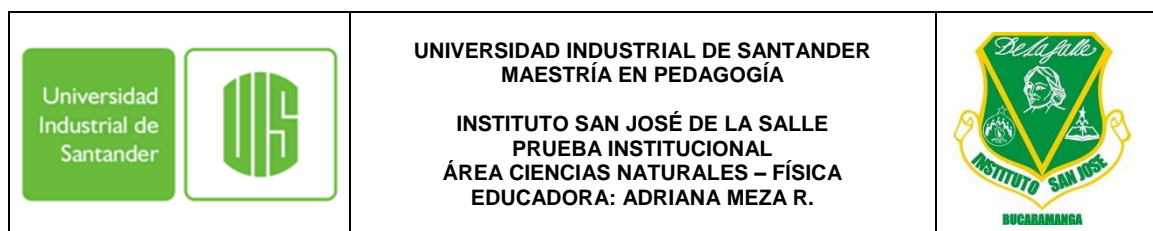
Tips en caso de Sismo



REGISTRO FOTOGRÁFICO:



ANEXO 15: PRUEBA DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.



NOMBRE: _____ **FECHA:** _____ **GRADO:** _____

OBJETIVO: identificar el nivel de competencias científicas en que se encuentran los estudiantes del grado 11° de la sede A del Instituto San José de la Salle.

CONFIDENCIALIDAD: la información que se recolecte por medio de esta prueba será utilizada exclusivamente para el desarrollo del trabajo de grado de Adriana Meza R., estudiante de la Maestría en Pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, quien agradece su colaboración por la información suministrada.

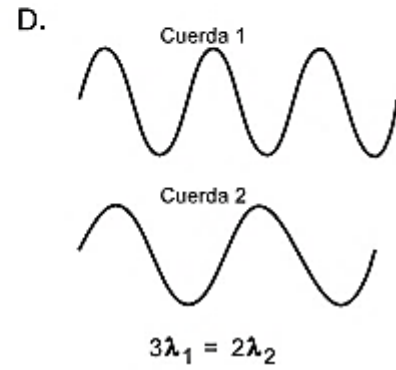
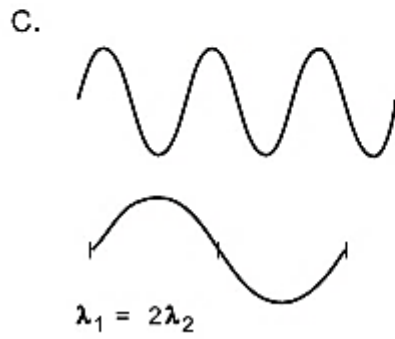
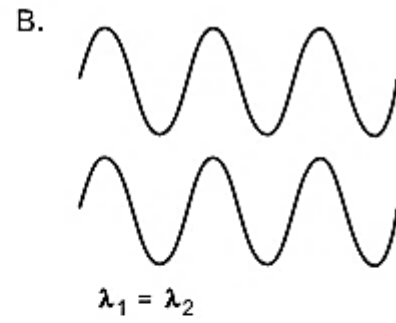
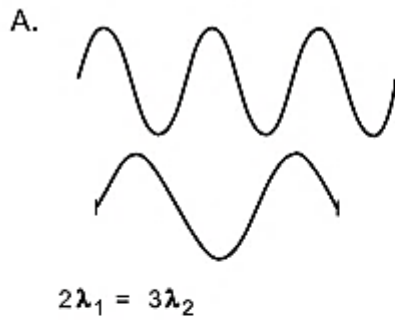
INSTRUCCIONES: Cada pregunta consta de un enunciado y cuatro opciones de respuestas, de las cuales usted debe elegir la más acertada.

EVENTOS ONDULATORIOS¹¹⁶

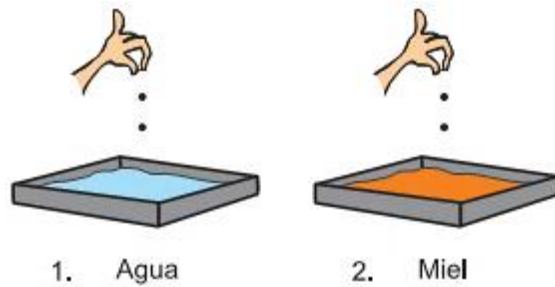
Se relaciona con la forma como se caracteriza un movimiento ondulatorio y lo que sucede cuando una onda interactúa con un cuerpo o con otra onda. Se incluyen los conceptos de propagación, interferencia, refracción, difracción, reflexión y efecto Doppler.

1. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es:

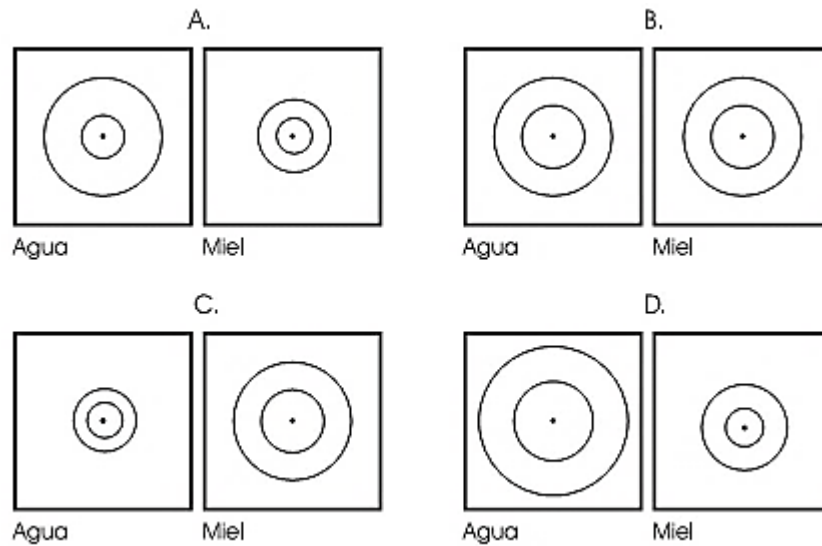
¹¹⁶ Cuadernillo de preguntas. – SABER 11° 2014. ISBN: 978-958-11-0641-7



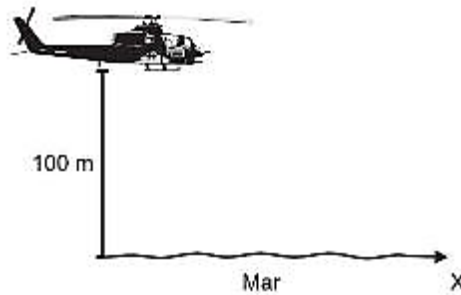
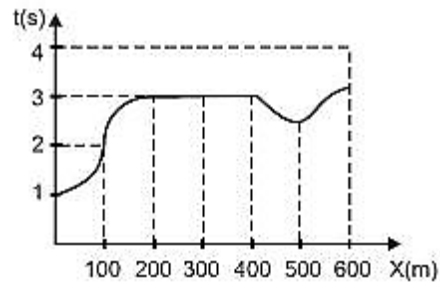
2. En dos bandejas 1 y 2 idénticas se sueltan dos piedritas a intervalos iguales de tiempo. La bandeja 1 está llena con agua y la bandeja 2 con miel. Simultáneamente se toman fotografías de cada bandeja.



La figura que mejor ilustra las formas de las ondas generadas en las superficies de los fluidos es



3. Desde un helicóptero que vuela en línea recta a 100 m sobre el nivel del mar, se envían pulsos de ondas infrasónicas para medir la profundidad del océano. De esta forma se construyó la gráfica: “tiempo entre el envío y la recepción del pulso” contra “posición X del helicóptero” $[t(s) \text{ vs } x(m)]$

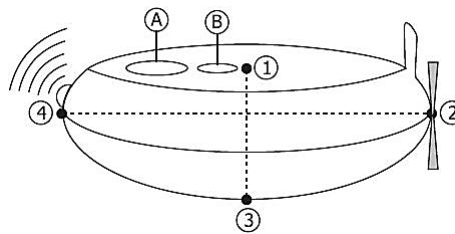


Al realizar las mediciones, los técnicos del helicóptero registraban primero una señal débil y luego la señal proveniente del fondo del mar. De las siguientes explicaciones para este fenómeno:

- i. La señal débil es producto de la interferencia destructiva entre el pulso emitido y el pulso reflejado por el suelo marino.
- ii. La señal débil se debe al reflejo del sonido en la superficie del mar.
- iii. Esto se debe a la irregularidad del suelo marino.
- iv. El receptor capta una leve señal de las ondas que se alejan, pero con menor frecuencia debido al efecto Doppler.

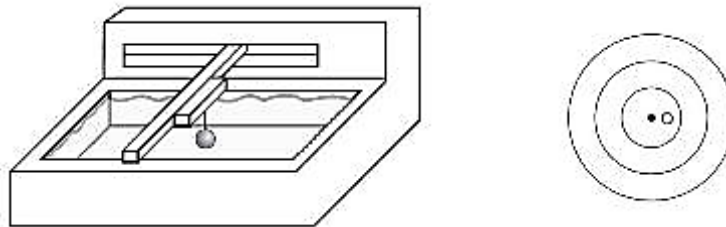
Son correctas:

- A. i y ii
 - B. Sólo iii
 - C. Sólo ii
 - D. ii y iv
4. Un pequeño robot submarino lleva un dispositivo que permite filmar bajo la superficie del mar como se muestra en la figura.



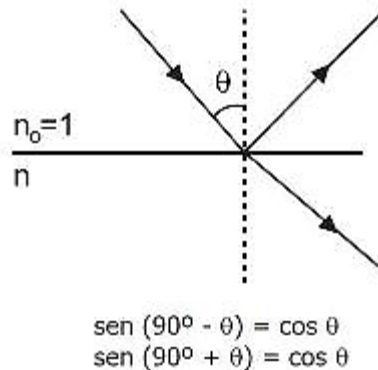
Una vez sumergido, el robot emite una onda hacia un centro de control en tierra. El robot submarino emite un haz de luz que se atenúa con la distancia hasta que desaparece totalmente. Tal comportamiento se explica, porque en el agua la luz se:

- A. dispersa y se refracta
 - B. refracta y se refleja
 - C. dispersa y se absorbe
 - D. refleja y se absorbe
5. En una cubeta de ondas una esfera movida por un motor toca el agua en el punto O 10 veces por segundo generando ondas circulares que se propagan como se muestra en la siguiente figura.



En la cubeta la velocidad de propagación de las ondas depende de la profundidad del agua. Sobre las ondas así generadas, puede decirse que

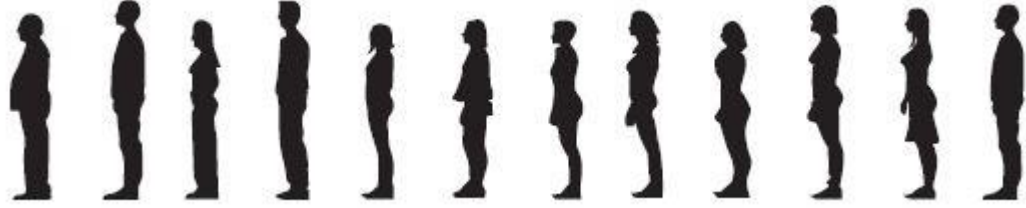
- A. la longitud de onda es independiente de la profundidad del agua, pero la frecuencia varía con la profundidad.
 - B. la frecuencia es independiente de la profundidad, pero la longitud de onda depende de la profundidad.
 - C. la longitud de onda y la frecuencia dependen de la profundidad del agua en la cubeta.
 - D. la frecuencia y la longitud de onda son independientes de la profundidad del agua en la cubeta.
6. Un rayo de luz incide sobre un cristal semitransparente con un ángulo Θ tal que el haz reflejado es perpendicular al refractado.



De esto se deduce que el índice de refracción, n , del cristal es

- A. $\tan \Theta$
 - B. $\text{sen } \Theta$
 - C. $\cot \Theta$
 - D. $\cos \Theta$
7. Al agitar una cuerda extendida horizontalmente, cada sección de la cuerda se mueve de arriba abajo en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda generada; este es un ejemplo de una onda *transversal*. En contraste, en una onda *longitudinal*, las partículas del medio vibran en la misma dirección de propagación de la onda.

Un grupo de personas quiere representar una onda longitudinal; para esto, se ubican como muestra la figura. La fila representa el medio de propagación y las personas representan las partículas del medio.



Para lograr la representación, el movimiento que debe hacer la primera persona y que los demás deben repetir sucesivamente es:

- A. alzar y bajar lateralmente los brazos.
 - B. sentarse y ponerse de pie.
 - C. balancearse de izquierda a derecha.
 - D. moverse hacia adelante y atrás.
8. Los rayos de luz emitidos por objetos luminosos viajan en línea recta dentro de un mismo medio (ver figura 1). Si un rayo de luz pasa de aire a agua cambia su dirección como se muestra en la figura 2.

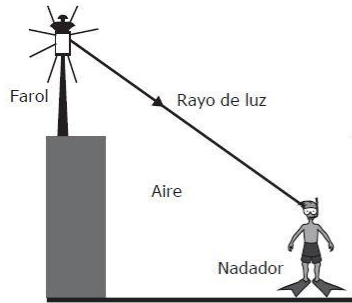


Figura 1

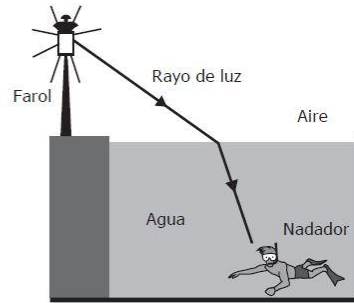


Figura 2

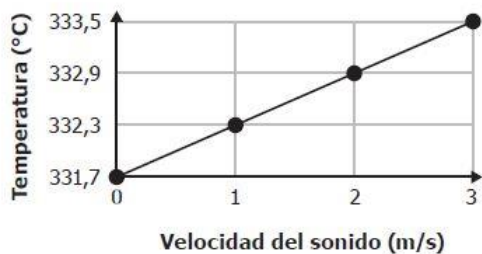
Cuando una piscina está vacía, un nadador observa el farol que está en el borde (ver figura 1); luego, cuando se llena la piscina (ver figura 2) el nadador verá el farol:

- A. más bajo.
 - B. de la misma altura.
 - C. más alto.
 - D. invertido.
9. Una estudiante realizó un experimento para medir la velocidad de propagación del sonido en el aire a diferentes temperaturas. Los resultados que obtuvo se muestran en la siguiente tabla.

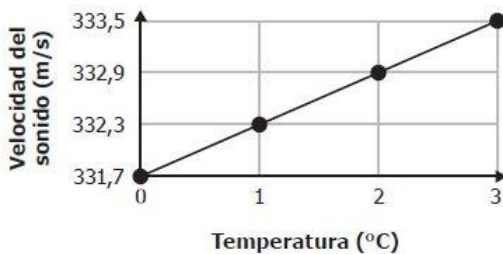
Temperatura (°C)	Velocidad del sonido(m/s)
0	331,7
1	332,3
2	332,9
3	333,5

¿Cuál de las siguientes gráficas muestra los resultados del experimento?

A.



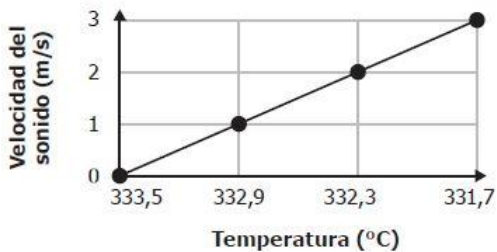
B.



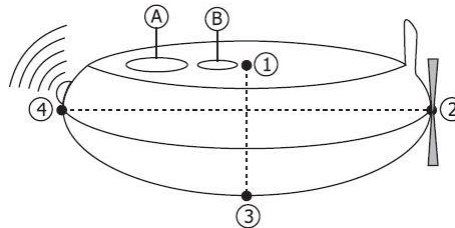
C.



D.



10. Un pequeño robot submarino lleva un dispositivo que permite filmar bajo la superficie del mar como se muestra en la figura.



Una vez sumergido, el robot emite una onda hacia un centro de control en tierra.

Dos detectores de presión A y B de forma circular se encuentran en la cara superior del robot, el detector A tiene mayor diámetro que el detector B. La presión que registra el detector A

- A. es menor que la registrada por B, porque el volumen de agua sobre la superficie de B es mayor.
- B. es menor que la registrada por B, porque la fuerza de la columna de agua sobre la superficie B es menor.
- C. es igual que la registrada por B, porque la profundidad a la que se encuentran ambas superficies es igual.
- D. igual que la registrada por B, porque el volumen de la columna de agua sobre ambos detectores es igual.

Pregunta	Clave	Tópico	Competencia
1	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
2	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
3	C	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
4	C	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos
5	B	Eventos ondulatorios	Indagación
6	A	Eventos ondulatorios	Indagación
7	D	Eventos ondulatorios	Uso comprensivo del conocimiento científico
8	C	Eventos ondulatorios	Indagación
9	B	Eventos ondulatorios	Indagación
10	C	Eventos ondulatorios	Explicación de fenómenos

ANEXO 16: Tabla de resultados de la prueba de salida.

Tiempo requerido	Calificación/100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12 minutos 43 segundos	50	10	10	0	0	0	10	0	10	10	0
8 minutos 59 segundos	60	0	10	0	0	10	10	0	10	10	10
16 minutos 36 segundos	50	10	10	0	10	10	0	0	0	10	0
14 minutos 49 segundos	30	10	0	0	0	0	0	0	10	10	0
14 minutos 53 segundos	80	10	10	10	0	10	0	10	10	10	10
12 minutos 46 segundos	40	10	10	0	0	0	10	0	0	10	0
14 minutos 1 segundos	50	0	10	0	0	10	0	0	10	10	10
36 minutos 19 segundos	40	10	10	0	0	10	0	0	0	10	0
11 minutos 45 segundos	60	10	10	0	10	0	10	0	0	10	10
15 minutos 37 segundos	50	0	10	0	0	0	10	10	0	10	10
19 minutos 47 segundos	40	10	10	0	0	0	0	0	10	10	0
14 minutos 25 segundos	40	10	10	0	10	0	0	0	0	10	0
9 minutos 6 segundos	50	10	10	0	10	0	0	0	0	10	10
9 minutos 51 segundos	40	10	0	0	0	0	0	10	10	10	0
13 minutos 13 segundos	60	10	10	0	10	0	0	0	10	10	10
15 minutos 19 segundos	30	10	0	0	0	0	10	0	0	0	10
13 minutos 36 segundos	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
13 minutos 51 segundos	30	10	10	0	0	0	0	0	0	10	0
12 minutos 50 segundos	60	10	10	0	0	0	0	10	10	10	10
23 minutos 46 segundos	50	10	0	10	0	0	0	0	10	10	10
10 minutos 33 segundos	40	10	10	0	10	0	0	0	0	10	0
11 minutos 51 segundos	40	10	10	0	0	0	10	0	0	10	0
9 minutos 50 segundos	20	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0
10 minutos 25 segundos	60	10	10	10	0	0	0	0	10	10	10

Esta tabla de resultados la arroja la plataforma Moodle que ofrece el ISJ de la Salle como recurso para la acción educativa. En ella se puede apreciar el tiempo que empleó cada estudiante en la presentación de la prueba, la calificación obtenida y el resultado en cada una de las preguntas. Los colores se agregaron para identificar la competencia a que corresponde a cada pregunta. Amarillo para la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, verde para explicación de fenómenos y azul para indagación.