

DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS A TRAVÉS DEL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ENERGÍA EN EL
GRADO ONCE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL MONTERILLA,
MUNICIPIO DE CALDONO – CAUCA.



ERIKA MERCEDES FERNANDEZ VIVAS
FRANCISCO DANIEL USAMA OVIEDO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
LINEA DE PROFUNDIZACIÓN CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BECAS PARA LA EXCELENCIA DOCENTE
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
POPAYÁN, ABRIL DE 2018

DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS A TRAVES DEL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ENERGÍA EN EL
GRADO ONCE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL MONTERILLA,
MUNICIPIO DE CALDONO – CAUCA.

Trabajo para optar por el título de
MAGISTER EN EDUCACIÓN

ERIKA MERCEDES FERNANDEZ VIVAS
FRANCISCO DANIEL USAMA OVIEDO

Director

Dr. Carlos Alberto Rincón Lopez

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
LINEA DE PROFUNDIZACIÓN CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BECAS PARA LA EXCELENCIA DOCENTE
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
POPAYÁN, ABRIL DE 2018

DEDICATORIA

A los estudiantes de grado once, promoción 2017 de la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla, por su disposición, colaboración y disciplina. Por permitirnos acercar la ciencia a sus comunidades para visibilizar las diferentes problemáticas y buscar soluciones. Hoy forman parte importante de este trabajo que apuesta a la transformación de la enseñanza de las ciencias en Colombia.

A nuestros hijos, Mariana, Jerónimo, Juan José y Valeria, quienes con su compañía nos impulsan día a día a seguir adelante. Este trabajo también se realizó pensando en ellos, para aportar constructivamente en su formación.

Contenido

Introducción.....	12
1. Descripción del Problema.....	14
2. Justificación	16
3. Contexto.....	18
3.1. Contexto Geográfico	18
3.2. Contexto Socio cultural.....	18
3.3. Contexto institucional	19
3.4. Participantes.....	19
4. Objetivos.....	21
4.1. Objetivo General	21
4.2. Objetivos específicos	21
5. Antecedentes.....	22
6. Referencias conceptuales	24
6.1. Marco legal	24
6.2. Competencias científicas.....	25
6.2.1. Dimensión Conceptual.....	26
6.2.2. Dimensión metodológica.....	27
6.2.3. Dimensión actitudinal.....	27
6.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	27

6.3.1.	Características del ABP.....	28
6.3.2.	Objetivos del ABP.....	28
6.3.3.	Etapas del ABP.....	29
6.4.	El método científico.....	31
6.5.	Energía.....	32
6.5.1.	Concepto de energía.....	32
6.5.2.	Tipos de energía y principio de conservación.....	33
6.5.3.	Energía interna y degradación.....	34
7.	Referente metodológico.....	36
7.1.	Fase I: Planificación.....	36
7.2.	Fase II: Acción.....	37
7.3.	Fase III: Observación.....	39
7.4.	Fase IV: Reflexión.....	39
8.	Hallazgos.....	40
8.1.	Fase de diagnostico.....	40
8.1.1.	Dimensión conceptual.....	40
8.1.2.	Dimensión metodológica.....	42
8.1.3.	Dimensión actitudinal.....	44
8.2.	Diseño de la estrategia.....	46
8.3.	Plan de acción y ejecución.....	48

8.4.	Fase de evaluación	54
8.5.	Categorías.....	57
8.5.1.	Mi vereda un mar de energías.....	57
8.5.2.	Proyectos para la vida.....	70
9.	Conclusiones	82
10.	Referentes Bibliográficos.....	85
11.	Anexos	87

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación de la vereda Monterilla.	18
<i>Figura 2.</i> Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión conceptual de las CC.....	42
<i>Figura 3.</i> Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión metodológica de las competencias científicas.	44
<i>Figura 4.</i> Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión actitudinal de las competencias científicas.	45
<i>Figura 5.</i> Estrategia didáctica para el desarrollo de las competencias científicas.....	47
<i>Figura 6.</i> Grupo 1(parte inferior) y grupo 3 (parte superior) elaborando el mapa mental. Fotografía tomada de DC2.....	62
<i>Figura 7.</i> Mapa mental e integrante del segundo grupo de exposición.....	63
<i>Figura 8.</i> Grupo exponiendo el funcionamiento de un motor universal.	67
<i>Figura 9.</i> Estudiantes exponiendo su primer prototipo para medición de vibraciones generadas por el tránsito vehicular.....	77
<i>Figura 10.</i> Segundo prototipo para medir las vibraciones generadas por el tránsito vehicular.	78
<i>Figura 11.</i> Tercer prototipo para medir las vibraciones producidas por el tránsito vehicular. .	79
<i>Figura 12.</i> Presentación del proyecto en la III feria de la ciencia, Institución Educativa Agroindustrial Monterilla.....	80

Lista de Tablas

Tabla 1. Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión conceptual Tomados de Cañal (2012).....	40
Tabla 2. Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los cinco indicadores de la tabla 1	41
Tabla 3. Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión metodológica. Tomados de Cañal (2012).....	42
Tabla 4. Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los cuatro indicadores de la dimensión metodológica de la tabla 3	43
Tabla 5. Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión actitudinal. Tomados de Cañal (2012).....	44
Tabla 6. Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los dos indicadores de la dimensión actitudinal de la tabla 5	44
Tabla 7. Planeación de la actividad para determinar los saberes previos	48
Tabla 8. Planeación de la actividad para fortalecer conceptos (mapa mental)	49
Tabla 9. Planeación de la actividad preguntas e hipótesis	50
Tabla 10. Planeación de la actividad cronograma.....	51
Tabla 11. Planeación de la actividad avances	51
Tabla 12. Planeación de la actividad para socializar sustentación (Publicidad).....	53
Tabla 13. Planeación de la actividad para presentación en feria de la ciencia	54

Lista de Anexos

<i>Anexo 1. Cuestionario de diagnostico.....</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 2. Formato diario de campo.....</i>	<i>98</i>
<i>Anexo 3. Cuadro de categorización.....</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 4. Fotografías de los proyectos.....</i>	<i>100</i>

Resumen

El presente documento describe una intervención pedagógica ejecutada en la Institución educativa Agroindustrial Monterilla, ubicada en el municipio de Caldono-Cauca, zona rural que atiende población multicultural a saber; indígenas, afro descendientes y mestizos. Específicamente participaron 52 estudiantes de grado once. En esta Institución se evidenció falencias en las diferentes dimensiones de las competencias científicas, específicamente en la dimensión metodológica.

Esta intervención pedagógica apostó a la innovación en la enseñanza de las ciencias naturales mediante el aprendizaje basado en proyectos, pues esta estrategia pone en el centro de la enseñanza al estudiante, a través de la acción y permite el fortalecimiento de las competencias científicas en sus diferentes dimensiones.

En este sentido el objetivo principal es potenciar el desarrollo de las competencias científicas mediante la construcción de proyectos de aula, relacionados con la temática de energía en el grado once de la I.EA. Monterilla. Para lograrlo la intervención se enmarca dentro de la investigación cualitativa desde el enfoque crítico social y el modelo de investigación-acción. Dicho modelo tiene cuatro momentos o fases cíclicas: la primera de ellas denominada planificación, correspondió al diagnóstico de los estudiantes en las cuatro dimensiones de las competencias científicas (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada), además en esta fase se diseñó la estrategia para la intervención. La segunda denominada acción es el momento donde se ejecutó la estrategia. La tercera llamada observación permitió recolectar la información obtenida en la etapa de acción, para este caso se utilizó la técnica de observación directa participativa. Por último se tiene la fase de reflexión la cual permitió retroalimentar todas las fases mencionadas, formando un ciclo.

En el transcurso de la intervención se evidenció mayor interés en la asignatura de física, debido al acercamiento de la ciencia al contexto del estudiante, lo cual mejoró notablemente el ambiente escolar, al promover la autonomía de los estudiantes en el aula y por ende su rol activo en la planificación de las sesiones de clase. Los estudiantes fortalecieron la dimensión metodología de las competencias científicas utilizando como recurso el planteamiento de preguntas, hipótesis y planificación del proceso investigativo. Además se fortaleció la dimensión conceptual y actitudinal en el proceso de ejecución del plan de

investigación. Algunos grupos pasaron al nivel de sustentación teórica de ecuaciones presentes en sus investigaciones.

Palabras clave: Competencias científicas, aprendizaje basado en proyectos, método científico, concepto de energía.

Introducción

Una de las metas de la formación en ciencias (sociales y naturales) en educación básica y media es fomentar el pensamiento científico, analítico y crítico, con el fin de ofrecer a los estudiantes herramientas que le permitan comprender el mundo que los rodea. De acuerdo con esto es necesario que los docentes implementen estrategias que permitan establecer la relación de las capacidades de un individuo con las ciencias, es decir desarrollar las competencias científicas.

En este orden de ideas la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla ubicada en el municipio de Caldono-Cauca, zona rural y que atiende a población multicultural entre indígenas, afro descendientes y mestizos, apunta a dicha meta a través de los estándares básicos de competencias, sin embargo las estrategias utilizadas actualmente (talleres, lecturas con preguntas orientadoras, exámenes individuales, exposiciones) por los docentes están enfocadas en el desarrollo conceptual, dejando de lado dimensiones como la metodológica, actitudinal e integrada de las competencias científicas. Lo anterior se ve reflejado en estudiantes pasivos, tímidos para expresar sus ideas, no relacionan las temáticas con el contexto y son poco críticos de los acontecimientos del diario vivir.

Por lo anterior en esta intervención pedagogía se apuesta a innovar en la enseñanza de las ciencias naturales a través del aprendizaje basado en proyectos, debido a que esta estrategia pone en el centro de la enseñanza al alumnado, a través de la acción y por lo tanto permite el fortalecimiento de las competencias científicas en sus diferentes dimensiones.

En este sentido el objetivo principal es potenciar las competencias científicas a través del aprendizaje basado en proyectos relacionados con la energía en el grado once de la I.E.A Monterilla. Para lograr esto la siguiente intervención se enmarca dentro de la investigación

cualitativa y el enfoque crítico social y se llevara a cabo en cuatro fases cíclicas, la primera de ellas denominada planificación y corresponde al diagnóstico de los estudiantes en las cuatro dimensiones de las competencias científicas (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada), además en esta fase se diseñara la estrategia para la intervención, la segunda designada acción es el momento donde se ejecutará la estrategia, la tercera llamada observación permite la recolección de la información obtenida en la etapa de acción, para este caso se utilizará la técnica de observación directa participativa, grupo nominal y la entrevista, y por último se tiene la fase de reflexión la cual permitirá la retroalimentación entre todas las fases mencionadas formando un ciclo.

Al finalizar esta intervención se encontró que la estrategia del aprendizaje basada en proyectos permitió fortalecer las competencias científicas en sus diferentes dimensiones en los educandos de la I.E.A. Monterilla y demostró ser una alternativa viable respecto a los modelos tradicionalistas que predominan en dicho establecimiento educativo.

1. Descripción del Problema

Las ciencias naturales representan la mirada de los seres humanos al mundo que los rodea, por lo tanto no son la última palabra en la explicación de un fenómeno natural, ni tampoco representan la verdad absoluta, como lo expresa Kuhn (como se citó en MEN, 2006), “podemos entender la llamada “verdad científica” como un conjunto de paradigmas provisionales, susceptibles de ser revaluados y reemplazados por nuevos paradigmas. Ya no se habla entonces de leyes universales, sino de hipótesis útiles para incrementar el conocimiento”.

Este proceso constante de reevaluación de conceptos y teorías para interpretar el mundo está sujeto a la denominada actividad científica, la cual, como señala el MEN (2006) “es una actividad con metodologías no sujetas a reglas fijas, ni ordenadas, ni universales, sino a procesos de indagación más flexibles y reflexivos que realizan hombres y mujeres inmersos en realidades culturales, sociales, económicas y políticas” (p.98).

Por lo tanto enseñar a los estudiantes conceptos de ciencias de forma memorística o utilizando métodos tradicionales contradicen la forma como en realidad se hace ciencia.

En el caso de la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla (I.E.A. Monterilla), la implementación de los estándares básicos de competencias se realiza a través de los planes de área, actualmente se encuentra la versión 1 del formato de plan de área, el diseño y socialización de este formato y su contenido se han trabajado en algunos días pedagógicos, sin embargo se ha notado confusión en este tema, se percibe el plan de área como un formato más. Por otro lado a través de la observación directa de las estrategias utilizadas por los docentes del área de ciencias naturales de dicha Institución, se encontró que en general utilizan lecturas con preguntas claves, talleres en clase, exposiciones y exámenes individuales.

De lo anterior y teniendo en cuenta la división que realiza Cañal (2012) de las competencias científicas en dimensión conceptual, metodológica, actitudinal e integrada, se observa que la mayoría de estrategias utilizadas en la I.E.A. Monterilla apuntan a la dimensión conceptual.

Asimismo al observar a los estudiantes se encontró que en general son pasivos y poco críticos de lo que sucede a su alrededor, además se ha identificado en el transcurso de la actividad académica que los estudiantes aprenden ciencias a través de procesos memorísticos, tienen timidez en las exposiciones, se limitan a recitar conceptos, y difícilmente sostienen debates entre compañeros, razón por la cual no son capaces de relacionar las ciencias naturales con su entorno.

Por todo lo anterior es necesario buscar nuevas estrategias para el fortalecimiento de las competencias científicas en todas sus dimensiones. En tal sentido surge la siguiente pregunta:

¿Cómo potenciar el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes del grado once de la institución Educativa Agroindustrial monterilla?

2. Justificación

Actualmente la enseñanza de las ciencias está basada en competencias, para esta área en particular se denominan competencias científicas (CC) y hacen referencia al:

Conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; e) formular e investigar problemas e hipótesis; y d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. (Cañal, 2012, p. 5)

Asimismo las CC no son algo que el estudiante pueda poseer de forma absoluta, en realidad su desarrollo requiere de un proceso continuo (Cañal, 2012). Teniendo en cuenta lo anterior, para fortalecer dichas competencias, es necesario por parte del docente buscar incansablemente estrategias de aprendizaje. Es por esta razón que en esta intervención pedagógica se eligió el aprendizaje basado en proyectos (ABP), con el objetivo de potenciar el desarrollo de las CC, dicha elección se basó en las múltiples ventajas que presenta dicha estrategia, como señala Perrenoud (como se citó en Amenabar, et al., 2015) esta estrategia es un emprendimiento colectivo dirigido por el grupo y genera un conjunto de tareas en las cuales todos los/las estudiantes pueden implicarse y jugar un rol activo, lo cual es importante para fortalecer la dimensión integrada de las CC, además promueve aprendizaje de saberes y de un saber hacer (decidir, planificar, coordinar, etc), permitiendo desarrollar la dimensión conceptual y metodológica de las CC.

Con lo anterior y teniendo en cuenta que los estudiantes de la I.E.A. Monterilla presentaron necesidades en las diferentes dimensiones de las CC (conceptual, metodológica,

actitudinal e integrada), el ABP permitió obtener resultados favorables en cuanto a la forma como los educandos se aproximan al conocimiento, para formar estudiantes participativos, solidarios, autónomos, reflexivos, capaces de comprender el entorno y participar en las decisiones sociales para transformar el mundo en bien de la humanidad.

Por último y no menos importante este trabajo permitió al docente llevar a la práctica lo expuesto en los planes de área y coherente con los estándares de competencias en ciencias, además es un referente de trabajo con población multicultural (afro descendiente, indígena y mestizos) y pretende que a mediano plazo la estrategia de trabajo por proyectos se articule al PEI de la institución como un proyecto transversal, teniendo en cuenta que de una u otra forma en el quehacer científico desembocan todas las ramas del saber.

3. Contexto

3.1. Contexto Geográfico

La institución Educativa Agroindustrial Monterilla se encuentra ubicada en el departamento del Cauca en el municipio de Caldono a 67 Kilómetros de su capital Popayán, dicho municipio limita al norte con Santander de Quilichao, al oriente con Jambaló, al sur con Silvia y al occidente con Piendamó y tiene una extensión de 379,98 km², específicamente la Institución se sitúa en la vereda Monterilla, esta pertenece al corregimiento de cerro alto y se encuentra aproximadamente a 4,8 km de la vía panamericana, como se muestra en la Figura.1.

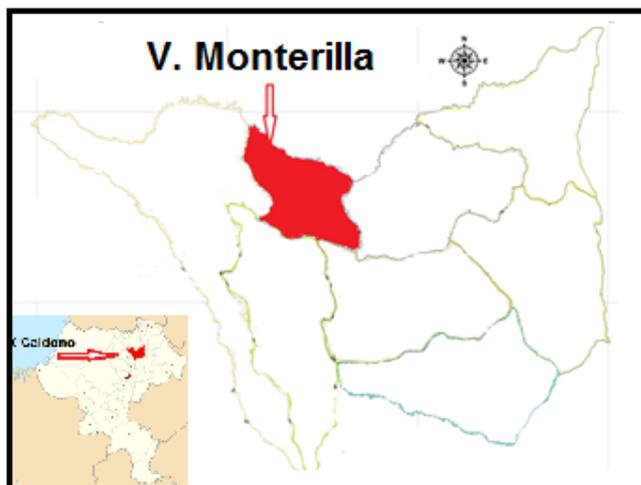


Figura 1. Mapa de ubicación de la vereda Monterilla.

3.2. Contexto Socio cultural

Según el diccionario Geográfico de Colombia (Rodríguez, 2010), en el territorio de Caldono se ubican 3 resguardos indígenas: La Laguna Siberia, Las Mercedes y Tumburao. La densidad de población municipal para el año 2016 es de 89,5 habitantes por km².

Según cifras presentadas por el DANE en el censo de 2005 la composición étnográfica del municipio es:

- Indígenas (70,6%)

- Blancos y Mestizos (28,9%)
- Afrocolombianos (0,5%)

La vereda Monterilla tiene 120 familias, distribuidas en 120 viviendas, en un área total de 613 hectáreas

3.3. Contexto institucional

La institución Educativa Agroindustrial Monterilla (I.E.A. Monterilla) recibe anualmente aproximadamente 644 estudiantes en total para las sedes de básica primaria, básica secundaria y media técnica, aproximadamente el 30 % de los estudiantes pertenecen al sector de Monterilla, el 70 % restante pertenece a municipios y corregimientos cercanos. La población que atiende es diversa entre indígenas, afro descendiente y mestizos, los cuales pertenecen a sectores rurales y urbanos.

la Institución cuenta con 20 aulas para clase, una sala de profesores, una sala de informática, una sala de audiovisuales, un laboratorio de inglés, un laboratorio de ciencias naturales, un laboratorio de agroindustria, una granja, un polideportivo, un pequeño restaurante escolar, un bloque para los administrativos, un internado y una planta de tratamiento de agua.

3.4. Participantes.

La intervención se llevó a cabo en la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla, municipio de Caldon-Cauca, con 27 estudiantes de grado once uno y 25 estudiantes de grado once dos, para un total de 52 estudiantes participantes. El tipo de población es multicultural (afro descendientes, indígenas y mestizos) y provienen en su mayoría de la parte rural y el resto de zonas urbanas cercanas. Por observación directa se ha notado que los educandos de esta institución se caracterizan por ser poco críticos del contexto, se les dificulta expresar sus ideas y son tímidos a la hora de exponer. En cuanto a la parte disciplinar, sobresale

el respeto por sus compañeros y los docentes, pero les falta mayor compromiso y responsabilidad con las actividades y trabajos en clase. En cuanto a los resultados Icfes¹ del año 2016, el promedio en el área de ciencias naturales es de 50 en una escala de 1 a 100 y es similar al promedio de los establecimientos de Colombia y para la entidad territorial certificada Cauca, sin embargo dicho puntaje se considera en el nivel medio según la escala propuesta por el Icfes.

¹ Información tomada de la página oficial Icfes interactivo, resultados por institución. Tomado de:
<http://www.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/consultaAgregadosEstablecimiento.jsf#No-back-button>

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Potenciar el desarrollo de las competencias científicas mediante la construcción de proyectos de aula, relacionados con la temática de energía en el grado once de la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla, municipio de Caldono – Cauca

4.2. Objetivos específicos

-Identificar las competencias científicas en las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada, presentes en los estudiantes de grado once.

-Diseñar y ejecutar la estrategia de proyectos que se llevara a cabo con los estudiantes de grado once.

- Describir y evaluar los desempeños obtenidos en las diferentes dimensiones de las competencias científicas a través de la estrategia de proyectos.

5. Antecedentes

Esta intervención tuvo en cuenta por un lado, el artículo internacional denominado Enseñando por proyectos en la escuela: la clase de Laura Castell (Lacueva, 2003). Este artículo es una investigación de estudio de caso, con estudiantes de sexto grado en una escuela pública de la ciudad de Barcelona España, donde las autoras les interesa documentar el trabajo por proyectos desarrollado por una educadora y reflexionar críticamente sobre él.

Este trabajo es un referente importante para esta intervención porque muestra las categorías utilizadas para su interpretación, sirven de experiencia en toma de decisiones en cuanto a origen de los proyectos, objetivos de los proyectos, actividades de inicio, desarrollo y cierre, evaluación y valoración de los proyectos por parte de estudiantes y docente. Además se resalta que las conclusiones y propuestas, satisfacen varias perspectivas, educadora, estudiantes e investigadores. Lo anterior permite ampliar la visión para no cometer errores, como no relacionar los proyectos con el contexto.

Por otro lado también se tuvo en cuenta un artículo nacional, de la Universidad de la Amazonia, denominado, Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas (Castro, 2013). Esta investigación se efectuó en las Instituciones Educativas Juan Bautista Migani y Los Andes del municipio de Florencia-Caquetá. Es una investigación aplicada, con carácter descriptivo-interpretativo, estructurada en dos etapas: la primera de diagnóstico, en donde se analiza la evolución y estado actual de la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias, y la segunda, se formula la propuesta didáctica desde la articulación de la investigación en el aula y la solución de problemas, en torno a la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad para un aprendizaje contextualizado y, la elaboración de secuencias didácticas para el aprendizaje y evaluación de competencias

científicas básicas relacionadas con la observación, interpretación, argumentación y proposición, con la aplicación de procesos meta cognitivos.

Es oportuno traer a colación esta intervención, puesto que muestra una mirada del quehacer docente en el área de ciencias naturales en dos instituciones colombianas. Aquí se muestra las estrategias utilizadas en dicha área y si favorecen, o no, el desarrollo de competencias científicas referente a lo cognitivo, procedimental y actitudinal. Esta investigación propone el diseño de una propuesta didáctica: “experiencia investigativa para el desarrollo de competencias científicas básicas”, cuya realización ocurre en tres etapas, planificación, ejecución y evaluación y dirigidas al desarrollo de las competencias científicas.

6. Referencias conceptuales

6.1. Marco legal

La constitución política de Colombia (1991) establece las normas para garantizar los derechos fundamentales y exigir los deberes a los colombianos. Entre estos se encuentra el de la educación el cual tiene toda persona en sus libertades de enseñanza y aprendizaje. En este sentido se fundamenta la ley 115 (1994), en cuyo artículo primero consagra “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” (p.1). Además con el artículo 67 de la Constitución Política, define y desarrolla la organización y prestación de la educación formal en sus niveles preescolar, básica (primaria y secundaria) y media, no formal e informal, dirigida a niños y jóvenes en edad escolar, adultos, campesinos, grupos étnicos, personas con limitaciones físicas, sensoriales y psíquicas, con capacidades excepcionales, y personas que requieran rehabilitación social.

Para dar cumplimiento al artículo 78 de la ley 115 de 1994 se crean los lineamientos curriculares, con el fin de dar las pautas y estrategias en la construcción de los proyectos educativos institucionales (PEI). Para el caso específico de ciencias naturales en 1998 se crean los lineamientos curriculares para el área, en los cuales se define el objetivo de las ciencias naturales y la educación ambiental:

“el sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en

especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente” (MEN, 1998, p.10).

Con el fin de fortalecer los lineamientos curriculares se crea la ley 715 (2001), la cual define las políticas educativas para la prestación del servicio y los instrumentos de medida para una educación de calidad. Se elaboran los estándares básicos de competencias para las áreas de matemática, lenguaje, ciencias naturales y ciencias sociales. Estos estándares son entendidos “como criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender los niños, niñas jóvenes, y además establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer en contexto en cada una de las áreas y niveles” (MEN, 2006).

6.2. Competencias científicas

Para el caso de ciencias naturales se esperaría que dichos estándares tuvieran una definición específica de competencias científicas. Sin embargo no aparece, como lo señala Vallejo (2014):

Por otra parte, aunque el documento es titulado Estándares básicos de competencias en ciencias naturales, no define una noción específica de competencia científica, por su puesto tampoco es claro en decir cuáles son. Pareciera que en el documento hubiesen desplazado el concepto de competencia por el de estándar... (p.64)

Por esta razón es necesario para esta intervención recurrir a otros autores, como es el caso de Cañal (2012), en cuyo artículo titulado ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? define las competencias científicas y además los clasifica en dimensiones, Define las capacidades científicas para cada dimensión, los aprendizajes básicos, tareas de evaluación e indicadores concretos. Es necesario aclarar que analizando las capacidades científicas de las

cuales habla Cañal se encuentra similitud con las acciones expuestas en los estándares básicos de competencias, y es esta similitud el puente entre una definición precisa de competencias científicas y estándares básicos de competencias en ciencias.

Se inicia entonces con la definición de competencia científica, según Cañal (como se citó en Pedrinaci, 2012):

Entendemos la competencia científica como un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico para:

- Describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
- Comprender los rasgos característicos de la ciencia.
- Formular e investigar problemas e hipótesis.
- Documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana provoca en él. (p.79).

Para abordar las competencias científicas, Cañal (2012) Las divide en cuatro dimensiones: conceptual, metodológico, actitudinal e integrada y asocia a cada una de estas dimensiones una serie de capacidades científicas necesarias para alcanzar dichas dimensiones.

6.2.1. Dimensión Conceptual.

Cañal propone tres capacidades asociadas a la dimensión conceptual. La primera hace referencia a la forma de utilizar los conocimientos científicos personales para comprender los fenómenos naturales. La segunda plantea que un estudiante debe ser capaz de manejar conceptos y modelos científicos para analizar problemas. La tercera propone la importancia de diferenciar la ciencia de interpretaciones no científicas.

6.2.2. Dimensión metodológica.

A la dimensión metodológica, Cañal le señala cuatro capacidades: la capacidad para identificar problemas científicos, diseñar estrategias de investigación, obtención y procesamiento de información confiable, para finalmente llegar a conclusiones.

6.2.3. Dimensión actitudinal.

En esta dimensión se definen tres capacidades: La primera hace referencia a valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla. La segunda menciona el interés por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio ambientales. La tercera propone adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.

6.2.4. Dimensión integrada.

La dimensión integrada como su nombre lo indica es la capacidad de integrar las diferentes capacidades antes mencionadas, con el objetivo de solucionar problemas científicos, tecnológicos y socio ambientales en contextos propios del estudiante.

6.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Para potencializar las anteriores competencias científicas, en esta intervención se optó por utilizar la estrategia de proyectos o aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta estrategia pone en el centro de atención al estudiante, como lo señala Amenábar, et al.(2015):

el centro de la acción educativa es el alumnado. En este contexto, los problemas que se encaran en un proyecto, tanto al plantearlos como al resolverlos (ya sea de manera aislada o bien en función de un trabajo encadenado en un proyecto), son un estímulo para pensar. Se aprende a medida que se construye el proyecto y este

no es una simulación, un “como si”, sino una verdadera construcción puesta al servicio de la resolución de una pregunta, de un problema real.(p.16)

Se resalta del planteamiento de Amenabar, el surgimiento de los proyectos de una pregunta o problema del mundo real, esto es importante porque se relaciona con el método científico donde la investigación surge del planteamiento del problema.

6.3.1. Características del ABP.

Las características principales del ABP, según Perrenoud (2000):

- Es una empresa colectiva dirigida por el grupo curso (el profesor o profesora anima, pero no decide).
- Se orienta a una producción concreta (en el sentido amplio: texto, periódico, espectáculo, exposición, maqueta, mapa, experiencia científica, baile, canción, producción manual, creación artística o artesanal, fiesta, encuesta, salida, manifestación deportiva, rallye, concurso, juego, etc.);
- Induce un conjunto de tareas en las que todos los alumnos pueden implicarse y jugar un rol activo, que puede variar en función de sus medios o intereses;
- Suscita el aprendizaje de saberes y de procedimientos de gestión de proyecto (decidir, planificar, coordinar, etc);
- Favorece, al mismo tiempo, aprendizajes identificables (al menos inmediatamente después) que figuran en el programa de una o más disciplinas (francés, música, educación física, geografía, etc).(p.313)

6.3.2. Objetivos del ABP.

Perrenoud define los objetivos de trabajar por proyectos y especifica que la estrategia puede apuntar a uno o varios de dichos objetivos. Según Perrenoud(2000) los

estudiantes deben tener la capacidad de movilizar saberes; construir competencias, generar nuevos aprendizajes, desarrollar cooperación, tomar confianza en sí mismo para reforzar la identidad personal y colectiva, desarrollar autonomía y saber hacer elecciones, elaborar y conducir proyectos.

Es claro entonces que el trabajo por proyectos presenta características importantes, donde el estudiante toma un rol activo, además el ABP apunta a varios objetivos entre ellos el de construir competencias. Lo anterior justifica la razón de abordar esta estrategia en esta intervención pedagógica.

6.3.3. Etapas del ABP.

Amenábar, et al.(2015) divide en tres etapas el ABP; planeación, ejecución y evaluación.

La etapa de planeación es importante debido a que es el punto de partida y por tanto define la ruta a seguir. Es el lugar donde el docente planifica detalladamente las actividades a desarrollar, además debe ser flexible de acuerdo al avance en el proyecto (Amenabar, et al, 2015).

En esta etapa Anijovich y Mora (2010) describen algunos pasos que pueden contribuir a diseñar un proyecto:

1. Identificar un contenido que posibilite definir problemas significativos y relevantes, tanto desde la perspectiva disciplinar, tanto por su importancia para la comunidad, como por ser problemas interesantes para los alumnos;
2. formular los objetivos de aprendizaje para ese proyecto;
3. especificar los modos de comunicar el proyecto: tanto de los estadios de avance como del trabajo final;

4. determinar la variedad de recursos disponibles;
5. planificar diversas rutas de abordajes posibles, y la secuencia de actividades y presentaciones para cada una de las instancias de clase;
6. definir un cronograma;
7. diseñar los tipos y momentos de evaluación del proyecto;
8. especificar el o los formatos y los momentos que se propondrán para documentar el proyecto. (p.92)

La etapa de ejecución se centra en la pregunta o problema. Iniciar un proyecto con un problema permite transversalizar diferentes áreas del conocimiento, sin embargo el alcance de integrar las diferentes áreas depende de la edad del alumno, como lo plantea Bixio (1996):

La magnitud o alcance de la integración a la que estos proyectos hagan referencia, deberá adecuarse a las edades de los alumnos, dado que sabemos, por las investigaciones psicogenéticas, cuáles son las posibilidades cognoscitivas en el denominado período de las operaciones concretas, y las consecuentes dificultades que tiene el niño para atender simultáneamente a todas las variables que pueden estar poniéndose en juego en relación a un problema determinado.(p.5)

La tercera etapa, denominada evaluación del proyecto, es el momento para analizar el alcance de los procesos de aprendizaje, como señala Amenabar, et al. (2015), “Se puede revisar el impacto del trabajo por proyectos en términos de procesos de aprendizaje logrados y de resultados alcanzados en función de los objetivos propuestos”(p.27).

Es preciso anotar que esta etapa es un proceso continuo, no una acción al finalizar el proceso, donde participan el docente y los estudiantes.

6.4. El método científico

Hasta el momento se definieron las competencias científicas y la estrategia de proyectos para fortalecer dichas competencias. En este punto, es necesario traer a colación el método científico, que a pesar de no ser nombrado directamente, está inmerso en la dimensión metodológica de las CC y se ha tomado como ruta para abordar el ABP. Por otra parte es claro que la pretensión en ciencias no es formar científicos, pero si aproximar a los estudiantes al quehacer científico, como lo señala el MEN (2006):

Si bien no es meta de la Educación Básica y Media formar científicos, es evidente que la aproximación de los estudiantes al quehacer científico les ofrece herramientas para comprender el mundo que los rodea, con una mirada más allá de la cotidianidad o de las teorías alternativas, y actuar con ellas de manera fraterna y constructiva en su vida personal y comunitaria (p.105).

Teniendo en cuenta lo anterior, aproximar a los estudiantes al quehacer científico requiere del manejo del método científico, Morles (2002), define dicho método como un proceso hipotético, deductivo, intencional, sistemático y objetivo, que un investigador sigue para resolver un problema. Se divide en tres fases: La primera es la fase de observación, en ésta, el investigador prioriza unas variables, las cuales en principio tienen una relación de causa-efecto. La segunda fase denominada construcción de un modelo teórico, se basa en la formulación de hipótesis sobre la relación de las variables dependientes e independientes. La última fase se denomina verificación, en ésta, se ponen a prueba las hipótesis del fenómeno en estudio. El proceso de verificación es indefinido, hasta alcanzar la verdad.

6.5. Energía

Para finalizar, la temática abordada fue la energía y sus transformaciones, la cual pertenece a los estándares básicos de competencias en ciencias naturales de decimo y undécimo. Además es una temática amplia donde confluyen diferentes ramas de la ciencia y permite presentar un abanico de posibilidades al alcance de los alumnos y de sus intereses. Desde el punto de vista disciplinar esta temática es clave para abordar diversos problemas científicos y tecnológicos, como lo señala Doménech, et al. (2001):

Por otra parte, desde un punto de vista puramente disciplinar, la idea de energía proporciona una clave importante para el tratamiento de los más diversos problemas científicos y tecnológicos. Tanto es así que el concepto de energía es utilizado en campos tan distintos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, la biología, etc., poniendo de relieve su carácter integrador (p.46).

6.5.1. Concepto de energía.

El concepto de energía no tiene una definición única y precisa, más bien parece un término del cual no se tiene conocimiento, como lo señala Feynman, R., Leighton, R. and Sands (1963):

It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy is. We do not have a picture that energy comes in little blobs of a definite amount. It is not that way. However, there are formulas for calculating some numerical quantity, and when we add it all together it gives “2828”—always the same number. It is an abstract thing in that it does not tell us the mechanism or the reasons for the various formulas (parr.7).

Lo curioso de acuerdo a lo planteado por Feynman, et al. (1963), es la existencia de fórmulas para calcular cierta cantidad numérica, las cuales al sumarse siempre se obtiene el mismo número, es decir plantea la energía como algo abstracto.

Una aproximación al concepto de energía lo propone Maxwell (1920) y es el más utilizado actualmente. Este define la energía como la capacidad de producir transformaciones, entre ellas el trabajo. En tanto el trabajo lo define como un acto de producir un cambio de configuración en un sistema en oposición a una fuerza que se resiste al cambio.

6.5.2. Tipos de energía y principio de conservación.

De acuerdo a lo planteado por Maxwell un cambio en la configuración de un sistema estaría relacionado con los diferentes tipos de energía, lo anterior lo ratifica Doménech, et al. (2001), “Se puede hablar de diferentes formas de energía (cinética, potencial gravitatoria, etc.) asociadas a diferentes configuraciones de los sistemas y a distintas formas de interacción de la materia”(p.4).

Las diferentes formas o tipos de energía y su transformación de una forma a otra llevan a analizar otro de los principios importantes de la física, denominado conservación de la energía. Doménech (2001), dice al respecto:

Los cambios experimentados por los sistemas pueden comportar transformaciones de unas formas de energía en otras y/o transferencias de energía de unos sistemas a otros (o de unas partes del sistema a otras). Pero la energía total de un sistema aislado permanece constante. (p.5)

Es necesario aclarar que un sistema aislado es aquel donde no se intercambia energía ni materia con el entorno. Éste principio de conservación es conocido por los estudiantes, incluso lo recitan de forma memorística, aunque esto no significa que lo comprendan. Los

estudiantes no comprenden ¿por qué si la energía se conserva se habla de crisis energética en los diferentes medios de comunicación?. ¿Por qué una pelota pierde energía en cada rebote? etc. Por esta razón es necesario introducir conceptos como el de energía interna y degradación de la energía.

6.5.3. Energía interna y degradación

En cuanto a la energía interna, Alonso y Fin (1996) señalan que:

El establecimiento del principio de conservación exige tomar en consideración las interacciones a nivel submicroscópico y las formas de energía interna asociadas (que comprenden la energía cinética debida al movimiento de los constituyentes microscópicos y la energía potencial debida a la interacción mutua entre dichos constituyentes). Esto sólo fue posible cuando se comprendió la relación entre los fenómenos mecánicos y los caloríficos (como se citó en Doménech, 2001, p.5).

Además aclarar que la energía mecánica y la energía interna no son totalmente equivalentes, como lo señala Frish y Timoreva (1972):

Aunque el principio de conservación y transformación de la energía establece que unas formas de energía pueden transformarse en otras, la energía mecánica (macroscópica) y la energía interna no son totalmente equivalentes, ya que mientras en un sistema aislado es posible transformar íntegramente la energía mecánica en energía interna, el proceso recíproco no es posible, puesto que supondría la transformación de un movimiento desordenado de una infinidad de partículas en un movimiento ordenado (como se citó en Doménech, 2001, p.5).

En el segundo caso, la degradación de la energía impide la transformación total de unos tipos de energía en otros, como el caso de la energía térmica a mecánica. Es decir la energía

se conserva pero pasa a estados más desordenados o de mayor entropía, los cuales impiden la equivalencia entre energía mecánica y energía interna. Como lo señala (Duit 1986; Ogborn 1990; Atkins 1992):

Como resultado de las interacciones y consiguientes transformaciones de los sistemas, la energía se degrada o distribuye, es decir, los sistemas evolucionan hacia estados más desordenados, que son más probables: es más probable, p.e., que las partículas de un sistema se agiten en todas direcciones que todas se desplacen en la misma dirección. Este paso a configuraciones más desordenadas (de mayor entropía) hace que disminuya la posibilidad de ulteriores transformaciones de los sistemas (como se citó en Doménech, 2001, p.5).

Lo anterior permite entender que la denominada crisis energética (asociada a la desaparición de la energía), no se contradice con el principio de conservación de la energía, sino que hace referencia a la transformación de estados de energía ordenados a estados desordenados o de mayor entropía, lo cual disminuye las posibilidades de transformaciones a nivel macroscópico.

7. Referente metodológico

La siguiente intervención pedagógica fue una investigación de tipo cualitativo, mediante el enfoque crítico social y el modelo de investigación-acción, esta intervención se realizó en cuatro fases: planificación, acción, observación y reflexión.

7.1. Fase I: Planificación

En la fase de planificación (fase I), se realizó el diagnóstico del problema, éste se basó en la división de las dimensiones de las CC definidas por Cañal (2012), dicho diagnóstico lo elaboraron los docentes y fue dividido en dos partes (Ver anexo 1). En la primera parte se indagó sobre la dimensión **conceptual, metodológica y actitudinal** de las CC, la parte dos se enfatizó en la dimensión actitudinal e integrada a través de la técnica de grupo nominal. El tema escogido para este diagnóstico es el tema denominado leyes de Newton y fuerzas, éste se escogió porque es el tema culminado con anterioridad, dicho tema se abordó con clases magistrales, exposiciones de los estudiantes y talleres.

La dimensión conceptual incluyó preguntas abiertas sobre la temática, ejercicios del saber hacer, preguntas tipo icfes y preguntas abiertas para relacionar el conocimiento con un nuevo contenido, contexto o experiencia.

La dimensión metodológica le exigió al estudiante realizar un proceso de observación, definir problemas, plantear hipótesis, y realizar un plan de investigación para comprobar o refutar hipótesis relacionados con la temática.

En la dimensión actitudinal se confrontó al estudiante con un texto falso y ficticio, además se organizaron grupos de trabajo en torno a una noticia actual y de contexto nacional, relacionadas con problemáticas medio ambientales, teniendo en cuenta que la comprensión de dichas problemáticas requiere profundizar en conceptos como temperatura,

calor, transformación de la materia y energía, degradación de la energía, etc. Al final de esta lectura se plantearon preguntas orientadoras y se realizó una socialización.

El análisis de la información se realizó de acuerdo a los indicadores de aprendizaje y capacidades expresados en Cañal (2012), dichos indicadores se ajustaron a los indicadores de desempeños bajo, básico, alto y superior del sistema de evaluación institucional. La anterior información se presentó en tablas y gráficos para su mejor comprensión.

El análisis de la información permitió evidenciar en cuales competencias científicas los estudiantes tienen falencias, con esta información se diseñó la estrategia didáctica, teniendo en cuenta las etapas del ABP: planificación, ejecución y evaluación.

7.2. Fase II: Acción

En la fase de acción (fase II), se tuvo en cuenta las falencias en la dimensión metodológica, razón por la cual se involucró el método científico. Inicialmente los estudiantes realizaron un proceso de observación sobre los tipos y transformaciones de la energía presentes en sus comunidades, luego detectaron las problemáticas presentes en sus lugares de residencia y las decantaron en el planteamiento del problema. Posteriormente se plantearon las respectivas hipótesis y se diseñó un plan de investigación. La comprobación de hipótesis llevo a los estudiantes a fabricar maquinas, diseñar experimentos, construir maquetas, etc, es decir se enlazó el método científico y las etapas (planificación, ejecución y evaluación) del ABP. En total surgieron 15 proyectos como respuesta a la comprobación de hipótesis (ver anexo 4).

Las actividades realizadas fueron:

- **Actividad 1 (Saberes previos y observación):** El estudiante realizó un proceso de observación durante varios días en su comunidad sobre los tipos y transformaciones de la energía, esta etapa se realizó para evidenciar los saberes previos y analizar el nivel de

observación de los estudiantes. La observación se registró en el cuaderno de apuntes de cada educando y se socializo en dos sesiones de clase.

- **Actividad 2 (Mapa mental):** En grupos de máximo 4 estudiantes procedieron a realizar un mapa mental, cuya idea central es la energía. Lo anterior con el objetivo de que los estudiantes interactúen y puedan llegar a consensos de conceptos. Finalmente los mapas mentales se ubicaron alrededor del salón y fueron sustentados. La actividad se realizó en tres sesiones de clase, una para la elaboración y dos para la sustentación.

- **Actividad 3 (Reportaje de problemática y planteamiento del problema):** Los estudiantes realizaron un reportaje desde algún lugar de su comunidad donde se evidencio alguna problemática. Finalmente se reúnen en grupos de trabajo donde dialogan sobre dichas problemáticas y se concluye redactando un documento con la formulación de preguntas. El video se realizó extra clase y la formulación de preguntas en una sesión de clase.

- **Actividad 4 (planteamiento de hipótesis):** Cada grupo de trabajo selecciono la pregunta de acuerdo a sus intereses y formularon hipótesis, dichas hipótesis junto a la pregunta, definieron el tipo de proyecto (maqueta, maquina, experimento, simulación, etc) a realizar. La actividad se realizó en dos sesiones de clase.

- **Actividad 5 (Planificación y Cronograma):** Cada grupo planifico diversas rutas de abordaje de las hipótesis, secuencias de actividades y presentaciones para cada sesión de clase. Además definió lista de materiales y realizo un cronograma. La actividad se realizó en una sesión de clase.

- **Actividad 6 (avances):** La sesiones de avances se definieron de acuerdo a la planeación realizada por los estudiantes en la anterior actividad, en estas sesiones se presentaron al resto del grupo, aciertos y dificultades en el proceso de elaboración de los proyectos, esto

permitted retroalimentación del resto de estudiantes y el docente. Además avanzaron gradualmente en la sustentación de los principios científicos que rigen sus proyectos. Esta actividad se llevó a cabo en 6 semanas, equivalentes a 12 sesiones de clase.

- **Actividad 7 (Folleto):** Al finalizar la elaboración de sus proyectos, cada grupo procedió a la creación de un folleto con la herramienta Publisher, donde recopilaron el proceso de construcción y marco teórico de su proyecto.

- **Actividad 8 (Poster):** Finalmente se debe crear un poster científico, con Título, autores, planteamiento del problema, hipótesis, imagen del proyecto, materiales, construcción, aplicaciones y usos. Las actividades 7 y 8 se realizaron durante las sesiones de avances.

7.3. Fase III: Observación

La fase de observación (fase III) recayó sobre la fase de acción (fase II), ésta permitió la recogida, análisis de datos e identificación de evidencias o pruebas para comprender las ventajas y desventajas de la estrategia utilizada. Específicamente se utilizó la técnica denominada observación directa participativa, acompañada del instrumento diario de campo (Ver anexo 2). El análisis de datos (codificación y categorización) se hizo con la teoría fundamentada de Strauss y Corbin (2002), basado en el microanálisis de datos. Con este proceso se obtuvieron dos categorías selectivas denominadas: Mi vereda un mar de energías y proyectos para la vida con 342 y 148 relatos respectivamente, para un total de 520 relatos (Ver anexo 3).

7.4. Fase IV: Reflexión

Finalmente se tiene la fase de reflexión (fase IV), esta se llevó a cabo durante toda la intervención y permitió analizar e interpretar los datos obtenidos en la fase de observación. De esta manera se garantizó retroalimentación entre las diferentes fases de la investigación – acción.

8. Hallazgos

En este capítulo se muestra el problema ya delimitado a través de un diagnóstico basado en las cuatro dimensiones de las competencias científicas (CC), definidas por Cañal (2012). De los resultados obtenidos se propone entonces la estrategia didáctica, el plan de acción y ejecución para finalmente evaluar el impacto de la estrategia mencionada.

8.1. Fase de diagnóstico

El diagnóstico se realizó con los estudiantes de grado once de la Institución Educativa Agroindustrial Monterilla. Específicamente con 26 estudiantes del grado 11-01 y 25 estudiantes del grado 11-02, para un total de 51 estudiantes.

La técnica utilizada se basó en preguntas orientadoras y la recolección de datos se hizo mediante un cuestionario.

El cuestionario se dividió en tres partes, correspondientes a las dimensiones conceptual, metodológica y actitudinal de las CC (Ver anexo 1).

8.1.1. Dimensión conceptual.

Para su valoración se tuvo en cuenta cinco indicadores presentados en la Tabla 1.

Tabla 1

Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión conceptual Tomados de Cañal (2012).

No.	Indicadores de aprendizaje y capacidades
Indicador.	
1	Saber exponer lo aprendido utilizando las propias palabras.
2	Exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido.
3	Saber relacionar distintos aprendizajes para comprender una nueva situación.
4	Saber emplear los aprendizajes realizados en nuevos contextos

problemáticos del entorno cotidiano (casa, consumo, máquinas, medio natural, alimentación, etc.).

- 5** Saber emplear el conocimiento personal en relación con un nuevo contenido, contexto o experiencia.
-

Estos indicadores se midieron conforme a la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico y bajo según lo establecido en el sistema de evaluación institucional. Los resultados para los 51 estudiantes de grado 11 se indican en la Tabla 2.

Tabla 2

Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los cinco indicadores de la tabla 1.

Valoración	Indicadores				
	1	2	3	4	5
Superior	17	12	13	3	9
Alto	2	3	12	1	16
Total Superior + Alto	19	15	25	4	25
Básico	10	9	11	12	19
Bajo	22	27	15	35	7
Total Básico + Bajo	32	36	26	47	26

En el Tabla 2, se evidencia mejor desempeño en el indicador 3 y 5 con un 50 % de los estudiantes en los niveles alto y superior. En cambio se observa mayor dificultad en los indicadores 1, 2 y 4 con un 63 %, 71 % y 92 % de los estudiantes respectivamente en los niveles básico y bajo. En conclusión el mejor rendimiento se evidencia en el saber relacionar y emplear distintos aprendizajes para comprender una nueva situación, contexto o experiencia, pero se

encuentran dificultades para exponer ejemplos personales y emplear los aprendizajes con problemáticas del entorno cotidiano.

En la Figura 2, se muestra un consolidado de los cinco indicadores de la dimensión conceptual (promedio de calificación por estudiante, en los cinco indicadores). En general se observa que un 53 % de los estudiantes se encuentran con un desempeño bajo en dicha dimensión, mientras un 41 % tiene un nivel entre alto y superior. Lo anterior demuestra que el grado 11 presenta un desfase a nivel conceptual.

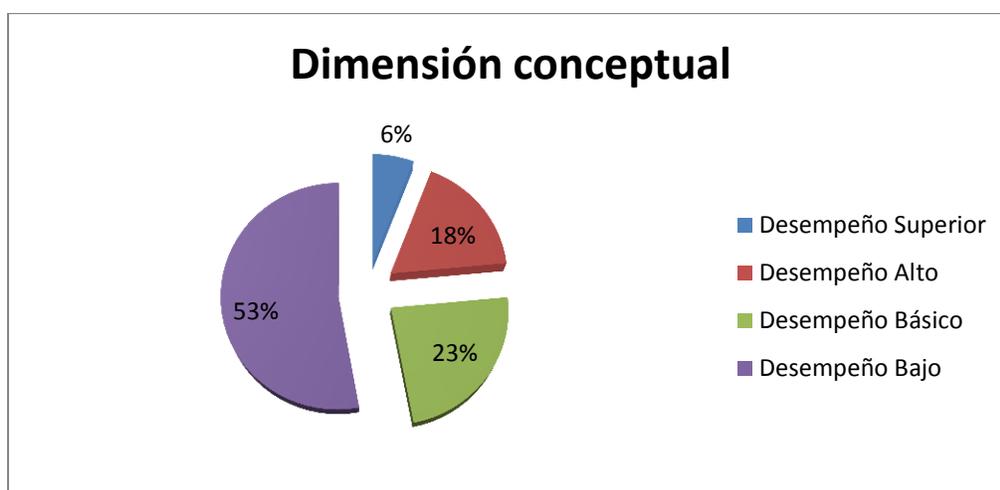


Figura 2. Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión conceptual de las CC.

8.1.2. Dimensión metodológica

Para su valoración se tuvo en cuenta cuatro indicadores presentados en la Tabla 3.

Tabla 3

Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión metodológica. Tomados de Cañal (2012)

No. Indicador.	Indicadores de aprendizaje y capacidades
1	Saber observar y concentrar la atención.
2	Formular problemas de forma científicamente abordable.
3	Formular posibles hipótesis o explicaciones que resuelvan el problema.

4 Elaborar un plan de investigación.

A continuación, en la Tabla 4, se muestra la distribución de los estudiantes de grado once en los diferentes niveles de desempeño para los indicadores de aprendizaje de la dimensión metodológica. Se observa que más del 90 % de los estudiantes se encuentra en el desempeño bajo en todos los indicadores de la dimensión metodológica, de dichos estudiantes, aproximadamente el 32%, 64 %, 72 % y 76 % no respondieron nada ante los indicadores: saber observar, formular problemas, formular posibles hipótesis y elaborar un plan de investigación respectivamente. Lo anterior se explica porque los estudiantes no saben aplicar el método científico y desconocen sus pasos, a pesar que en el currículo este método está inmerso en todas las asignaturas del área de ciencias naturales en los diferentes grados del bachillerato.

Tabla 4

Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los cuatro indicadores de la dimensión metodológica de la tabla 3.

Valoración	Indicador			
	1	2	3	4
Superior	0	1	0	0
Alto	0	1	1	1
Total Superior+				
Alto	0	2	1	1
Básico	2	1	2	0
Bajo	49	47	47	49
Total Básico + Bajo	51	48	49	49

En la Figura 3, se presenta un consolidado de los cuatro indicadores de la dimensión metodológica. Se observa que esta dimensión es la más crítica, con un 94 % de los estudiantes en el nivel de desempeño bajo, además no se encuentran estudiantes en los niveles alto y superior.

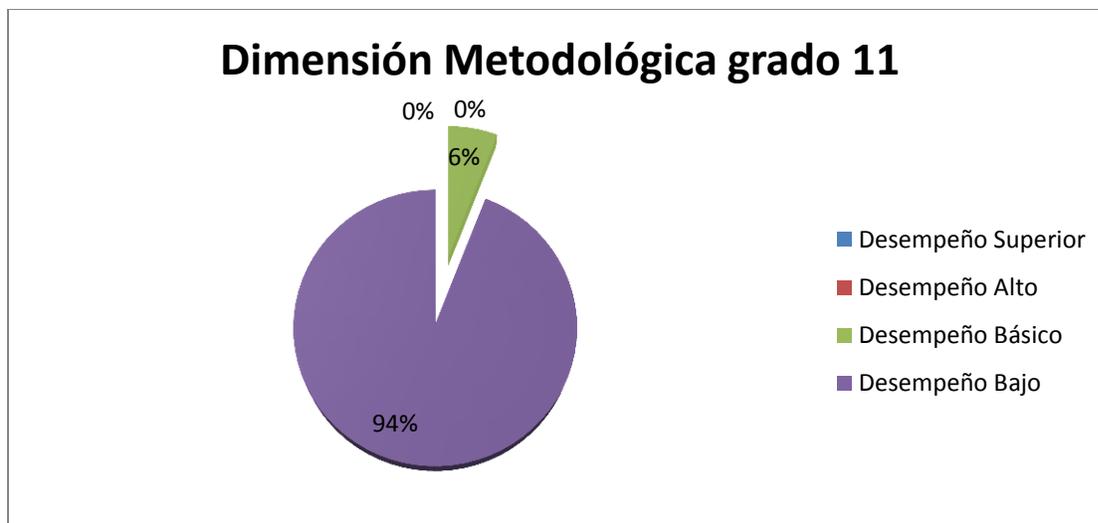


Figura 3. Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión metodológica de las competencias científicas.

8.1.3. Dimensión actitudinal

En esta dimensión se tendrán en cuenta dos indicadores presentados en la Tabla 5.

Tabla 5

Indicadores de aprendizaje tenidos en cuenta en la dimensión actitudinal. Tomados de Cañal (2012)

No. Indicador.	Indicadores de aprendizaje y capacidades
1	Criterios que emplea para la selección de fuentes e informaciones concretas.
2	Actitudes e intereses que muestra ante el conocimiento científico.

En la Tabla 6, se presenta la distribución de estudiantes de grado once en los diferentes niveles de desempeño para los indicadores de aprendizaje de dimensión actitudinal. Se observa que el indicador 1 relacionado con los criterios para la selección de fuentes de información es donde se presenta mayor dificultad con 40 estudiantes en nivel de desempeño bajo.

Tabla 6

Distribución de los estudiantes en la escala de valoración bajo, básico, alto y superior para los dos indicadores de la dimensión actitudinal de la tabla 5.

Valoración	Indicador	
	1	2
Superior	4	12
Alto	4	26
Total Superior+		
Alto	8	38
Básico	3	11
Bajo	40	0
Total Básico + Bajo	43	11

En la Figura 4, se presenta el consolidado para los dos indicadores de la dimensión actitudinal. Se observa un 53 % de los estudiantes en el nivel de desempeño bajo y un 28 % de los estudiantes en los niveles de desempeño alto y superior.

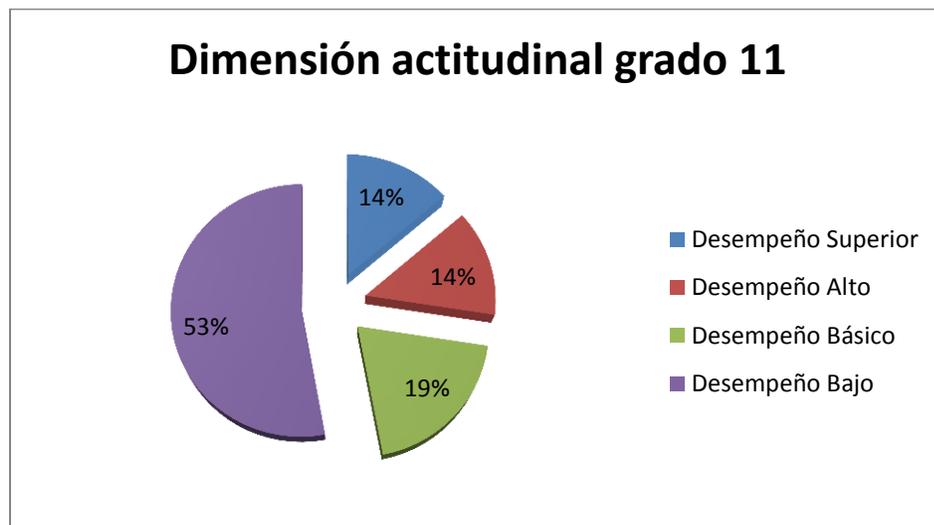


Figura 4. Distribución de los estudiantes de grado once en la escala de valoración de desempeños superior, alto, básico, y bajo para la dimensión actitudinal de las competencias científicas.

En conclusión, la prueba realizada en las distintas dimensiones de las CC arroja que en la dimensión conceptual y actitudinal aproximadamente el 50 % de los estudiantes está en el nivel de desempeño bajo y el otro 50 % en los niveles básico, alto y superior, pero el nivel

crítico se presenta en la dimensión metodológica donde el 94 % de los estudiantes tiene un nivel de desempeño bajo. Es claro que se debe fortalecer todas las dimensiones de las CC, pero es urgente e indispensable poner mayor atención a la dimensión metodológica.

8.2. Diseño de la estrategia

Teniendo en cuenta lo anterior, para la intervención se diseñó la estrategia didáctica como se muestra en la Figura 5. Ésta presenta tres etapas denominadas planeación, ejecución y evaluación, correspondientes a las etapas de la estrategia basada en proyectos (Amenábar, et.al., 2015).

La etapa de planeación debe ser exhaustiva y debe intervenir la institución, el docente y los estudiantes. La institución a través de la articulación de la estrategia con los planes de área, brindando el espacio en el cronograma institucional para realizar actividades con los estudiantes, fomentando la articulación con todas las áreas, involucrando a la comunidad educativa y apoyando en lo posible económicamente. El docente como orientador del proceso, debe identificar un contenido que permita la formulación de problemas significativos tanto desde la parte disciplinar como desde la parte contextual de los estudiantes, planificar diferentes rutas de abordaje de las clases, generar un cronograma, diseñar los tipos y momentos de evaluación, gestionar recursos ante la institución. Por último los estudiantes deben articularse en la planeación para determinar sus intereses de aprendizaje, conocer el proceso antes de dar inicio y crear reglas para la sana convivencia.

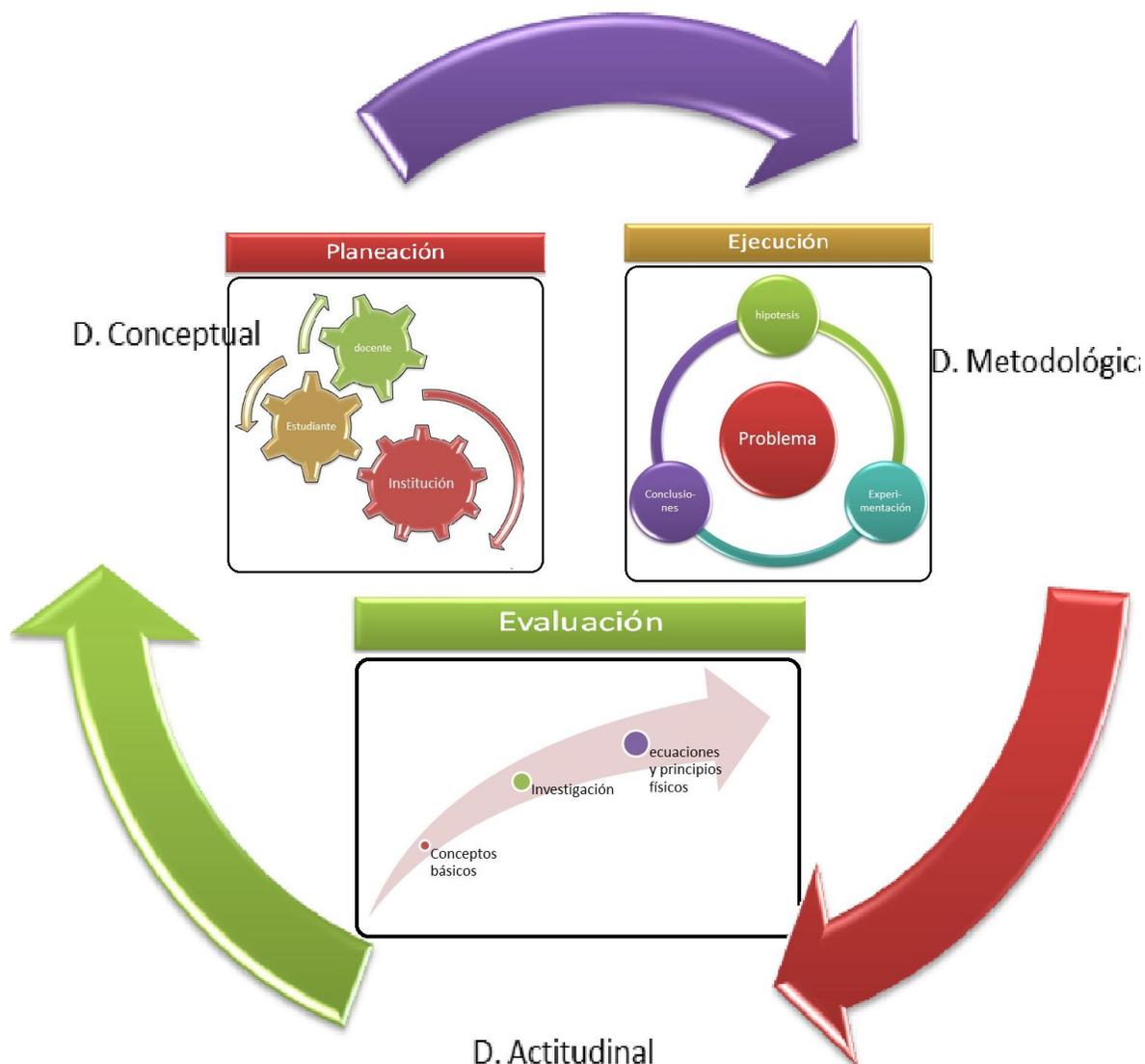


Figura 5. Estrategia didáctica para el desarrollo de las competencias científicas.

En la etapa de ejecución el centro de atención es el problema, definido según el interés de los estudiantes y relacionado con su contexto. En torno a dicho problema giran las hipótesis, experimentación y conclusiones.

La etapa de evaluación se tomó en cuenta todo el proceso de enseñanza. Por lo tanto es un proceso continuo y gradual según el nivel de complejidad. Es decir permitió partir de

los conceptos básicos, relacionar dichos conceptos con la investigación hasta llegar a conceptos complejos, principios físicos y ecuaciones.

Finalmente todas las etapas del aprendizaje basado en proyectos deben apuntar a fortalecer las CC en sus diferentes dimensiones, razón por la cual dichas etapas están rodeadas por dichas CC en la estrategia planteada.

8.3. Plan de acción y ejecución

Para llevar a cabo la anterior estrategia se planteó un plan de acción dirigido en tres momentos: fase inicial, fase central y fase final.

La fase inicial correspondiente a los conceptos básicos, se llevó a cabo a través de dos actividades denominadas, saberes previos y mapa mental, la descripción de cada actividad se muestra en la tabla 7 y 8.

Tabla 7

Planeación de la actividad para determinar los saberes previos

Actividad N₀ 1. Saberes previos	
Objetivo	Observar los saberes previos en cuanto al tipo y transformaciones de la energía.
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Metodológica	<ul style="list-style-type: none"> Saber observar y concentrar la atención.
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
Ciencia, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> Análisis del potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.
Descripción de la actividad:	En esta actividad el estudiante realiza un proceso de observación en su comunidad y describe los

tipos y transformaciones de la energía presentes.

Tabla 8

Planeación de la actividad para fortalecer conceptos (mapa mental)

Actividad N₀ 2. Mapa Mental	
Objetivo:	Observar el avance a nivel conceptual de la temática energía y transformaciones a través de la sustentación oral del mapa mental.
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Saber exponer lo aprendido utilizando las propias palabras. • Exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido. • Saber emplear los aprendizajes realizados en nuevos contextos problemáticos del entorno cotidiano (casa, consumo, máquinas, medio natural, alimentación, etc.).
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
Ciencia, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.
...desarrollo compromisos personales y sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que

	pienso
	<ul style="list-style-type: none"> • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas ante argumentos más sólidos.

Descripción de la actividad:	En esta actividad los estudiantes trabajan en grupos de 4 estudiantes, debaten y definen un diseño de mapa mental relacionado con los tipos y transformaciones de la energía. Finalmente exponen su mapa al resto del grupo.
-------------------------------------	--

La fase central correspondiente a la planeación y experimentación, se llevó a cabo mediante tres actividades denominadas preguntas e hipótesis, cronograma y avances, las cuales se especifican en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9

Planeación de la actividad preguntas e hipótesis

Actividad N₀ 3. Preguntas e hipótesis	
Objetivo	Fortalecer la dimensión metodológica en cuanto al planteamiento de preguntas e hipótesis.
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Metodológica	<ul style="list-style-type: none"> • Formular problemas de forma científicamente abordable. • Formular posibles hipótesis o explicaciones que resuelvan el problema.
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	<ul style="list-style-type: none"> • Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas. • Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

Descripción de la actividad:	Inicialmente los estudiantes de forma individual plantean una problemática de su comunidad y decantan dicha problemática en preguntas. Luego se reúnen en grupos de máximo 4 estudiantes y debaten para seleccionar la pregunta que abordaran para su proyecto. Finalmente los estudiantes proponen hipótesis para la pregunta seleccionada.
-------------------------------------	--

Tabla 10*Planeación de la actividad cronograma*

Actividad N₀ 4. Cronograma	
Objetivo	Fortalecer la dimensión metodológica en cuanto a la planeación investigativa
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Metodológica	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un plan de investigación
Descripción de la actividad:	En esta actividad los estudiantes realizan un cronograma donde plasman el plan de investigación para poner a prueba las hipótesis. Para la ejecución del cronograma se disponen 6 semanas, además en dichas semanas se harán sesiones de muestra de avances y sustentación teórica al resto del grupo.

Tabla 11*Planeación de la actividad avances*

Actividad N₀ 5. Avances	
Objetivo	Fortalecer la dimensión metodológica, conceptual y actitudinal a través de sustentaciones de trabajo práctico y teórico.
Dimensión de la	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):

competencia científica	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Saber exponer lo aprendido utilizando las propias palabras
Metodológica	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar fuentes de información fiables y relevantes • Interés que muestra ante distintas temáticas y problemas formulados en clase.
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes e intereses que muestra ante el conocimiento científico.
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	<ul style="list-style-type: none"> • Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. • Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones. • Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.
...desarrollo compromisos personales y sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento.
Descripción de la actividad:	<p>Cada semana el docente se reúne con cada grupo para analizar los avances en cuanto a la parte práctica como teórica, de lo anterior se realizaran recomendaciones.</p> <p>Cada 15 días se realizaran sesiones de avances sustentadas ante todo el grupo, con lo anterior se busca retroalimentación de cada proyecto y permitir que los estudiantes se preparen para la sustentación final.</p>

La fase final denominada presentación, se llevó a cabo mediante dos actividades denominadas publicidad y feria de la ciencia, las especificaciones de las actividades se presentan en las tablas 12 y 13.

Tabla 12

Planeación de la actividad para socializar sustentación (Publicidad)

Actividad N^o 6. Publicidad	
Objetivo	Fomentar el uso de herramientas informáticas para crear folletos y poster de carácter científico.
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios que emplea para la selección de fuentes e informaciones concretas. • Actitudes e intereses que muestra ante el conocimiento científico.
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
...desarrollo compromisos personales y sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.
Descripción de la actividad:	En esta actividad los estudiantes deben diseñar un folleto y un poster de carácter científico, los cuales servirán de ayuda en la presentación final.

Tabla 13*Planeación de la actividad para presentación en feria de la ciencia*

Actividad N₀ 7. Feria de la ciencia	
Objetivo	Reconocer a y motivar a los estudiantes por su esfuerzo en la elaboración del proyecto a través de la presentación en la III feria de la ciencia institucional.
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios que emplea para la selección de fuentes e informaciones concretas. • Actitudes e intereses que muestra ante el conocimiento científico.
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
...desarrollo compromisos personales y sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.
Descripción de la actividad:	En esta actividad el estudiante muestra y sustenta el proyecto realizado a toda la comunidad educativa en el evento denominado III feria de la ciencia, para dicho evento debe preparar y decorar su stand, presentar el proyecto, el poster y repartir los folletos.

8.4. Fase de evaluación

La fase inicial demostró que la mayoría de los estudiantes identifica diferentes tipos de energía en su comunidad, tales como eléctrica, química, hidráulica y solar; en menor medida reconocen la energía cinética, lumínica, eólica y sonora. También se evidencia a algunos educandos describir energías, pero no conocen sus nombres. En cuanto a las transformaciones de

la energía, la mayoría describe transformaciones relacionadas con la energía eléctrica, por ejemplo de energía a eléctrica a lumínica y térmica en un bombillo, química a eléctrica en plantas de combustible utilizadas en las veredas, eléctrica a térmica en planchas y sandwicheras, muy pocos estudiantes nombran la transformación de potencial a cinética al caer un cuerpo y química a lumínica en luciérnagas. Otros tipos de transformaciones no se reseñan en sus escritos. Se concluye entonces que los estudiantes presentan saberes previos importantes y son el punto de partida para su reestructuración. Tünnermann, (2011) afirma que:

Dicho proceso de construcción depende de dos aspectos fundamentales:

1. De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información, o de la actividad o tarea a resolver.
2. De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto. (p.7)

Para consolidar los conceptos se realizó la actividad 2 denominada mapa mental, ésta se llevó a cabo en dos momentos, elaboración y sustentación. En el primer momento mejoro el trabajo en equipo y el ambiente escolar, lo anterior fortaleció la dimensión actitudinal de las CC, además se aportó a la dimensión conceptual ya que se generaron debates en la forma de elaborar el mapa. En el segundo momento se evidencio un mejor dominio de los tipos de energía y se profundizó en las transformaciones de la energía, esta actividad arrojó resultados positivos debido a que hubo retroalimentación de los estudiantes y del docente.

Con los conceptos solidos a nivel cualitativo de los tipos y transformaciones de la energía, se procedió a realizar la fase central conformada por tres actividades, preguntas e hipótesis, cronograma y avances.

En la actividad preguntas e hipótesis se observó facilidad para identificar las problemáticas presentes en su comunidad, sin embargo se evidencio dificultad para decantar el

planteamiento del problema en preguntas problematizadoras. Se procedió entonces a conformar los grupos definitivos para el proyecto, en este caso los estudiantes eran autónomos en escoger a sus compañeros. Cada grupo analizó las preguntas de cada integrante y definieron la pregunta a abordar.

En el planteamiento de las hipótesis fue donde se presentó mayor dificultad, las hipótesis no eran acordes a la problemática planteada, algunas necesitaban de varios meses para su puesta a prueba y en otros casos las confundían con la descripción de una posible solución. Para orientar a los estudiantes se organizaron reuniones con cada grupo y el docente, se analizó la pregunta y se explicó a los estudiantes que las hipótesis son suposiciones que se realizan antes de la experimentación, éstas deben ser susceptibles de comprobación para definir si son falsas o verdaderas. Con lo anterior se hizo un ejercicio mental, el cual consistió en imaginar cómo poner a prueba dichas hipótesis, éste permitió a los estudiantes mejorar el planteamiento tanto de hipótesis como del problema.

Con la pregunta e hipótesis establecidas se procedió a diseñar el plan de investigación o cronograma. En la primera semana de ejecución, los estudiantes aun no entendían la dinámica, se organizaban en filas y esperaban indicaciones del docente, éste comportamiento fue entendible debido a que llevaban once años en un modelo tradicionalista.

Por lo anterior fue necesario intervenir y mencionar que en las clases de física la ruta de seguimiento estaba en los cronogramas y que el ritmo de trabajo ahora dependía de los estudiantes, por lo anterior se recomendó trabajar en equipo, traer materiales, solicitar equipos de cómputo, avanzar en la puesta a prueba de las hipótesis y preparar la sustentación para las sesiones de avances. Después de la segunda semana los estudiantes se organizaban por grupos de trabajo, cada semana mejoró notablemente el autocontrol de los grupos y el ambiente escolar.

Las sesiones de avances se realizaron cada dos semanas, en éstas se presentaban adelantos de la puesta a prueba de hipótesis, se enfatizaba en las dificultades para solicitar retroalimentación del grupo, paralelamente se sustentaban los conceptos teóricos necesarios en sus proyectos. En las primeras dos sesiones los avances de los proyectos no presentaban inconveniente pero se evidenciaba poco dominio de los conceptos teóricos. Por esta razón se inició un trabajo de profundización de conceptos con cada grupo. Al finalizar las sesiones algunos grupos llegaron a comprender conceptos teóricos complejos e involucraron ecuaciones a la sustentación de sus proyectos.

En la fase final el estudiante elaboró un folleto, un poster y se presentó en la III feria de la Ciencia, organizada por la I.E.A Monterilla, esta última fase brindó a los estudiantes un espacio adecuado para que la comunidad educativa valorara el esfuerzo y dedicación puesto en sus proyectos, lo anterior motivo tanto a los expositores como a las nuevas generaciones de estudiantes a seguir el camino de la investigación científica.

8.5. Categorías

El trabajo de observación por parte del docente a través del instrumento diario de campo, permitió identificar dos categorías selectivas denominadas “Mi vereda un mar de energías” y “Proyectos para la vida” con un total de 372 y 148 relatos respectivamente.

8.5.1. Mi vereda un mar de energías

El propósito inicial de esta intervención fue acercar la ciencia al contexto propio del estudiante, para esto se realizó un foro, descrito a continuación:

“Para realizar este foro, en la clase anterior se solicitó a los estudiantes realizar un escrito sobre los tipos y transformaciones de la energía presentes en su lugar de

residencia, se aclara que los estudiantes provienen de veredas, corregimientos y municipios cercanos a la vereda Monterilla” **(DC1IEAMG2ODU5)**.

De dicha actividad se evidenció que los estudiantes ya tienen una noción sobre los tipos y transformaciones de la energía, tal como lo señala el docente:

Se observa en todos sus trabajos que han relacionado los tipos de energía con ejemplos del diario vivir y a pesar que el docente no ha introducido ningún concepto en general los estudiantes reconocen acertadamente los tipos de energía presentes en su comunidad **(DC1IEAMG2ODU14)**.

“...Específicamente 22 de los 25 estudiantes reconocen algún tipo de energía en su comunidad, 3 estudiantes no identificaron ningún tipo de energía” **(DC1IEAMG2ODU15)**.

En cuanto a las transformaciones de la energía, 12 de los 21 estudiantes que presentaron la actividad identifican algún tipo de transformación en sus escritos **(DC1IEAMG2ODU31)**.

Los tipos de energía más nombrados por los estudiantes son eléctrica, química, hidráulica y solar, a continuación se presentan algunos fragmentos de diferentes estudiantes:

“La energía eléctrica es la que es transportada por cables a diferentes casas para encender electrodomésticos” **(DC1IEAMG2ODU16)**.

“la energía química pues es la que esta almacenada en los alimentos y en los combustibles, posibilita el movimiento” **(DC1IEAMG2ODU17)**.

“pasando por un puente miro el rio e investigo que tipo de energía es la que tiene el agua, es energía hidráulica, es la energía del agua en movimiento” **(DC1IEAMG2ODU18)**.

“se evidencian diferentes tipos de energía tales como: Energía solar que produce el sol” **(DC1IEAMG2ODU19)**.

En menor medida, es decir la tercera parte de los estudiantes identifica en sus escritos la energía cinética, lumínica y sonora, en términos de los estudiantes lo expresan así:

“la energía cinética la observe en diferentes personas, por lo menos algunas caminando y en algunos niños que corrían jugando en el parque y en motos y carros que transitaban”. **(DC1IEAMG2ODU21)**

“la energía luminosa es la energía que contiene la luz, por ejemplo el sol es una fuente de energía luminosa pero no es la única, también la electricidad, las luciérnagas” **(DC1IEAMG2ODU22)**.

“La energía sonora se origina a través del sonido, ya sea en un televisor, un equipo de sonido y también al escuchar hablar a otra persona” **(DC1IEAMG2ODU23)**.

En tanto que un 10 % de los estudiantes enuncia la energía mecánica, potencial, térmica, fotovoltaica y nuclear.

En cuanto a las transformaciones de la energía solo un 20 % de los estudiantes identifica algún tipo de transformación. La mayoría de dichas transformaciones tienen alguna relación con la energía eléctrica, desde el punto de vista de los estudiantes, lo expresan así:

“La energía eléctrica se convierte en energía luminosa y calor cuando se utiliza en un foco” **(DC1IEAMG2ODU32)**.

“de combustible a energía eléctrica, las plantas de acpm cuando se va la luz” **(DC1IEAMG2ODU33)**.

“Las transformaciones, una es de la energía eléctrica a térmica, que se da en las planchas o sandwicheras” **(DC1IEAMG2ODU34)**.

“identifiqué también que existía un tipo de transformación de energía, la cual se utiliza con paneles solares, que es transformada en energía eléctrica, en el lugar donde se realiza esta actividad es en el sector de la minería, la cual sirve para su alumbrado público y sus oficinas ubicadas 7 Km de mi casa” **(DC1IEAMG2ODU35)**.

Estos saberes previos demuestran que los estudiantes no son vasijas vacías listas para llenar de conceptos, al contrario se puede decir que están llenos de saberes, y son el punto de partida, para afianzarlos si son correctos o para transformarlos si son erróneos. Teniendo en cuenta las diferentes versiones del constructivismo así como sus autores, entre los cuales se destacan Piaget, Novak, Ausubel y Vigotsky es indispensable tener en cuenta, lo que el estudiante ya sabe sobre el tema a abordar, Tünnermann (2011), interpretando a Ausubel dice:

Estima que aprender significa comprender y para ello es condición indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar. Propone la necesidad de diseñar para la acción docente lo que llama “organizadores previos”, una especie de puentes cognitivos o anclajes, a partir de los cuales los alumnos puedan establecer relaciones significativas con los nuevos contenidos (p.5).

Es claro que la actividad de observación sobre tipos y transformaciones de la energía en los lugares de residencia permitió identificar los saberes previos, pero como lo señala Tünnermann (2011), es necesario que el docente genere puentes entre estos saberes previos y los nuevos contenidos, a diferencia de lo que plantea Piaget donde se enfatiza el aprendizaje en la autonomía del estudiante y se pone al docente como un simple espectador.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantea la actividad 2 denominada Mapa Mental, en esta actividad se forman grupos de máximo cuatro estudiantes, para diseñar un mapa mental

acerca de los tipos y transformaciones de la energía, finalmente realizan una exposición al resto del grupo.

En la elaboración del mapa mental, es necesario que los estudiantes debatan para llegar a un consenso del diseño, además deben trabajar en equipo y asignar funciones a cada miembro del grupo. A continuación la descripción de uno de los grupos de trabajo:

El grupo 1 de cuatro integrantes, decidió unir los asientos y extender su pliego de papel periódico para trabajar **(DC3IEAMG2ODU18)**. Este grupo es muy disciplinado, se toma el trabajo muy en serio, todas sus integrantes trabajan a la par, se percibe que en este grupo todas son líderes por lo cual se concentran en la actividad de principio a fin (ver figura 1, primer plano) **(DC3IEAMG2ODU19)**. Se destaca que este grupo reconoce como a una de sus integrantes a la estudiante que se encuentra en incapacidad por maternidad, dicen que ellas le pueden explicar a su compañera para que no se quede atrasada **(DC3IEAMG2ODU20)**. Se observa que el mapa mental que elaboran contiene dibujos muy elaborados, además han buscado colores encendidos que le dan al mapa una belleza única **(DC3IEAMG2ODU21)**. En el proceso de elaboración las estudiantes solo tienen como tema de conversación el mapa mental, no se distraen por algún chiste o evento que suceda en el salón, además no están pendientes de los otros grupos, al parecer se han sumergido tanto en el trabajo que se trasladan y su mundo es el mapa mental **(DC3IEAMG2ODU22)**.



Figura 6. Grupo 1(parte inferior) y grupo 3 (parte superior) elaborando el mapa mental. Fotografía tomada de DC2.

En las exposiciones se evidencio mayor dominio de los conceptos teóricos, además que el trabajo en grupo permite llegar a acuerdos sobre conceptos, esto permite que cada integrante maneje la misma teoría. A continuación el docente describe el mapa metal de uno de los grupos:

El siguiente grupo está conformado por 4 estudiantes, el mapa mental de este grupo tiene al planeta tierra y una idea central que dice tipos de energía, los estudiantes mencionan que el planeta tierra está en el centro porque simboliza el lugar donde se encuentran los diferentes tipos de energía. Alrededor de la idea

central tienen la energía solar, hidráulica, química y eléctrica, luego sigue un segundo nivel y son las energías a las que se pueden transformar las primeras (Ver figura 2) (DC3IEAMG2ODU16).



Figura 7. Mapa mental e integrante del segundo grupo de exposición

A continuación se presenta la exposición de este grupo de estudiantes:

Encontramos la energía química de dos maneras, en los combustibles fósiles y en los alimentos (DC3IEAMG2ODU18). La primera transformación de energía química es a energía cinética la cual se da en el cuerpo humano y través de la digestión se obtienen las calorías, la energía química de los combustibles fósiles como los derivados del petróleo, gasolina y aceite, tiene una transformación en los motores de combustión, se puede convertir en energía cinética como en el carro, y en energía eléctrica, lumínica en una planta (DC3IEAMG2ODU19).

La energía solar a través de los paneles solares se transforma en energía eléctrica y lumínica. También a través de la fotosíntesis permiten a las plantas generar energía química en los frutos **(DC3IEAMG2ODU20)**.

La energía hidráulica es proveniente del agua, por ejemplo en una represa, a través de unas turbinas se transforma a eléctrica y puede pasar a lumínica como en un foco **(DC3IEAMG2ODU21)**.

En esta parte el docente interviene y pregunta para qué es la represa que utilizan las hidroeléctricas, el estudiante dice que es para mantener constante la fuerza del agua que llega a las turbinas, si la fuerza del agua no es suficiente, con la represa se aumenta dicha fuerza al retenerla **(DC3IEAMG2ODU22)**. El docente complementa que la función de la represa es aumentar el desnivel del agua para luego ser aprovechado como un flujo constante que llega a las turbinas para ser transformado energía eléctrica **(DC3IEAMG2ODU23)**.

Finalmente el grupo enuncia que la energía eólica pasa a eléctrica por medio de aerogeneradores, de aquí se puede transformar a lumínica en bombillos y en general cualquier electrodoméstico **(DC3IEAMG2ODU24)**.

Sin embargo también en los grupos se presentan errores de conceptos que pueden ser transmitidos al resto de integrantes, es en estos casos donde el papel de del docente cobra importancia, por ejemplo en una de las preguntas realizadas al grupo expositor:

Otro estudiante pregunta ¿Como hacen los paneles para aprovechar la energía del sol?

Un estudiante responde, el panel tiene fotoceldas a través de la temperatura y del calor, tienen como unas baterías y se cargan. En esta intervención se observa un

error de conceptos, relacionando el calor con el efecto fotoeléctrico **(DC3IEAMG2ODU26)**.

El docente interviene y dice: la luz son fotones y la energía eléctrica son electrones en movimiento, son dos cosas diferentes. En un panel solar a través de las celdas fotovoltaicas que lo componen, se genera la conversión de energía solar a eléctrica. Las celdas funcionan bajo el efecto fotoeléctrico y consiste en la emisión de electrones de un material luego que ha sido bombardeada por radiación electromagnética. Albert Einstein explico este fenómeno diciendo que la luz está formada por cuantos de luz denominados fotones y utilizo la teoría de radiación de cuerpo negro de Marx Planck, para explicar que cuando a un electrón se le transmite la cantidad de energía adecuada este puede salir del material, de lo contrario los electrones no pueden escapar, lo más notable de este planteamiento es que los electrones solo reaccionan ante paquetes de luz o cuantos, unidades de energía a los cuales se denominaron cuantos **(DC3IEAMG2ODU27)**.

En la actividad del mapa mental se evidencio que trabajar en grupos apuntando a un mismo objetivo permite el debate entre estudiantes para llegar a un consenso de conceptos teóricos, además se evidenció la importancia del docente como parte de esta interacción social, para orientar a los estudiantes a una construcción de conocimientos adecuada. Lo anterior es importante porque el aprendizaje depende del contexto social del estudiante, como lo plantea Carretero (1993), siguiendo a Vigotsky, exponiendo sobre el constructivismo:

“Básicamente puede decirse que es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es

un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores” (p.4).

Es decir el aprendizaje depende tanto de las disposiciones internas como de la interacción con los demás. Lo anterior lo ratifica Díaz y Hernández (2002):

- El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, autoestructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.
- El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.
- El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento (p.21).

Hasta el momento los estudiantes presentan de forma cualitativa conceptos de tipos y transformaciones de la energía, sin embargo es necesario avanzar progresivamente a conceptos teóricos más complejos e incluso llegar a la formulación matemática de los fenómenos naturales. Teniendo en cuenta que los estudiantes plantearon un problema desde su contexto, formularon hipótesis y un plan de investigación, se aprovechó este trabajo para que en las sesiones de avances de sus proyectos se involucraran conceptos teóricos en sus exposiciones. A continuación la descripción de la exposición de uno de los grupos de trabajo:

El primer grupo de exposición conformado por cuatro estudiantes, expone su proyecto que se denomina cortadora de botellas plásticas, como se mencionó anteriormente este proyecto surgió de una problemática de contaminación ambiental en la vereda Monterilla (ver figura 8)(DC7IEAMG2ODU6). En esta

ocasion el grupo muestra el funcionamiento de un motor monofasico universal, es decir que puede funcionar como motor DC o AC, esto debido a que su cortadora de plastico utiliza un motor de taladro universal(DC7IEAMG2ODU7)..



Figura 8. Grupo exponiendo el funcionamiento de un motor universal.

El taladro funciona con energia electrica, esta se define como un flujo de electrones.

Como el motor universal es un motor DC en serie, explicaremos como funciona un motor DC. Este motor esta conformado por un estator, esta es la parte fija del motor y contiene un iman permanente, el rotor es la parte que gira, normalmente este rotor esta conformado por espiras de alambre de cobre y giran en torno a un eje. Estas bobinas hacen contacto con la energia de corriente continua a traves de un anillo denominado colector, el cual esta formado por dos semianillos

denominados delgas. Cuando fluye una corriente a través del enbobinado se genera una fuerza electromagnética o fuerza de Lorentz. La dirección de dicha fuerza depende del producto vectorial de la velocidad de la carga eléctrica (v) y el campo magnético (B), así:

$$F = q \cdot (v \times B)$$

Es la dirección de la corriente en las bobinas junto al campo magnético producido por el imán permanente que genera la fuerza de Lorentz sobre el enbobinado. Si solo se utiliza una bobina el campo magnético es más fuerte cuando la bobina es perpendicular al campo magnético y nula cuando es paralela al campo, esto generaría un movimiento irregular del rotor. Para solucionar esto se agregan más enbobinados junto a sus respectivas delgas, para garantizar que siempre esté presente una fuerza electromagnética en el motor. Además para aumentar el flujo magnético los enbobinados se ponen en medio de ranuras de acero laminado. Como ya se dijo el estator está formado por una parte fija y corresponde a un imán, sin embargo a veces estos imanes no generan campos magnéticos lo suficientemente fuertes por lo que es necesario utilizar el principio del electroimán, el cual es poner a circular una corriente a través de un conductor para generar un campo magnético, es decir una corriente circular se comporta como un imán (**DC7IEAMG2ODU9**).

Para llegar al nivel de conceptualización anterior, los estudiantes se encontraron con diferentes dificultades. En la primera sesión de sustentación de avances, las estudiantes dieron a conocer el planteamiento del problema, las hipótesis y el plan de investigación, en la segunda sesión de avances la exposición se centró en mejoras a la máquina cortadora de

plástico, posibles alternativas de uso de dicho plástico procesado y hubo un acercamiento a conceptos teóricos, sin embargo solo mencionaban que un motor funcionaba por los campos magnéticos presentes y por el embobinado. En esta sesión el docente intervino para concertar con el grupo la necesidad de profundizar en los conceptos teóricos del motor, pieza principal en su proyecto. En este punto se notó el interés del grupo por aprender acerca del funcionamiento del motor, primero llevaron impreso a clase un artículo de internet para leer en grupo, luego llevaron videos de la simulación de un motor, pero se notó la dificultad de abordar conceptos como campo magnético, fuerza electromotriz, ley de la mano derecha, etc. Entonces fue necesario que el docente interviniera e iniciara una comunicación para facilitar la comprensión de dichos conceptos y formulas. Tal como lo plantea Tünerman, 2011, interpretando a Vgotssky:

El concepto básico aportado por Vigotsky es el de “zona de desarrollo próximo”.

Este concepto es importante, pues define la zona donde la acción del profesor, guía o tutor es de especial incidencia. La teoría de Vigotsky concede al docente un papel esencial como “facilitador” del desarrollo de estructuras mentales en el alumno, para que éste sea capaz de construir aprendizajes cada vez más complejos (p.6).

Es claro entonces que el aprendizaje de los estudiantes depende tanto de sus concepciones iniciales o saberes previos, como de la interacción con sus compañeros y el docente. Además es indispensable la fundamentación teórica de los docentes debido a que son los facilitadores del desarrollo de estructuras mentales en el estudiante.

Por otra parte lograr el interés del estudiante en las ciencias naturales es indispensable para una aprendizaje significativo, en este intervención se obtuvo dicho interés a

través de los proyectos que surgieron de problemáticas en el contexto propio del estudiante. De esta manera emerge la categoría proyectos para la vida.

8.5.2. Proyectos para la vida.

Después de consolidar los conceptos a nivel cualitativo en la actividad 2 (mapa mental y sustentación), se procedió a la actividad 3 denominada planteamiento de preguntas e hipótesis. El planteamiento de preguntas surgió de las problemáticas presentes en la comunidad o lugar de residencia de los estudiantes, a continuación se presenta las problemáticas identificadas.

La descripción de las problemáticas se realizó a través un reportaje desde el lugar de residencia. En este aspecto no hubo inconvenientes, los estudiantes del grado 11-02 identificaron problemáticas relacionados con:

Daño de electrodomésticos por tormentas eléctricas o fugas eléctricas, contaminación de ríos, contaminación por mal uso de basuras y emisión de gases invernadero, vibraciones en sectores originadas por el tránsito vehicular, desaprovechamiento de energía solar, eólica y química (**DC4IEAMG2ODU4**).

En el grado 11-01 surgieron problemáticas relacionadas con: Contaminación de los ríos, mal servicio de la energía eléctrica, contaminación por emisión de gases vehicular, desaprovechamiento de energías renovables y veredas sin servicio de energía eléctrica (**DC4IEAMG1ODU5**).

Las preguntas no surgieron espontáneamente, primero los estudiantes hicieron un trabajo individual de plantear preguntas, luego formaron los grupos y con este abanico de preguntas escogieron una para abordar en las siguientes semanas, posteriormente plantearon las

respectivas hipótesis. Algunas preguntas abordadas y sus respectivas hipótesis tenían relación directa con la asignatura de física, entre éstas:

¿Cómo disminuir las vibraciones generadas por el tránsito en la vereda El Llanito? (DC4IEAMG2ODU28)

Las hipótesis planteadas son:

- Crear un muro lo suficientemente profundo cerca de la vía que aislé la carretera la vereda, para disminuir las vibraciones.
- Sembrar árboles a los lados de la carretera, de esta manera las raíces absorberían las vibraciones generadas por el tránsito.
- Crear reductores de velocidad en la zona cercana a la vereda El Llanito.
- La doble calzada es un proyecto para ampliar la vía Santander Popayán, se plantea que dicha ampliación podría disminuir las vibraciones generadas por el tránsito (DC4IEAMG2ODU29).

Cómo podemos aprovechar los diferentes tipos de energía en la vereda el Rosal? (DC4IEAMG2ODU32)

Para dicha pregunta se plantean las siguientes hipótesis:

- Utilizar la energía hidráulica para transformarla en energía eléctrica.
- Aprovechar la energía eólica como un medio alternativo de abastecimiento de energía eléctrica.
- Aprovechar la energía solar por medio de paneles solares (DC4IEAMG2ODU33).

¿Por qué razón se reduce el flujo de energía eléctrica en algunas casas de la vereda el Rosal? (DC4IEAMG2ODU35)

Las hipótesis que se plantearon se muestran a continuación:

- La planta de energía no genera suficiente energía para todo el sector.
- La planta de energía tiene un daño, el cual no deja generar suficiente energía.
- Las cuerdas de tensión tienen fallas y no puede transportar bien la energía.
- Los transformadores tienen averías, por lo cual la energía no llega en perfectas condiciones a las viviendas.
- La casa puede presentar daños en las conexiones internas o existir cortos circuitos (DC4IEAMG2ODU36).

¿Qué Hacer para que los electrodomésticos no se dañen por descargas eléctricas en el corregimiento de Mondomo? (DC4IEAMG2ODU39)

- Hacer un posible pararrayos para que los electrodomésticos no se quemen por descargas eléctricas.
- Crear reguladores para controlar las descargas eléctricas en los electrodomésticos
- Desconectar los electrodomésticos cuando no están en uso para evitar descargas eléctricas (DC4IEAMG2ODU40)

¿Cómo transformar para beneficio de la comunidad los desechos de los cerdos y reces de la vereda Monterilla? (DC4IEAMG2ODU41)

Las hipótesis planteadas se presentan a continuación:

- Los desechos de los cerdos y reces se pueden transformar en gas para la vereda Monterilla
- Los desechos e los cerdos y reces se pueden transformar en abobo orgánico para la vereda monterilla. **(DC4IEAMG2ODU42)**

¿Cómo construir un auto que no genere emisiones de gases? (DC4IEAMG1ODU17).

- Construir un auto eléctrico
- Construir un auto que utiliza la energía potencial elástica.
- Construir un auto que aproveche la energía solar. **(DC4IEAMG1ODU18).**

¿Cómo aprovechar las fuentes de energía presentes en la vereda Santa Rosa, para transformarlas en energía eléctrica? (DC4IEAMG1ODU21).

- Aprovechar la energía del viento.
- Aprovechar la energía solar.
- Aprovechar la energía del rio. **(DC4IEAMG1ODU22).**

¿De qué manera se pueden aprovechar las diferentes energías para lograr un uso más óptimo y con menos consumo? (DC4IEAMG1ODU25).

- Aprovechar las corrientes de viento para generar energía eléctrica y de esta manera reducir en gastos y la contaminación atmosférica.
- Iluminar las casas durante el día aprovechando la luz del sol, agujereando los tejados y poniendo botellas con agua que expandan la luz **(DC4IEAMG1ODU26).**

Qué energías alternativas se pueden utilizar en las viviendas del sector Santana (Santander de Quilichao) para transformarlas a energía eléctrica? (DC4IEAMG1ODU29).

- Aprovechar la radiación electromagnética producida por el sol.
 - Aprovechas las corrientes de aire generadas en el sector
- (DC4IEAMG1ODU30).**

¿Cómo controlar el flujo de energía eléctrica y estandarizarlo en el barrio Corona Real? (DC4IEAMG1ODU37).

- Estandarizar el flujo de energía mediante un transformador.
 - Estandarizar el flujo de energía mediante un regulador
- (DC4IEAMG1ODU38).**

En tanto que otros planteamientos del problema inicialmente no tenían relación directa con la asignatura de física, pero se relacionaban con las ciencias naturales:

¿Qué tan contaminado está el río Siberia? (DC4IEAMG2ODU20)

Las hipótesis planteadas son:

- El río Siberia contiene microorganismos como bacterias y parásitos.
- El agua del río Siberia tiene nivel de pH muy ácido o muy alcalino
- Se evidencian microorganismos a los alrededores que indican presencia de sustancias contaminantes **(DC4IEAMG2ODU21)**

¿Cuáles son las alternativas para solucionar el manejo inadecuado de las basuras inorgánicas en la vereda Monterilla? (DC4IEAMG2ODU23)

Las hipótesis que se plantearon son:

- Capacitar a los habitantes como se puede reutilizar las basuras inorgánicas (papel, plástico y aluminio) a través de manualidades.
- Construir un punto ecológico donde se depositen las basuras clasificándolas según su textura.
- Construir una maquina cortadora de botellas plásticas **(DC4IEAMG2ODU24)**

Cómo disminuir la contaminación de los residuos del afrecho de yuca que se arroja por Las Rallanderias en el Rio Quinamayo? (DC4IEAMG1ODU33).

- Crear un filtro que separe el agua del afrecho.
- Reutilizar el afrecho de yuca para crear abono.
- Crear un pozo para verter el agua del afrecho **(DC4IEAMG1ODU34).**

¿Cómo transformar el agua contaminada del rio Mandiva en agua limpia? (DC4IEAMG1ODU41).

- Filtrar el agua para obtener agua limpia y libre de impurezas.
- Agregar un componente o sustancia química para obtener agua libre de bacterias y parásitos.
- Hervir el agua para eliminar bacterias y parásitos **(DC4IEAMG1ODU42).**

Fue fundamental iniciar el proceso con problemáticas presentes en el contexto propio del estudiante, éste capto el interés del estudiante, además de poner la ciencia al servicio de problemáticas reales. Tal como lo señala Amenabar et al. (2015), siguiendo a Bixio (1996):

- Se deberá construir el interés de los estudiantes (motor del proyecto).
- El problema debe ser claro, acotado y viable.
- Hay que explicitar cuál va a ser la meta o producto final (p.29).

Por otra parte es importante resaltar que las problemáticas reales no escogen un área del conocimiento en específico, al contrario requieren de la transversalidad de las áreas, según Bixio (1996) “al tomar como referencia para la elaboración del proyecto, un problema, nos encontramos con que necesariamente estos proyectos pueden atravesar a las diferentes áreas” (p.15).

Después de definir el planteamiento del problema e hipótesis, se procedió a diseñar un plan de investigación, en este punto los estudiantes realizaron un cronograma de trabajo para las siguientes seis semanas. En el proceso se evidencio que abordar problemas reales, reta al estudiante por los diferentes obstáculos que se presentan, por ejemplo uno de los grupos que intentaba comprobar hipótesis relacionadas con la disminución de las vibraciones por el tránsito, encontró que para poner a prueba sus hipótesis, primero debían fabricar un aparato para medir dichas vibraciones. A continuación el proceso durante seis semanas, llevado a cabo por este grupo:

En esta primera sesión de socialización, este grupo presenta a sus demás compañeros, el planteamiento del problema e hipótesis y su plan de investigación. Además muestran el primer prototipo para medir las vibraciones generadas por el tránsito vehicular (Ver figura 9), **(DC5IEAMG2ODU30)**.



Figura 9. Estudiantes exponiendo su primer prototipo para medición de vibraciones generadas por el tránsito vehicular.

Los estudiantes muestran que dicho prototipo funciona con vibraciones de gran amplitud, pero que no es sensible ante las vibraciones que desean medir. Además el grupo menciona que pretenden realizar un mecanismo para obtener un patrón automático de las vibraciones, pero que aún no saben cómo hacerlo **(DC5IEAMG2ODU31)**.

En la segunda sesión, por un lado el grupo de la problemática relacionada con vibraciones de tránsito, hace un recorrido a través de la historia sobre el uso y fabricación de sismógrafos, por otra parte presenta su segundo prototipo (ver figura 10). En este caso hacen uso de un circuito en serie, el cual se cierra cuando

una segueta entra en contacto con un tornillo. La segueta se encuentra fija en un extremo a una base de madera, cuando la base vibra el otro extremo de la segueta oscila, de esta forma hace contacto con el tornillo, se cierra el circuito y prende el bombillo. En esta ocasión los estudiantes grabaron un video en la vereda el Llanito, lugar donde surge la problemática. En el video se evidencia que el prototipo es sensible a las vibraciones, pero no da un patrón intermitente de luz como se esperaba, es decir enciende cuando pasa un vehículo por unos segundos, luego se apaga, se esperaba un patrón de intermitencia para luego ser analizado mediante una cámara web (**DC6IEAMG2ODU8**).

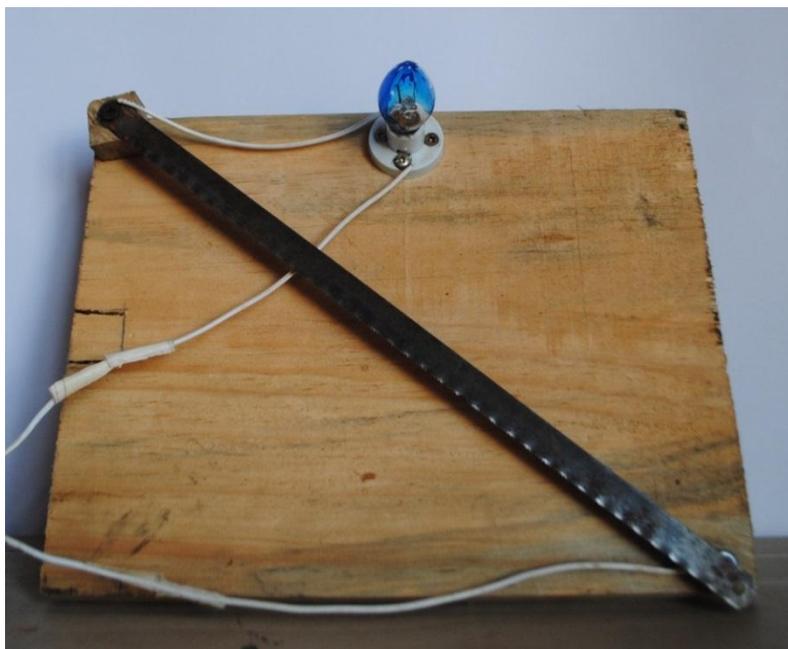


Figura 10. Segundo prototipo para medir las vibraciones generadas por el tránsito vehicular.

El docente dialoga con los estudiantes para buscar soluciones, se recomienda entonces insertar muelles a la base para aumentar la sensibilidad del dispositivo, además se solicita seguir mejorando el primer prototipo (**DC6IEAMG2ODU9**).

Después de sustentar teóricamente como se generan las vibraciones por el tránsito y de profundizar en los sismógrafos, este grupo presenta su último prototipo (ver figura 11), el cual se basa en el principio de inercia de los cuerpos (resistencia que tienen los cuerpos al movimiento o a variar su velocidad), en este caso el mecanismo consiste en suspender una masa a través de una cuerda y acoplada a una base de madera, cuando el suelo vibra, la inercia de la masa hace que ésta permanezca en el mismo sitio de reposo, de esta manera se produce un patrón de oscilación (DC7IEAMG2ODU13).



Figura 11. Tercer prototipo para medir las vibraciones producidas por el tránsito vehicular.

Al probar este mecanismo en la vereda el Llanito se observó que el péndulo oscila en todas las direcciones. Los estudiantes mencionan que deben disminuir los grados de libertad del péndulo y que seguirán intentando mejorar su prototipo a pesar que el tiempo de ejecución culminó (DC7IEAMG2ODU14).

En la figura se muestra al grupo del sismógrafo en la III feria de la ciencia (DC8IEAMG2ODU7).



Figura 12. Presentación del proyecto en la III feria de la ciencia, Institución Educativa Agroindustrial Monterilla.

Es evidente que abordar problemáticas extraídas de la realidad, son verdaderos retos para el estudiante, un ejemplo de lo dicho, es el proceso antes mencionado, llevado a cabo por uno de los grupos de trabajo. Este proceso permitió que los estudiantes se acercaran al verdadero trabajo científico, se encontraron con obstáculos, incluso tuvieron que modificar su plan de investigación. A pesar que el tiempo no les permitió abordar las hipótesis, se destaca su

constancia e incansable búsqueda de soluciones. Respecto a lo planteado anteriormente, Amaenabar, et al. (2015), señala que:

Cuando se encara la formulación del problema hay que tener en cuenta que el proyecto enfrenta verdaderos problemas, por tanto, no se trata de meros ejercicios escolares. Los problemas deben implicar desafíos que involucren a los/las estudiantes; el alumnado debe tropezar con obstáculos inesperados para descubrir nuevas facetas movilizand o prácticas y saberes (p.29).

Además se resalta que la construcción de los diferentes proyectos permite captar el interés del estudiante, de esta manera a medida que se avanza en la construcción de éstos se involucran conceptos teóricos, en los cuales se profundiza gradualmente. Amaenabar, et al. (2015) refiere que “Se aprende a medida que se construye el proyecto y este no es una simulación, un “como si”, sino una verdadera construcción puesta al servicio de la resolución de una pregunta, de un problema real” (p.17).

Finalmente se resalta el interés de los estudiantes durante todo el proceso, lo cual fue posible porque los proyectos no eran extraídos de los libros, de una realidad ajena a ellos, al contrario surgieron de una vereda, de las montañas, de la observación directa de los estudiantes, porque estos proyectos son en realidad, proyectos para la vida

9. Conclusiones

- Se realizó un diagnóstico a través del instrumento cuestionario donde se evidenció un 53 % de estudiantes en nivel bajo, en las dimensiones conceptual y actitudinal, y un 94 % de estudiantes en nivel bajo, en la dimensión metodológica. Es claro entonces que se encontraron falencias en las tres dimensiones de las competencias científicas, pero la más crítica fue la dimensión metodológica.
- El análisis del diagnóstico permitió diseñar la estrategia, la cual se basó en las tres etapas del aprendizaje basado en proyectos (planificación, ejecución y evaluación). En la etapa de planeación se involucró al docente, estudiante e institución. En la etapa de ejecución se vinculó el método científico y la etapa de evaluación estuvo presente durante todo el proceso, además la evaluación de conceptos y teorías fue aumentando de complejidad gradualmente.
- El planteamiento del problema fue extraído del contexto del estudiante, esto permitió abordar problemas reales y enfrentar al estudiante al verdadero quehacer científico. Además se captó el interés del estudiante, aspecto esencial para el proceso de enseñanza aprendizaje.
- La formulación de hipótesis fue una de las etapas donde mayor dificultad se presentó, algunas no eran abordables desde la ciencia, otras no eran coherentes con el planteamiento del problema y otras requerían de instrumentos avanzados o de largos periodos de tiempo para su comprobación.
- Tanto la formulación del problema como la comprobación de hipótesis, obligaron al estudiante a buscar diferentes fuentes de información (libros, internet, docentes, estudiantes), además tuvieron que reflexionar sobre la manera de comprobar sus

hipótesis. Esto evitó que el trabajo por proyectos se convirtiera simplemente en la búsqueda de información y exposición en clase, permitiendo al estudiante tener un rol activo en el proceso de enseñanza aprendizaje y aprender a medida que se construye el proyecto.

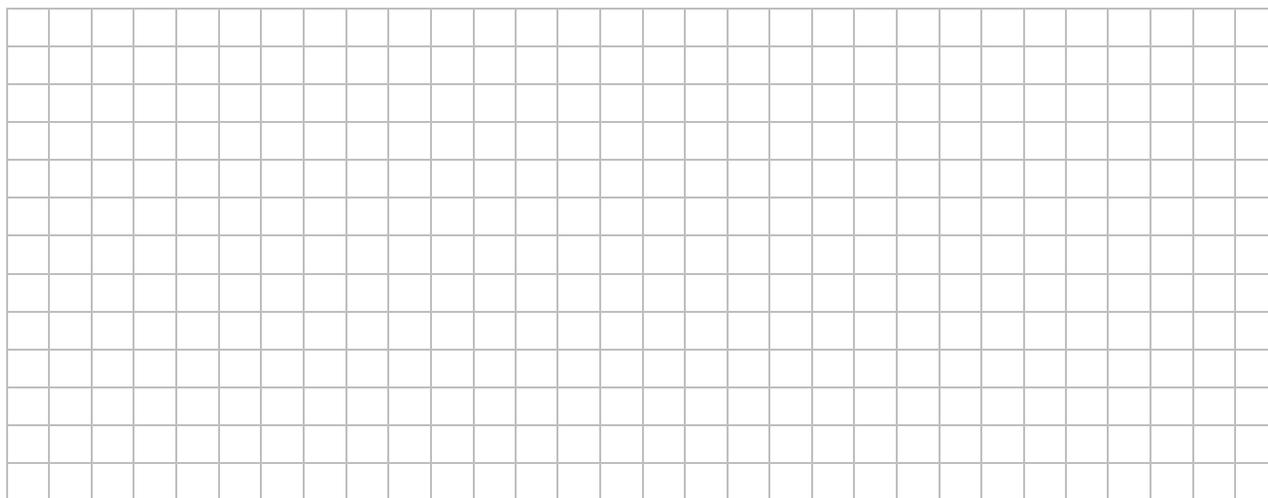
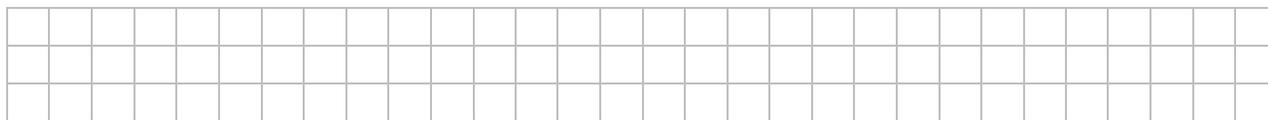
- La elaboración del plan de investigación por parte del estudiante, permitió que éste se apoderara del proyecto, fortaleciendo la dimensión actitudinal de las competencias científicas, en cuanto al interés que muestra el estudiante ante el conocimiento científico. Además el ambiente escolar mejoro notablemente, debido al autocontrol generado por cada grupo de trabajo.
- La estrategia de trabajo por proyectos o aprendizaje basado en proyectos permitió fortalecer la competencia metodológica en capacidades como: identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, obtener información relevante para la investigación, procesar la información obtenida y formular conclusiones.
- La socialización de avances en el aula, contribuyo de forma constructiva a los diferentes proyectos, debido a que los otros grupos de trabajo brindaban opiniones con diversos puntos de vista. Además se aprovechó dichas sesiones para avanzar conceptualmente, de tal forma que algunos grupos lograron involucrar principios físicos profundos y formulación de ecuaciones.
- Los estudiantes demostraron poseer saberes previos de la temática tipos y transformaciones de la energía, la mayoría de saberes fueron descripciones cualitativas y algunos eran erróneos. Sin embargo es necesario conocer el nivel de estos saberes en cada estudiante para afianzar conceptos o transformarlos.

- La interacción del estudiante con sus compañeros y el docente es un aspecto importante en la transformación de los saberes previos. En este aspecto el docente juega un papel muy importante debido a que debe guiar, ayudar a corregir curso de acciones, brindar información de acuerdo a la demanda de los estudiantes sin convertirse en la única fuente de información y servir de mediador en aspectos interpersonales que los estudiantes no puedan solucionar por sí mismos.
- Trabajar con problemas del contexto propio del estudiante, genera proyectos relacionados con las diferentes ramas del conocimiento, este aspecto es importante debido a que esta estrategia permite transversalizar las diferentes áreas del conocimiento.
- Se encontraron dos desventajas de trabajar a través del aprendizaje basado en proyectos: La primera tiene relación con el tiempo necesario para llevar a cabo el proceso completo, éste oscila entre 10 y 12 semanas, por lo cual algunas temáticas de los estándares básicos de competencias no se pudieron ver o profundizar. La segunda hace relación a la profundización de los temas involucrados en cada proyecto, se evidencio que cada grupo interioriza todo lo relacionado a su proyecto, pero adquiere un aprendizaje básico de lo relacionado con los otros proyectos.

10. Referentes Bibliográficos

- Amenabar, A. (2015). *La enseñanza de las ciencias basada en proyectos*. Santiago de Chile, Chile: Bellaterra Ltda.
- Anijovich, R., & Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Aique grupo editor.
- Bixio, C. (1996). *Cómo construir Proyectos en la EGB. Los Proyectos de aula. Qué. Cuándo. Cómo*. Rosario, Argentina: Ediciones Homo Sapiens.
- Carretero, M. (2005). *Constructivismo y Educación* (2ª ed.). México, D.F, México: Progreso.
- Castro, A., & Ramirez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1(72), 75-82.
- Congreso de la Republica de Colombia. (1994). Ley General de Educación. Ley 115. Congreso de la Republica de Colombia.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una interpretación constructivista* (2ª ed.). México, D.F, México: Mc Graw-Hill.
- Doménech, J., Gil, D., Gras, A., Martínez, J., Guisasola, G., & Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria: un análisis crítico. *Revista de enseñanza de la Física*, 14(1), 45-60.
- Feynman, R., Leighton, R., & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics*. Recuperado 27 enero, 2018, de http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_toc.html
- Lacueva, A., Imbernon, F., & Llobera, R. (2003). Enseñando por proyectos en la escuela: La clase de Laura Castell. *Revista de Educación*, 1(332), 131-148.
- Maxwell, J. (1920). *Matter and Motion*. New York, Estados Unidos: The Macmillan CO.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Bogotá, Colombia: Mineducación.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá, Colombia: Mineducación.
- Morles, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Revista de Pedagogía*, 23(66), 121-146. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000100006&lng=es&tlng=es.
- Perrenoud, P. h. (2000). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué? ¿Cómo?. *Revista de Tecnología Educativa*, XIV(3), 311-321.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Contus.

- Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 1(48), 21-32.
- Vallejo, S. (2014). Las competencias científicas en la política educativa colombiana: Privilegio de la perspectiva parcial al estudiar su ensamblaje desde los Estudios Sociales de la Ciencia (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.



4. Preguntas abiertas.

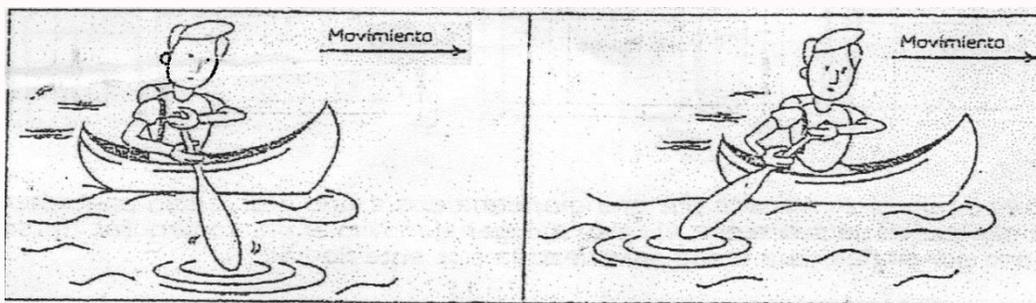
4.1. Por qué es importante que en un automóvil todos lleven puesto el cinturón de seguridad?

4.2. Por qué si un auto viaja con exceso de velocidad tiene mayor probabilidad de salirse del camino al pasar por una curva cerrada?

4.3. Un soldado sabe que cuando se dispara un rifle de "alto poder", el tirador debe sostener fuertemente la culata, porque si no, puede caer al suelo. Por qué se presenta esta situación?

5. Preguntas tipo ICFES.

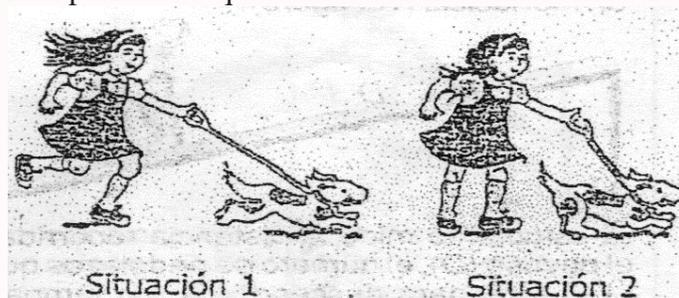
5.1. Según la tercera ley de Newton, si un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, el segundo cuerpo ejerce una fuerza en dirección opuesta sobre el primero. La siguiente figura muestra la secuencia del movimiento de un hombre remando.



De acuerdo con lo anterior, la canoa se mueve hacia adelante porque:

- A. El movimiento del remo genera olas y estas ejercen una fuerza hacia la derecha sobre la canoa que la hacen mover hacia adelante.
- B. La fuerza que ejerce el remo sobre el agua va hacia la derecha y hace que el remo y la canoa se muevan en esta misma dirección,
- C. La magnitud de la fuerza del remo sobre el agua hacia la derecha es mayor que la fuerza del agua sobre el remo en esta misma dirección.
- D. El remo ejerce una fuerza sobre el agua y esta ejerce una fuerza que empuja el remo y la canoa hacia adelante.

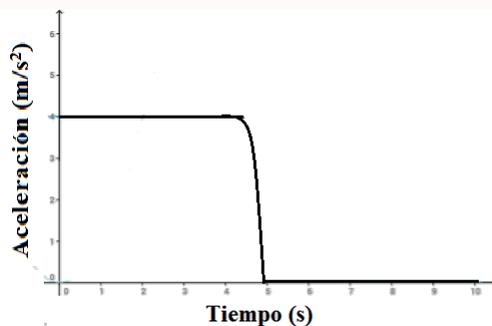
5.2. Una niña corre junto a su perro, como se muestra en la situación 1. Unos segundos después, la niña hala al perro hasta que este se detiene como lo muestra la situación 2.



La dirección de la fuerza neta que actuó sobre el perro para detenerlo, fue hacia

- A. La derecha, porque debe ir en la misma dirección del movimiento del perro.
- B. La izquierda, porque debe ir en la dirección contraria del movimiento del perro.
- C. La izquierda, porque el peso de la niña es mayor que el peso del perro.
- D. La derecha, porque la rapidez inicial del perro es mayor que su rapidez final.

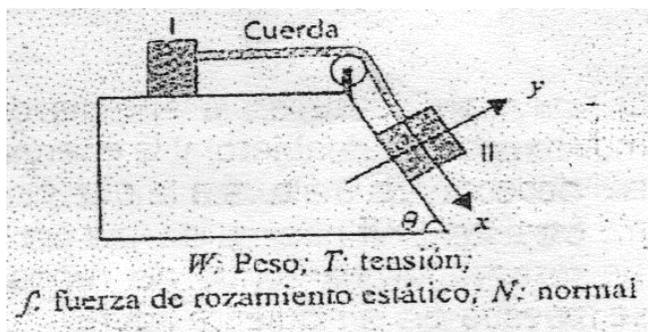
5.3. La segunda ley de Newton afirma que la aceleración de un cuerpo depende de la fuerza neta que actúa sobre este. La siguiente grafica muestra la aceleración de un objeto como función del tiempo.



A partir de la gráfica, la fuerza neta que actúa sobre el objeto es cero en el intervalo de

- A. 0 s a 4 s, porque se movió a velocidad constante.
- B. 5 a 10 s, porque el objeto no se aceleró.
- C. 5 s a 10 s, porque el objeto se movió.
- D. 0 s a 4 s, porque la aceleración del objeto es constante

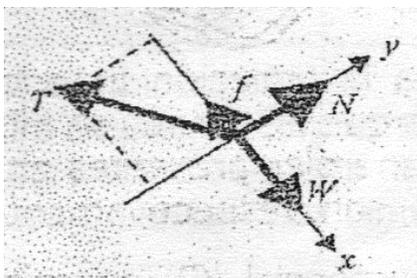
5.4. Dos bloques, I y II, permanecen en reposo, unidos por medio de una cuerda, como se muestra en la figura.



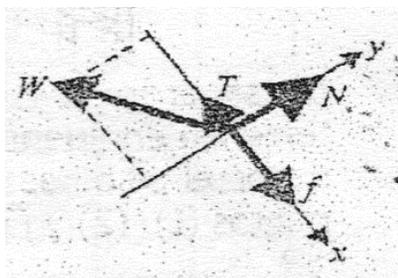
Teniendo en cuenta la información anterior, ¿Cuál de los siguientes diagramas de cuerpo libre representa correctamente las fuerzas que actúan sobre el bloque II?

A.

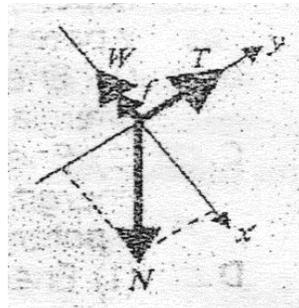
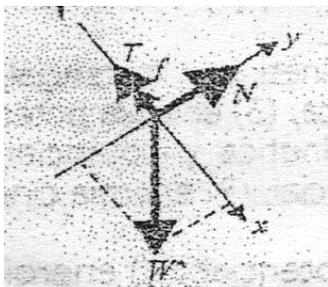
B.



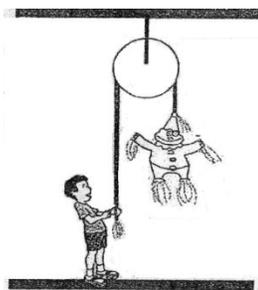
C.



D.



5.5. En una fiesta un niño sostiene una piñata por medio de una cuerda que pasa por una polea como muestra la figura.



La piñata se mantiene en equilibrio y no se cae. Esto ocurre porque

- A. El peso de la piñata disminuye con la altura.
- B. El niño está ubicado debajo de la polea.
- C. La polea sostiene por sí sola el peso de la piñata.
- D. La fuerza que hace el niño es igual al peso de la piñata.

Dimensión metodológica

1. Realice un escrito donde se evidencien los diferentes tipos de fuerzas presentes en su comunidad.

**Diagnóstico.
Parte 2.**

Dimensión actitudinal.

El siguiente texto corresponde a una noticia publicada en el periódico el tiempo el día 10 de abril, para su lectura deben conformar equipos de trabajo de 4 estudiantes, cada equipo debe debatir sobre dicha lectura en torno a las preguntas que se encuentran al final. Finalmente se realizara un foro general para socializar cada debate.

Medellín ‘se calienta’ aún más por mucho cemento y poco verde

Estudio de la Universidad Nacional evidenció que en zonas más calurosas hay una alta urbanización.

Por: María Isabel Ortiz Fonnegra
10 de abril 2017 , 07:17 a.m.

La temperatura en la ciudad no solo aumentó como producto del cambio climático global sino también de un “cambio climático local”, según lo explicó Carlos Hoyos, profesor del Departamento de Geociencias y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Sede Medellín, quien acompañó a Gisel Guzmán, estudiante de maestría de Recursos Hidráulicos, en una investigación sobre cómo la alta urbanización agudiza las “islas de calor” o zonas que concentran más altas temperaturas.

“Sobre todo en los centros urbanos considerables, el cambio de la cobertura superficial genera un aumento de temperatura”, apuntó el experto.

Esto porque la hierba y los árboles regulan mucho mejor el calor que materiales como el concreto, el asfalto y el pasto sintético.

Es así como al mediodía, mientras la temperatura a la sombra de un pasto puede oscilar normalmente entre 27 y 30 grados centígrados, la superficie del pavimento puede llegar hasta los 70 grados centígrados y la temperatura de las superficies afecta la del aire.

“Cuando ya hablamos de una ciudad, donde muchas de las superficies son duras por mucho pavimento y concreto, tenemos una temperatura mucho más cálida de la superficie, y esa termina calentando la atmósfera por encima”, dijo Hoyos.

Esto tiene efectos en todo, dijo el docente. Por ejemplo, los aguaceros se vuelven más intensos. “En las zonas urbanas esos eventos extremos son mayores debido a los cambios de cobertura superficial, porque la temperatura en general es mucho más alta”, dijo Carlos Hoyos.

Sobre todo en los centros urbanos considerables, el cambio de la cobertura superficial genera un aumento de temperatura.

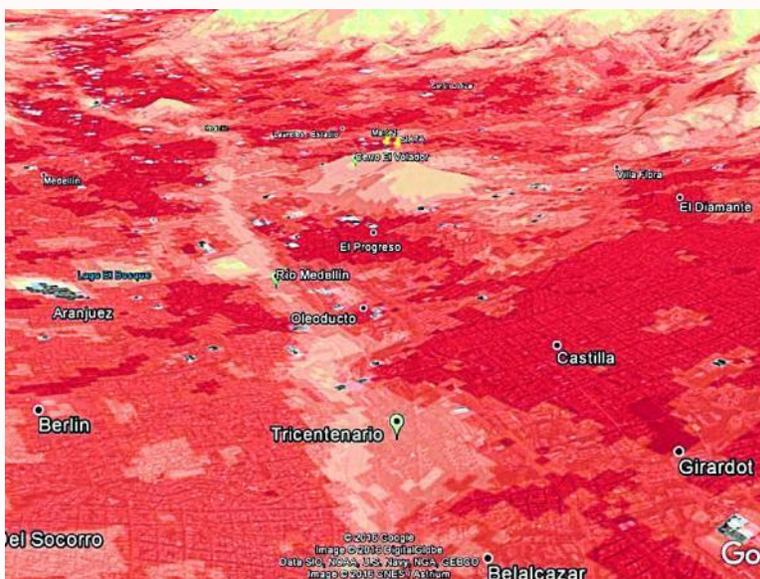
Es por esta razón que hacer caso a la necesidad de mejorar la cobertura vegetal urbana de Medellín y, en general de todo el valle de Aburrá, es importante, “no solo por ser ecologistas sino que esto puede traer otras consecuencias”, precisó el profesor.

Complementariamente, materiales como el cemento y el asfalto son impermeables, por lo que el suelo no regula la precipitación, como lo haría el pasto, que puede absorber el agua.

“Entonces estas situaciones extremas de lluvia, cuando se presentan, generan inundaciones más fácil”, dijo Hoyos.

El académico expresó que la necesidad de más árboles no es un tema de ambientalismo sino de balance. “Hay que aumentar la cantidad de árboles por habitante para una regulación térmica, no es hacer un llamado de que todo tiene que volverse verde, pero tenemos muchas superficies duras que podríamos cambiar parcialmente a pastos o árboles”, dijo.

Además, concluyó diciendo que conservar o volver a los antejardines, comunes en las casas anteriormente, es una buena forma de aumentar la cobertura verde de Medellín.



Un mapa de calor muestra que el barrio Tricentenario, con árboles urbanos, es mucho más fresco que Castilla, barrio contiguo.

Foto: Archivo particular

Crecimiento desmedido

Según datos de Área Metropolitana, autoridad ambiental, Medellín es la ciudad número 13 en el listado de las más densamente pobladas en el mundo.

Esto, según explica Eugenio Prieto, director de la entidad, tiene que ver con que el valle de Aburrá, que tiene en la parte más profunda un kilómetro y en la más ancha siete kilómetros de largo, concentra al 58,5 por ciento de la población de Antioquia.

Todo en un espacio que apenas representa el 1,8 por ciento del área total del departamento.

Anexo 2. Formato diario de campo

INSTRUMENTO: DIARIO DE CAMPO No ____ (DC____)

FECHA: _____

LUGAR: _____

GRADO: _____

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD: _____

ELABORADO POR: _____

Actividad N₀ ____ . Nombre Actividad _____	
Objetivo	
Dimensión de la competencia científica	Indicadores de aprendizaje y capacidades(cañal):
Factor	Acciones de los estándares de competencias (MEN):
Descripción de la actividad:	

INICIO DEL RELATO

Anexo 3. Cuadro de categorización

Categorías Abiertas	# R	Categorías axiales	# R	Categorías Selectivas	# R
Vivo entre energías	86	Vivo entre energías y sus transformaciones	148	MI VEREDA UN MAR DE ENERGÍAS	372
La transformación de la energía un hecho real	62	Describo mi territorio	6		
Los principios científicos en mi proyecto	40	Los principios científicos en mi proyecto	40		
El docente como orientador	48	Trabajo y ambiente en el aula	178		
Resultados del trabajo en grupo	32	El método científico	68	PROYECTOS PARA LA VIDA	148
Distribución de tareas dentro de los -grupos de trabajo	18	Avances de mi proyecto	80		
Organización de los grupos de trabajo	18				
Descripción y objetivo de la actividad	38				
Ambiente al interior de los grupos de trabajo	12				
Estadísticas de participación	12				
Describo mi territorio	6				
Problemáticas en mi vereda	46				
Planteando hipótesis	22				
Avances de mi proyecto	80				
TOTAL	520	TOTAL	520		

Anexo 4. Fotografías de los proyectos

¿Cómo construir un auto que no genere emisiones de gases? (DC4IEAMG1ODU17).

- Construir un auto eléctrico
- Construir un auto que utiliza la energía potencial elástica.
- Construir un auto que aproveche la energía solar. (DC4IEAMG1ODU18).



¿Cómo aprovechar las fuentes de energía presentes en la vereda Santa Rosa, para transformarlas en energía eléctrica? (DC4IEAMG1ODU21).

- Aprovechar la energía del viento.
- Aprovechar la energía solar.
- Aprovechar la energía del río. (DC4IEAMG1ODU22).



¿De qué manera se pueden aprovechar las diferentes energías para lograr un uso más óptimo y con menos consumo? (DC4IEAMG1ODU25).

- Aprovechar las corrientes de viento para generar energía eléctrica y de esta manera reducir en gastos y la contaminación atmosférica.
- Iluminar las casas durante el día aprovechando la luz del sol, agujereando los techos y poniendo botellas con agua que expandan la luz (DC4IEAMG1ODU26).





¿Cómo controlar el flujo de energía eléctrica y estandarizarlo en el barrio Corona Real? (DC4IEAMG1ODU37).

- Estandarizar el flujo de energía mediante un transformador.
- Estandarizar el flujo de energía mediante un regulador (DC4IEAMG1ODU38).



¿Cómo transformar el agua contaminada del río Mandiva en agua limpia? (DC4IEAMG1ODU41).

- Filtrar el agua para obtener agua limpia y libre de impurezas.
- Agregar un componente o sustancia química para obtener agua libre de bacterias y parásitos.
- Hervir el agua para eliminar bacterias y parásitos (DC4IEAMG1ODU42).



¿Qué tan contaminado está el río Siberia? (DC4IEAMG2ODU20)

- El río Siberia contiene microorganismos como bacterias y parásitos.
- El agua del río Siberia tiene nivel de pH muy ácido o muy alcalino
- Se evidencian microorganismos a los alrededores que indican presencia de sustancias contaminantes (DC4IEAMG2ODU21)



¿Cuáles son las alternativas para solucionar el manejo inadecuado de las basuras inorgánicas en la vereda Monterilla? (DC4IEAMG2ODU23)

- Capacitar a los habitantes como se puede reutilizar las basuras inorgánicas (papel, plástico y aluminio) a través de manualidades.
- Construir un punto ecológico donde se depositen las basuras clasificándolas según su textura.
- Construir una maquina cortadora de botellas plásticas (DC4IEAMG2ODU24)



¿Cómo disminuir las vibraciones generadas por el tránsito en la vereda El Llanito? (DC4IEAMG2ODU28)

Las hipótesis planteadas son:

- Crear un muro lo suficientemente profundo cerca de la vía que aislé la carretera la vereda, para disminuir las vibraciones.
- Sembrar árboles a los lados de la carretera, de esta manera las raíces absorberían las vibraciones generadas por el tránsito.
- Crear reductores de velocidad en la zona cercana a la vereda El Llanito.
- La doble calzada es un proyecto para ampliar la vía Santander Popayán, se plantea que dicha ampliación podría disminuir las vibraciones generadas por el tránsito (DC4IEAMG2ODU29).



Cómo podemos aprovechar los diferentes tipos de energía en la vereda el Rosal?
(DC4IEAMG2ODU32)

- Utilizar la energía hidráulica para transformarla en energía eléctrica.
- Aprovechar la energía eólica como un medio alternativo de abastecimiento de energía eléctrica.
- Aprovechar la energía solar por medio de paneles solares (DC4IEAMG2ODU33).



¿Qué Hacer para que los electrodomésticos no se dañen por descargas eléctricas en el corregimiento de Mondomo? (DC4IEAMG2ODU39)

- Hacer un posible pararrayos para que los electrodomésticos no se quemen por descargas eléctricas.
- Crear reguladores para controlar las descargas eléctricas en los electrodomésticos
- Desconectar los electrodomésticos cuando no están en uso para evitar descargas eléctricas (DC4IEAMG2ODU40)



¿Qué alternativas se puede brindar a la comunidad para reducir la contaminación por mal manejo de basuras en el resguardo de Pueblo Nuevo ?

- Concientizar a los habitantes del resguardo indígena de pueblo nuevo del daño que están generando al medio ambiente.
- Diseñar artesanías con materiales reciclables como botellas, plásticos y cartón. De esta manera motivar a la comunidad a reciclar.
- Construir un relleno sanitario para los materiales no reciclables.



¿Cómo transformar para beneficio de la comunidad los desechos de los cerdos y reses de la vereda Monterilla? (DC4IEAMG2ODU41)

- Los desechos de los cerdos y reses se pueden transformar en gas para la vereda Monterilla
- Los desechos e los cerdos y reses se pueden transformar en abobo orgánico para la vereda monterilla. (DC4IEAMG2ODU42)

