

Desarrollo de habilidades científicas a través de la formulación de proyectos de investigación escolar en energía química

Irma Victoria Agudelo Gil

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad De Ciencia Y Tecnología
Departamento De Química
Maestría En Docencia De La Química
2020**

Desarrollo de habilidades científicas a través de la formulación de proyectos de investigación escolar en energía química

Irma Victoria Agudelo Gil

Tesis de Maestría para optar al Título de
Magister en Docencia de la Química

Director: Mg. Royman Pérez Miranda

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad De Ciencia Y Tecnología
Departamento De Química
Maestría En Docencia De La Química
Bogotá D.C.**

Esta investigación está dedicada a la memoria de mi madre, quien fue mi inspiración en todo momento, mi fuerza, mi motivo más poderoso. Ella me enseñó a creer en mí y gracias a su amor y la confianza que me daba en vida, hoy he logrado culminar otra de mis metas. El recuerdo de su sonrisa y sus siempre motivantes palabras, fueron la fuerza en mis momentos de debilidad, hoy las dos hemos cumplido un sueño. Este trabajo fue por ella y para ella. Siempre en mi corazón.

A mi hijo Oscar Daniel, a mis hermanitas y mis sobrinitos, gracias por cada una de sus palabras de apoyo, por acompañarme en los momentos más difíciles y por impulsarme a levantarme cuando me sentí sin fuerzas. A ustedes por ser la razón de mi alegría.

Agradecimientos

A mi director Mg. Royman Pérez Miranda, por brindarme su conocimiento, por guiarme, por sus llamados de atención, y sin duda, por su paciencia. Por hacer de mí una persona más reflexiva en mi discurso pedagógico.

A mis demás docentes de maestría, cada uno, con sus diferentes estilos, formas de ser y campos disciplinares, aportaron más que conocimientos. Fueron caudales de agua en este extenso mar de conocimientos, en el que seguiré navegando.

A mis compañeros de maestría, en especial a las “chicas super poderosas”, por su apoyo, por darme ánimo, por hacerme sentir valiosa y creer en mis ideas, por reírse de mis bromas, por confiar en mí y por impulsarme a sacar lo mejor de mí, siempre.

A mis estudiantes, sin los cuales este trabajo no habría sido posible, porque durante 2 años fueron quienes me motivaron, quienes me inspiraban ser mejor. Por creer en mí y por haberme seguido la idea de la investigación, por haber querido y por haber aceptado este gran reto.

A mi amiga Nohora Chíquiza, quien fue un apoyo importante durante el desarrollo de esta investigación y porque gracias a Dios superamos los obstáculos que solo los amigos verdaderos pueden superar y porque su experiencia y aportes, ayudaron a engrandecer el trabajo de los estudiantes, por ser más que un equipo.

Resumen

Este documento recoge los resultados del trabajo investigativo llevado a cabo mediante la formulación de proyectos de investigación escolar sobre energía química como escenario apropiado para el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de educación media. Para tal efecto, se diseñó y aplicó una estrategia didáctica centrada en la formulación de proyectos por parte de un grupo de estudiantes de grado décimo de una Institución Educativa (I.E.) del sector oficial con énfasis en la educación ambiental. Se identificó y caracterizó en ellos, el desarrollo logrado de tres habilidades científicas (indagación, documentación y organización de la información alrededor de un problema y uso comprensivo del conocimiento científico) durante tres (3) momentos del ciclo escolar, dentro de sus dos (2) años de formación en la educación media, al iniciar el grado décimo y finalizar el grado undécimo, así: el primer momento, antes de la aplicación de la estrategia didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy); el segundo, durante el desarrollo de la estrategia, y el tercero, al finalizar el trabajo escrito y presentación de proyectos planteados por los estudiantes, la fase final de la aplicación del ABPy. Para ello se estructuraron y valoraron los instrumentos ajustados para esa medición (matriz de análisis de proyectos y de informes parciales y finales de trabajos, entrevistas y seguimiento de procesos en los que participaron los grupos de trabajo) y se desarrollaron los aspectos conceptuales acerca de la energía química y su manifestación en energía eléctrica y mecánica. De esta forma, observar el desarrollo de las habilidades científicas, de acuerdo con las acciones concretas descritas para cada una de ellas. Posteriormente, de acuerdo al grado de realización de estas acciones, se clasificaron en tres (3) niveles de desempeño. Lo anterior permitió concluir que, las etapas propuestas para la

implementación del ABPy, condujeron efectivamente a evidenciar un desarrollo significativo en las habilidades para la indagación, la documentación y organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico, en los estudiantes de educación media, esto, a partir de la implementación de proyectos en energía química. Durante la realización de proyectos escolares, por parte de los estudiantes, se logró un trabajo colaborativo con docentes de otras áreas del conocimiento, como la docente de Lengua Castellana, quién fortaleció las habilidades de argumentación, estilos y normas para la elaboración de trabajos escritos, y docente de tecnología, para el diseño de modelos y esquemas en los programas especializados.

Un logro importante para esta investigación fue la participación en un evento a nivel municipal, en el cual, se obtuvo el primer puesto como “Maestro Forjador del Futuro”, en el que se destaca el trabajo realizado con los estudiantes y se integran a programas de desarrollo y quedan propuestos para trabajar en instituciones como la Planta de tratamiento de aguas residuales de Cajicá.

Tabla de Contenido

1. Introducción	7
2. Justificación	9
3. Delimitación del problema	12
4. Objetivos	14
4.2. General	14
4.3. Específicos	14
5. Marco Conceptual	15
5.1. Antecedentes	15
5.1.1. Del enfoque y aproximación al concepto de competencias y habilidades científicas, en el marco de la educación por competencias	15
5.1.2. De la indagación	17
5.1.3. De la documentación y organización de la información alrededor de un problema	18
5.1.4. Del uso comprensivo del conocimiento científico	19
5.1.5. De la didáctica y enseñanza de la química	20
5.1.6. Del aprendizaje basado en proyectos	20
5.1.7. De la energía química y sus manifestaciones	22
6. Fundamentación epistemológica	24
6.1. Concepto de competencia y formación por competencia	24
6.2. Habilidades científicas	27
6.2.1. Indagación	32
6.2.2. Documentación y organización de la información alrededor de un problema	33
6.2.3. Uso comprensivo del conocimiento científico	37
6.3. Didáctica de las ciencias	38
6.4. Aprendizaje basado en proyectos (ABPy)	40
6.5. Energía química y sus transformaciones	46
7. Marco metodológico	50
7.1. Caracterización de la población	50

7.2. Diseño de la investigación	50
7.2.1. Fases de la investigación	52
7.2.1.1. Fase preliminar	52
7.2.1.1.1. Momento 1	52
7.2.1.1.2. Momento 2	53
7.2.1.2. Fase operacional	53
7.2.1.2.1. Momento	54
7.2.1.2.2. Momento 2	54
7.2.1.2.3. Momento 3	55
7.2.1.2.4. Momento 4	55
7.2.1.2.5. Momento 5	56
7.2.1.3. Fase de sistematización	57
7.2.1.4. Fase analítica	68
7.2.1.5. Fase concluyente	68
7.2.2. Instrumentos	69
8. Resultados y análisis	71
8.1. De la fase operacional	71
8.1.1. Del momento 1	72
8.1.2. Del momento 2	78
8.1.3. Del momento 3	84
9. Conclusiones	95
10. Referencias	98
11. Anexos	105

Índice de Anexos

Anexo A. Instrumento de identificación de habilidades científicas	104
Anexo B. Matriz de evaluación de proyectos de investigación escolar	107
Anexo C. Ficha de caracterización del problema de investigación	109
Anexo D. Ficha de caracterización y tematización de antecedentes	110
Anexo E. Esquema de síntesis de investigación	111
Anexo F. Imágenes de trabajo colaborativo durante la elaboración de proyectos	113
Anexo G. Imágenes de grabaciones de asesorías	114
Anexo H. Diseños experimentales de celdas en proyectos escolares	114
Anexo I. Enlace de video de sustentaciones de proyectos de investigación escolar ...	115
Anexo J. Resumen analítico de proyectos	115

Índice de Figuras

Figura 1. Componentes conceptuales de las habilidades científicas	28
Figura 2. Integración y relación de las habilidades científicas ICFES-MEN	31
Figura 3. Clasificación de las fuentes de obtención de energía según su potencial, disponibilidad y procesamiento	47
Figura 4. Esquema generalizado para implementación del ABPy fase operacional ...	54
Figura 5. Niveles globales de habilidades en primera aplicación	76
Figura 6. Niveles globales de habilidades en segundo momento	83
Figura 7. Niveles globales de habilidades en el tercer momento	90
Figura 8. Desarrollo de habilidades por momento. Indagación	91
Figura 9. Desarrollo de habilidades por momento. Documentación y organización	

de la información	92
-------------------------	----

Figura 9. Desarrollo de habilidades por momento. Uso comprensivo del

conocimiento científico	93
-------------------------------	----

Índice de Tablas

Tabla 1. Etapas constitutivas de la implementación del ABPy en el aula	44
Tabla 2. Caracterización de niveles por cada habilidad	58
Tabla 3. Relación de preguntas del Instrumento de Identificación con las habilidades ...	61
Tabla 4. Matriz de valoración de habilidades científicas	62
Tabla 5. Escala de valoración del nivel de habilidades	66
Tabla 6. Conformación de grupos de proyectos y temas de investigación escolar	71
Tabla 7. Nivel de desempeño de la habilidad de indagación, antes de aplicar la estrategia del ABPy	72
Tabla 8. Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información antes de usar la metodología ABPy	73
Tabla 9. Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico antes de usar el ABPy	74
Tabla 10. Globalización de los niveles de desempeño en las habilidades científicas, antes de ser implementada la estrategia de ABPy	75
Tabla 11. Niveles de desempeño de la habilidad de indagación durante la implementación del ABPy	78
Tabla 12. Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información durante la metodología ABPy	79
Tabla 13. Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico durante la implementación del ABPy	80
Tabla 14. Porcentaje de estudiantes por nivel de habilidades en segunda aplicación durante la implementación de la estrategia de ABPy	82
Tabla 15. Nivel de desempeño de la habilidad de indagación al finalizar la implementación del ABPy	85
Tabla 16. Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información al final de la metodología ABPy	86
Tabla 17. Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico al finalizar la estrategia del ABPy	87
Tabla 18. Porcentaje globalizado de habilidades en tercer momento, al finalizar la implementación de la estrategia de ABPy	89

Introducción

En este trabajo investigativo se aborda la educación por competencias, la cual rige el sistema de educación nacional desde el año 1998, momento en que se dan a conocer los Lineamientos Curriculares que formalizan la orientación de la educación básica y media al desarrollo de competencias, como eje de los procesos de formación escolar en todos los niveles de enseñanza. Castrillón (2007) propone una definición de competencia, como una habilidad para escenificar una situación problema y resolverla, permitiéndole el desarrollo de aptitudes para construir y comparar textos, efectuar operaciones, medir e integrar datos y cantidades numéricas en un contexto (Bogoya, 1999), por lo cual y en adelante se utilizará como referente al concepto de Competencia. Es importante mencionar que cada competencia propuesta por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), está centrada en los componentes: actitudinal, procedimental y cognitivo. Desde allí se plantean las competencias científicas, que surgen como una necesidad en la formación en ciencias (Coronado y Arteta, 2015), se proponen siete; de estas, se caracterizan: la indagación, la documentación y organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico, dado que por sus características contribuyen al desarrollo de habilidades científicas en los y las estudiantes de educación básica y media del ciclo escolar, propósito último de esta investigación.

Según lo que afirman Rodríguez y Delgado (2015), de las habilidades científicas, si bien existe un gran número de investigaciones relacionadas, aún no se cuenta con una proposición absoluta. Sin embargo, para este trabajo, se asume como definición de habilidades científicas, lo precisado por López (2001), referida a la demostración específica de un saber que se pone en práctica mediante actividades o acciones concretas, apoyadas en

los conocimientos y maneras de actuar que conducen a la solución de una situación planteada.

Dado que el aprendizaje está relacionado cada vez más, con lo que sucede entre el aula y el entorno (Flecha, 2009), se orientó al estudiante al desarrollo de habilidades científicas, desde la estrategia didáctica del Aprendizaje Basado en Proyectos (a partir de ahora ABPy). De acuerdo con la propuesta de Rekalde y García (2015), apoyados en el trabajo de Ferrer y Algas (2007), el ABPy permite la construcción del conocimiento, en la medida en que este, sea mediado por la investigación, la observación de fenómenos y la búsqueda de respuesta a estos.

Las nuevas generaciones tienen la posibilidad de desarrollar y fortalecer las habilidades científicas desde su proceso educativo, por tanto, se asumió como pretexto para la formulación de los proyectos de investigación escolar, algunas de las competencias específicas incluidas en los Estándares Básicos de ciencias para grado décimo y undécimo, en relación con la energía, sus fuentes, transformaciones y usos (MEN, 2004) específicamente lo relacionado con la energía química, entendida como una forma de energía potencial, contenida en sustancias químicas, que una vez que intervienen en una reacción se transforman en otras formas aprovechables de energía (Raffino, 2019) y su manifestación en energía eléctrica y mecánica.

Dado que, es un tema de interés para los y las estudiantes de educación media, se pone en consideración el impacto ambiental que generan, a largo plazo, las fuentes actuales de energía eléctrica y combustibles, y cómo desde el rol de estudiantes, consiguen generar alternativas para aprovechar los recursos de su realidad en la búsqueda de otras fuentes de energía y de alguna manera pensar en la posibilidad de disminuir sus efectos al ambiente.

Justificación

Esta investigación se vio motivada por las siguientes razones: en primer lugar, el interés por profundizar en el trabajo de aula y específicamente, en la enseñanza de las ciencias, asunto que inquieta a muchos docentes en esta área del conocimiento, como consecuencia, se han propuesto diferentes alternativas que acerquen a los estudiantes al conocimiento científico, y que además conduzcan al desarrollo de habilidades propias de los científicos. Ospina (2008)), refiere que, asumir la investigación en el aula es una alternativa para inspirar la toma de decisiones en cuanto a la estructura del currículo, especialmente sobre el qué enseñar y las pautas que orientan el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En segundo lugar, como punto de partida, se asumen las disposiciones del sistema educativo colombiano, que, enmarcan la educación en una modalidad de formación centrada en competencias y describe, propiamente en los lineamientos curriculares, lo que el estudiante debe saber hacer desde las diversas disciplinas en cada uno de los niveles de educación y define las competencias científicas. Bajo esta perspectiva, el Ministerio de Educación Nacional (en adelante, MEN), supone que la educación por competencias, favorecerá el desarrollo del pensamiento científico y contribuirá a que las personas sean más críticas, reflexivas, responsables de sus actuaciones, capaces de valorar las ciencias, y de interactuar en un contexto que cambia constantemente (MEN, 2010).

En tercer lugar, dado que, el profesor tiene la posibilidad de diseñar los planes curriculares, encaminados al cumplimiento de las disposiciones del MEN, es propio apoyarse en el uso de diferentes metodologías de enseñanza – aprendizaje, cuya elección depende de diversos factores como lo describe Hernández (1997), entre ellos, los objetivos

de enseñanza y los contenidos. Lo anterior constituye una oportunidad para esta investigación, de acercar los estudiantes a la formación científica, no solo con la comprensión de los conceptos que son objeto de enseñanza, sino también, con la transformación de sus formas de pensar y actuar frente a estos contenidos, con la forma de utilizarlos en la solución de problemas del entorno y con el modo de relacionarse en el mundo, como respuesta al desarrollo de las competencias científicas establecidas en los lineamientos del MEN.

En consecuencia, para esta investigación se tomó en consideración lo postulado por Espejo y Sarmiento (2017), acerca del ABPy, quienes lo definen como una estrategia de aula, caracterizada por que permite al profesor, orientar el diseño de proyectos de investigación escolar, como una alternativa para guiar al estudiante al desarrollo de competencias científicas. El Instituto Colombiano para la Educación Superior (en adelante ICFES) (2007), plantea un listado de siete competencias científicas que evalúa, sin embargo, como propósito en el aprendizaje de las ciencias, esta investigación se centró en aquellas necesarias para hacer ciencia, específicamente en las que tienen carácter investigativo como la indagación, la documentación y organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico.

Por último, la enseñanza de las ciencias en las I.E. del país, están enfocadas a la protección del ambiente y cuidado de recursos, para que el estudiante se involucre en el saber, actuar y convivir responsablemente con el entorno. Esta investigación se orientó en esa dirección, desde la elaboración de proyectos de investigación escolar, dentro de una línea Institucional de trabajo investigativo denominada: energías alternativas. Estas, de acuerdo con Posso (2002) se obtienen de fuentes no fósiles, con tecnologías limpias y recursos del entorno, además de no formar parte significativa del mercado energético en una

región o país. Desde este enfoque, los estudiantes de educación media, generaron interés en la exploración de posibles fuentes como alternativa en la obtención de energía, valiéndose de los recursos que le proporciona el entorno, y de cómo esta puede ser transformada en electricidad o combustible.

Delimitación del problema

La convocatoria que hace el MEN (1998) para la educación básica y media plantea retos a los profesores de ciencias en su ejercicio profesional: a) a una formación científica que permita involucrar a los estudiantes en el desarrollo de competencias científicas; b) a establecer un modelo didáctico centrado en la participación activa de los estudiantes en la construcción de su conocimiento de carácter científico y su demostración; c) a la formulación de estrategias que orienten el trabajo en el aula, en la formación por competencias, dado que desde la práctica habitual ha sido poco efectiva. El modelo ABPy se constituye en una alternativa.

De otro parte, el PEI de la I.E. cuyo énfasis es en Gestión Ambiental, un enfoque educativo orientado a la protección del ambiente y cuidado de recursos, que, a propósito, desde el año 2005, ha sido reconocida por su trabajo en la mitigación del impacto ambiental y líder de proyectos en el manejo de residuos sólidos, orgánicos y electrónicos mediante el aprovechamiento de los mismos como fuentes alternativas de obtención de energía (P.E.I., 2018), este último desde el año 2017. Y, por último, la formación científica se propicia en un ambiente investigativo que se posibilita con un trabajo de aula que involucra a todos los participantes en su ejecución y cuyos resultados responden a una contrastación de las propuestas para llevarla a cabo.

Todo lo anterior condujo a la formulación de un problema didáctico que amerita dedicar esfuerzos para recolectar información válida, necesaria y suficiente y de esta manera, elaborar una respuesta a dicho problema que se orientó a responder el siguiente interrogante:

¿En qué medida la formulación de proyectos de investigación escolar en energía química, constituye un escenario apropiado para el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de educación media?

Objetivos:

Los propósitos de la investigación se sintetizan en los siguientes objetivos:

1.1. General

- Determinar en qué medida la formulación de proyectos de investigación de escolar (ABPy), sobre energía química, constituye un escenario apropiado para el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de educación media.

1.2. Específicos

- - Caracterizar el nivel de desarrollo de las habilidades de indagación, documentación, organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico en la formación de estudiantes de educación media.
- - Diseñar un trabajo en el aula centrado en ABPy, sobre energía química y sus manifestaciones en electricidad y combustible.
- - Determinar la relación entre el trabajo de aula diseñado y el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes que participan de él.

Marco conceptual

Los referentes teóricos que fundamentaron la formulación del proyecto de investigación, su desarrollo, obtención de información, tratamiento de datos y formulación de una respuesta plausible al interrogante formulado, se centraron en cuatro componentes: 1) Enfoque y aproximación al concepto de competencias y habilidades científicas, en el marco de la formación por competencias; 2) Didáctica y enseñanza de la química; 3) El aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y, 4) Energía química y sus transformaciones, los cuales se presentan en los siguientes apartados:

1.3. Antecedentes

1.3.1. Del enfoque y aproximación al concepto de competencias y habilidades científicas, en el marco de la educación por competencias

En relación con estos conceptos, se retoma la investigación realizada por Castrillón (2007), acerca de la educación por competencias y en la que ofrece un resumen analítico sobre diferentes posturas que dan claridad a los múltiples enfoques dados al concepto de competencias, a partir de una revisión de diversas taxonomías que estudiosos e investigadores del tema han perfilado, de las que se deducen dos grandes corrientes: una con orientación laboral, cuyo énfasis radica en el desempeño idóneo y la otra con enfoque académico relacionada con todos sus componentes. De este trabajo, se apropia la definición de competencias generales, desde lo postulado en el sistema general de educación de Colombia y el trabajo de Bogoya y Torrado (2000), entendidas como el

conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollan las personas y que les permiten comprender, interactuar y transformar el mundo en el que viven (MEN, 2010).

En 2006 el MEN precisa las orientaciones de la formación por competencias en las áreas fundamentales del conocimiento, lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales y ciudadanas, que plantea algunos lineamientos para abordarlas, de manera tal que, se desarrollen las competencias básicas en los estudiantes. Estos lineamientos fueron propuestos para mejorar la calidad de la educación en Colombia, ponen en cuestión los modelos tradicionales al constatar que con ellos no logran que sus estudiantes accedan de manera comprensiva a los conocimientos, ni pueden desempeñarse con ellos en el mundo de la vida (MEN, 2006). En este sentido, se retomaron para esta investigación, los lineamientos curriculares, específicamente los de ciencias naturales del último ciclo de la educación media.

También se retomó la pertinencia de las competencias en la educación, por ello se realiza una revisión del trabajo planteado por Dipp (2013), en cuya investigación explica cómo el fomento de las competencias científicas prepara al estudiante de educación superior para la vida, ya que entre otros aspectos: se desarrollan habilidades de comunicación y pensamiento crítico; se aprende a trabajar en equipo; mayor motivación; articula la teoría con la práctica, demuestra que se adquiere actitud hacia el cambio y la innovación, y sobre todo se aborda la resolución de problemas de manera global. En esta investigación, se revisó el grado de desarrollo de, al menos, tres (3) de estas habilidades propuestas para la educación media, en relación con los conocimientos y las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, lo que, generó en ellos una posibilidad para decidirse por carreras científicas al finalizar su ciclo escolar de educación media.

Coronado y Arteta (2015), quienes en su trabajo, realizan varias aproximaciones al concepto de competencias científicas, desde la mirada de otros autores, así mismo, determinan el desempeño en competencias científicas (identificar, indagar, comunicar, explicar y trabajar en grupo) que propician los docentes de Ciencias Naturales, a través de un estudio de caso, en una Institución educativa con estudiantes de grado noveno. Dicho trabajo es referencia para esta investigación, dado que, proporciona los desempeños propuestos para el logro de las competencias en los estudiantes, que serán relacionados en los fundamentos epistemológicos en lo concerniente a las competencias científicas.

Para esta investigación, el término competencias, se reemplaza por habilidades, en razón a la definición misma del MEN, (2010), integrado a lo propuesto por Castrillón (2007) y Bogoya (1999), en la que se mide el alcance de la competencia en términos de habilidades y actitudes frente a un conocimiento específico. En relación a las habilidades propias de las ciencias naturales, de las propuestas por ICFES (2013) como competencias, se analizan: la indagación, la documentación y organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico.

1.3.2. De la indagación.

Se toma como punto de partida para esta investigación, la definición relacionada en el documento del ICFES (2013), como la capacidad para plantear preguntas, definir procedimientos adecuados para seleccionar e interpretar información relevante y finalmente, dar respuesta a las preguntas planteadas; sin embargo, para efectos de esta investigación, se detallan algunas acciones específicas que indiquen con mayor precisión el desarrollo de esta habilidad. Para ello, se considera la investigación aportada por Garritz

(2010), orientada hacia la indagación, en esta, relaciona los diferentes significados que se ha dado a la misma, presenta una perspectiva histórica del concepto, hasta esbozar una definición de esta habilidad, y que se resume como el conjunto de acciones necesarias que den cuenta de su desarrollo en el aula, durante el aprendizaje de las ciencias. De este trabajo y otros realizados por el mismo autor, se establecen los criterios para caracterizar la habilidad y los desempeños propios del dominio de la indagación como habilidad científica.

En otro estudio realizado por González et al. (2009), se ve reflejado que, la educación secundaria juega un papel esencial en el desarrollo de los procesos cognitivos para la educación superior y cómo la educación científica puede contribuir fuertemente en este proceso y promover el uso de la indagación científica como un aspecto fundamental en el desarrollo de estas competencias. Este trabajo, sirve de apoyo a la presente investigación, dado que, permite complementar la caracterización de la indagación y los aspectos metodológicos para implementarla en el aula con los estudiantes del último ciclo de la educación media.

1.3.3. De la documentación y organización de la información alrededor de un problema.

El ICFES (2013), propone una definición para esta habilidad científica, considerándola como la capacidad para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante, que lleven al estudiante a dar respuesta a preguntas formuladas en el proceso investigativo, que hacen parte de una situación de su propio contexto. La documentación recolectada se considera un aspecto importante a tener en cuenta para argumentar y sustentar nuevos planteamientos de la investigación realizada.

Para la caracterización de esta habilidad, se integraron dos de los modelos planteados en el trabajo de De la Parra (2012), donde se destaca el manejo de la información como una de las competencias que se desarrollan en el ámbito educativo. Ellos son: el Modelo Big6 (2000 – Estados Unidos) en el cual se dan los elementos necesarios para utilizar la información en la solución de problemas, y el Modelo Gavilán (2002 - Colombia), constituyéndose en un proceso innovador en la búsqueda de información para la solución de problemas. La aplicación de estos modelos es recientemente utilizada en la educación y más aún en la enseñanza de las ciencias con enfoque por competencias y dada su correlación con las competencias científicas, serán lineamientos orientadores en la caracterización que indique el desarrollo de esta habilidad.

1.3.4. Del uso comprensivo del conocimiento científico.

Para esta habilidad, Florez et al. (2018), ponen en manifiesto, como una de sus conclusiones, que el estudiante que ha desarrollado el uso comprensivo del conocimiento científico, podrá cuantificar datos y dar un significado a la información recolectada; construir explicaciones y comprensiones conceptuales de diversos objetos de estudio una vez haya indagado, documentado y organizado la información relevante. Dado lo anterior, para esta investigación, se retoman las anteriores descripciones y se asumen como condiciones que demuestran el desempeño frente a esta habilidad, en relación al trabajo que realicen los estudiantes en clase de ciencias.

1.3.5. De la didáctica y enseñanza de la química

En este aspecto, es importante mencionar la investigación realizada por Carriazo y Saavedra, (2004), que aporta una breve revisión acerca del estado actual de la Didáctica de la Química como un posible y nuevo campo del conocimiento, con base en las experiencias y los avances adquiridos de la Didáctica de las Ciencias en general. De las conclusiones a las que llegan estos autores, quedan expuestas algunas de las dificultades que presenta la enseñanza de la química. Dado lo anterior, y para el planteamiento del diseño de la estrategia didáctica, se tendrán en cuenta las líneas de investigación, propuestas en el documento, que surgen a partir de la necesidad de analizar la problemática en la didáctica de la química específicamente.

Así mismo, el trabajo realizado por Porlán (2018), aporta una visión de los consensos más importantes alcanzados por la comunidad investigadora y se sintetizan algunos elementos esenciales del paradigma emergente de la enseñanza de las ciencias relacionados con los fines, fundamentos teóricos y las prescripciones curriculares, finalmente, presenta algunas propuestas para su dinamización desde una perspectiva científica, pero también ética y sociopolítica. Con base en estos aportes, se complementa el diseño de la propuesta didáctica utilizada en esta investigación, para fortalecer el desarrollo de las habilidades científicas en los estudiantes.

1.3.6. Del aprendizaje basado en proyectos

Este enfoque, apunta al desarrollo de competencias en la enseñanza de las ciencias y el principio básico que plantea se centra en el estudiante como una persona capaz de construir su propio conocimiento a través de la interacción con la realidad. En la investigación realizada por Ciro (2012), se plantean los periodos históricos que marcaron el

desarrollo de esta teoría del aprendizaje, cita algunos investigadores que dieron origen al ABPy, destaca a su gran impulsor el educador William H. Kilpatrick quien desde 1908 formula su trabajo “*Home Project Plan*” y posteriormente el artículo “*The Project Method*”, que plantea una primera connotación de esta metodología que le permitía al estudiante planear, implementar y evaluar proyectos llevados más allá del aula de clase. Muchos de estos enfoques, han sido protagonistas en diferentes épocas y países, en cuyo caso, se tendrán en cuenta las consideraciones generales, para centrar el trabajo de aula en este modelo didáctico.

Del ABPy en la enseñanza de las ciencias, Sanmartí y Márquez (2017), afirman que esta metodología empleada en el aula, se ha aplicado en diferentes ámbitos como “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, “Ciencia en contexto”, “Temas socio-científicos (SSI de las siglas en Socio- Scientific Issues)”, “Educación ambiental”, “Aprendizaje por indagación”, “Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática (STEM)” asume parte de este enfoque y el planteado por Espejo & Sarmiento, 2017, en el Manual de Apoyo Docente, para caracterizar el diseño metodológico en el cual se centra esta investigación.

La investigación realizada por Rekalde y García (2015), es un fundamento teórico de esta investigación, en razón a que recopila lineamientos básicos para la implementación de la metodología ABPy como estrategia integradora de teoría y práctica de cualquier área o asignatura, que promueve las diferentes competencias, y puede ser utilizada como apoyo didáctico, mediante la aplicación de proyectos que incentiven la investigación, planeación, búsqueda de soluciones, entre otras habilidades que pueden apreciarse favorablemente en la enseñanza de las ciencias. En este caso el ABPy permitió comprender en el contexto real, la aplicación de conceptos y leyes, así como la articulación de conocimientos propios de la

disciplina. En tal caso, se considera aprovechar sus resultados para favorecer la didáctica de las ciencias y el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de educación media.

1.3.7. De la energía química y sus manifestaciones

La actual preocupación por el ambiente y la implementación de políticas públicas relacionadas al uso eficiente de la energía y a la búsqueda de nuevas fuentes de energía, recoge estas grandes contribuciones en proyectos escolares que permiten aproximar al estudiante al reconocimiento de una necesidad de aprovechar mejor los recursos y analizar la viabilidad de algunas de estas manifestaciones de energía.

Dado lo anterior, conviene revisar la investigación realizada por Castro y Torres, (2014), que plantea la necesidad de reflexionar y trabajar en el desarrollo de propuestas sobre educación energética, fundamentalmente desde cuatro enfoques: la inevitable dependencia de las sociedades humanas de las fuentes de energía; el ahorro energético; el agotamiento de las fuentes de energía y las consecuencias sobre el ambiente. Este se puede constituir en el objeto de estudio adecuado para la formulación de proyectos que permita el desarrollo de las habilidades científicas, propósito de esta investigación, en relación a los enfoques planteados.

En este ámbito, se integra el aporte realizado por Domènech-Casal (2018), en la que se describe la aplicación de una actividad de aprendizaje basado en proyectos en torno al concepto de energía en la que los alumnos estudian los cambios energéticos con el objeto de construir un globo aerostático. Se han analizado los aportes del alumnado antes y después de la actividad y se encuentra que los alumnos progresan de manera distinta en su capacidad para describir y usar modelos de energía para interpretar fenómenos. A partir de

las conclusiones del trabajo, se asume el concepto de energía y sus manifestaciones como una alternativa, propuesta para la elaboración de los proyectos de investigación escolar.

Fundamentación epistemológica

Los ambientes educativos se estructuran de acuerdo con las intenciones formativas del profesor, de los contenidos curriculares, de las características de los estudiantes, del modelo educativo y didáctico adoptado para garantizar el aprendizaje, que tiene su punto de partida, tanto desde la institución escolar, la Secretaría de Educación como del Ministerio de Educación. En la relación enseñanza-aprendizaje, muchos son los factores que juegan un papel crucial en ese diseño del trabajo en el aula. En esta investigación se seleccionó el factor habilidades científicas centrada en indagación, documentación y organización de la información alrededor de un problema y uso comprensivo del conocimiento científico, para relacionarlos con otro factor, proyectos de investigación escolar. Este último, la formulación y su consecuente desarrollo por parte de los estudiantes bajo orientaciones didácticas, dio lugar a la investigación escolar, en tanto se ajustó a la búsqueda del escenario apropiado que ofrezca oportunidades para el desarrollo de dichas habilidades, todo ello en torno a un problema de investigación de interés general, relacionados con los contenidos que pueden ser explicados mediante los conceptos y teorías químicas.

1.4. Concepto de competencia y formación por competencias

El concepto de competencia ha sido ampliamente estudiado y analizado. Este surge como respuesta a la necesidad de relacionar la educación y formación para el trabajo, frente a la evolución de la tecnología, la producción y, en general, de la sociedad. Esto plantea el reto de identificar y aplicar nuevos mecanismos que faciliten y fortalezcan la vinculación entre educación y trabajo, espacios inmediatos en los que el hombre aprende y se desarrolla; por ello, resulta urgente fomentar una cultura de educación para toda la vida,

que sea flexible, de calidad y coherente con las necesidades del individuo, y en la que se reconozcan socialmente los aprendizajes adquiridos por distintos medios.

Para Castrillón, (2007) las competencias en Colombia, son el eje central en el que giran los procesos educativos en todos los niveles: básica, media, técnica y profesional. Debido a ello, se hace necesario establecer un concepto de competencia, desde el tópico pedagógico, ya que, existen miradas desde lo laboral o desde lo lingüístico. Para aproximarse al concepto y después de un barrido bibliográfico, afirma que, el concepto de competencia más reconocido en la comunidad académica se refiere “al saber hacer en el contexto”. Sin embargo, afirma la existencia de algunos vacíos al respecto, dado que, no se cuenta con una definición generalizada para el término “contexto”. De lo que se puede entender como una aplicabilidad de lo que el estudiante sabe acerca de un área del conocimiento en el ambiente en el que se desenvuelve.

Con un enfoque de mayor claridad y mucho más relacionado al campo académico Bogoya (2000), escribe de las competencias:

La competencia es vista como una potencialidad o una capacidad para poner en escena una situación problemática y resolverla, para explicar, dar solución y para controlar y posicionarse en ésta. Cada competencia tiene que ver con la capacidad de construir y comparar textos, de efectuar operaciones, de medir y de integrar datos y cantidades numéricas en un contexto. (Castrillón, 2007, p. 7)

En esta afirmación, se ven reflejadas acciones concretas del conocimiento, sobre una situación que puede ser cambiante, pero que, al mismo tiempo se puede dar en cualquier escenario educativo, donde el individuo evidencia de qué manera usa este saber para resolver la situación a la que se ve enfrentado. Concepto que, fue incrustándose gradualmente en el ambiente educativo, y ser tenido en cuenta como el enfoque central de la educación en Colombia.

En cuanto a la formación por competencias, en 1994 con la Ley General de Educación, Ley 115, el MEN, introduce una orientación de educar, que va más allá de la adquirir conocimientos; ya en 1998, se publica la serie de Lineamientos Curriculares que formaliza la orientación de la educación básica y media al desarrollo de competencias. Finalmente, entre los años 2003 y 2006, se desarrollan y publican los Estándares Básicos de Competencias para la Educación Básica y Media. De ahí, la importancia de entender las competencias desde una misma mirada, en el plano educativo. Esta definición está dada de manera general para cada área del conocimiento, a partir de los aportes de Bogoya (2000) y Torredo (1999), asumida como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollan las personas para comprender, interactuar y transformar el mundo en el que viven.

En esta definición, se integran tres aspectos concretos: los conocimientos, los procesos cognitivos y las habilidades. Los conocimientos tienen que ver con un área específica en la formación del estudiante, los procesos cognitivos, con la forma en que adquiere la información, cómo la asimila y la procesa, y finalmente las habilidades, referidas a la forma en que realiza una acción determinada. En consecuencia, al ser tenidos en cuenta los contenidos curriculares y las orientaciones para aplicarlos en el aula, es posible, definir los desempeños frente a dichos saberes, de tal modo que ya no sea una enseñanza mecánica, sino que, se utilice este conocimiento, estos saberes en las realidades a los que se vean enfrentados los estudiantes, acción que, constituye una oportunidad para que alcancen las competencias.

Dado lo anterior, la competencia es inseparable de la acción y el conocimiento, por lo tanto, podría entenderse esta como un sinónimo de habilidad, siempre que sea demostrable en un contexto, tal como lo concluyen Charria et al. (2011), apoyados en

investigaciones de Del Pino, 1997; Gallart y Jacinto, 1995; y Huerta et al., 2000. De esto, puede entenderse que una competencia perteneciente a un saber específico, puede ser demostrada en el hacer, igualmente específico, relacionado con ese saber. Por lo tanto y de acuerdo con lo propuesto en la investigación de Portillo (2017) una habilidad se expresa mediante la práctica, y según esta capacidad para aplicar el conocimiento teórico en un escenario práctico, se precisa el desarrollo o no de dicha habilidad, acercándose mucho al concepto de competencia, en consecuencia, en el transcurso de esta investigación, se hablará de habilidades y no de competencias.

1.5. Habilidades científicas

Han sido diversos los planteamientos dados para llegar a una aproximación a lo que de aquí en adelante será el concepto de Habilidad, de igual forma, en este segmento del trabajo, se hace necesario, precisar a qué se denominará como: Habilidades científicas y la razón de porqué algunas de ellas serán objeto de estudio en esta investigación.

Como lo menciona Hernández (2005), las habilidades científicas hacen referencia a la capacidad de relacionarse con las ciencias, sin embargo, una cosa es la relación de los científicos con la ciencia y otra, la de aquellos que no lo son. De acuerdo con estas afirmaciones, las habilidades científicas evidencian un desempeño productivo en el campo científico, para la resolución de problemas y la construcción de representaciones a fenómenos o acontecimientos de su contexto, que derivan en el reconocimiento por parte de los demás científicos; dado lo anterior, se requiere previamente el conocimiento de un conjunto de saberes elaborados relacionados con el problema a resolver, lenguaje científico, manejo de fuentes de información adecuadas, dominio en el uso de técnicas e instrumentos

para validar los resultados de sus investigaciones, además del comportamiento ético y el compromiso con la ciencia misma, entre otras.

De acuerdo con Hernández (2005), actualmente, es posible explicar gran parte de los fenómenos que ocurren a partir de la ciencia, en este sentido, tanto científicos como no científicos, construyen relaciones con la ciencia y con el mundo a través de esta, por ello la educación científica y el desarrollo de habilidades científicas, no es un acto exclusivo de los científicos, por eso es posible, generar poco a poco en los estudiantes, las acciones que se asemejan a las que realizan los científicos para construir conocimiento y dar explicación a los fenómenos que ocurren a su alrededor.

En este sentido, se plantean algunos desempeños propios de los científicos como lo resume Jiménez (2013) en la siguiente gráfica:

Figura 1

Componentes conceptuales de las habilidades científicas



Nota: La figura es una adaptación, que muestra una breve descripción de las acciones que describen el desarrollo de las habilidades científicas. Fuente: (Jiménez, 2013).

Dada la figura 1, las acciones que demuestran el alcance de la habilidad, son: 1) la investigación, comprendida desde el desarrollo del método científico hacia la resolución de un problema, 2) la sistematización de la información, vista desde la recolección de la información (registros) y la organización de la misma, y, 3) el planteamiento y solución de problemas, que puede entenderse como la formulación de nuevas teorías y/o nuevo conocimiento alrededor del problema de investigación. Actitudes científicas que pueden ser aplicadas en cualquier escenario por los individuos, sea que se desempeñen en un ambiente científico o no.

Coronado y Arteta (2015), apoyados en el trabajo de Escobedo, reconocen tres atributos propios al desarrollo de habilidades científicas: el primero está relacionado con el pensamiento científico, el segundo con el trabajo en equipo y el tercero, por el interés hacia el conocimiento científico. En consecuencia, la práctica de acciones científicas específicas ponen de manifiesto el desarrollo de estas habilidades, reflejo del saber actuar del individuo, pero con un carácter más científico.

Como punto de partida, para la delimitación de acciones conernientes a cada habilidad científica, se asumen las definiciones que contempla el ICFES (2007/2013), en cuanto a las habilidades propias de las ciencias:

1. Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
2. Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.
3. Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.

4. Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
5. Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente y asumir compromisos.
6. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.
7. Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente. (2007, p.18)

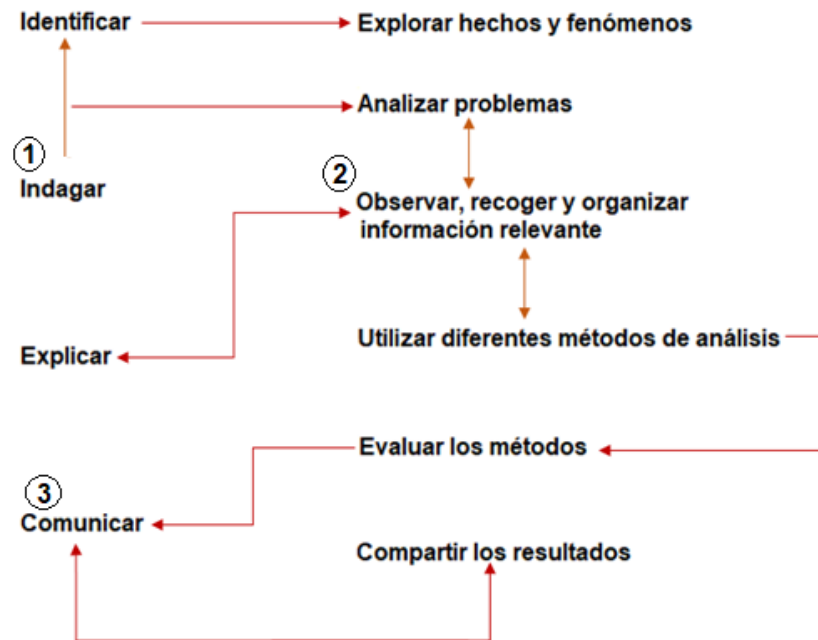
Cabe destacar que, frente a estas habilidades científicas, en los Estándares Básicos de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (MEN, 2004), se proponen como habilidades científicas a desarrollar:

1. Explorar hechos y fenómenos.
2. Analizar problemas.
3. Observar, recoger y organizar información relevante.
4. Utilizar diferentes métodos de análisis.
5. Evaluar los métodos.
6. Compartir los resultados. (p. 6)

Debido a la semejanza e intencionalidad con la que fueron formuladas, resulta favorable, para esta investigación, introducir una relación entre las habilidades planteadas por el ICFES (2007) y las mencionadas en los Estándares Básicos para la formación en Ciencias Naturales por el MEN (2004). Las relaciones que se proponen para efectos del desarrollo de esta investigación, se representan en la Figura 2:

Figura 2

Integración y relación de las habilidades científicas ICFES-MEN



Nota: En la figura se pretende describir la integración y 3 relaciones entre las habilidades planteadas por el ICFES (2007) y las mencionadas en los Estándares de competencias para la formación en ciencias naturales (MEN, 2004). Fuente: Elaboración propia, para efectos de la presente investigación.

Las relaciones que se describen en la figura 2, son 3: la primera (1), hace referencia a la indagación, cuyas acciones demostrables consisten en identificar situaciones y analizar problemas, explorar hechos y fenómenos, seleccionar y organizar la información alrededor de un problema, lo que da paso a la relación número (2), que consiste en precisar y evaluar los métodos que se requieren para resolver la situación o problema observado, a fin de llevarlo a la práctica y luego explicar y comunicar los resultados, valiéndose del lenguaje científico, lo cual constituye la relación número (3).

Las tres relaciones propuestas integran también las habilidades científicas, en consecuencia con esto, se establecen las 3 habilidades que han de ser caracterizadas y desarrolladas en los estudiantes:

- Indagación
- Documentación y organización de la información alrededor de un problema
- Uso comprensivo del conocimiento científico

1.5.1. Indagación.

Implica, entre otras cosas, plantear preguntas, hacer predicciones, identificar variables, realizar mediciones, organizar y analizar resultados, plantear conclusiones y comunicar apropiadamente sus resultados (ICFES, 2013). La indagación, de acuerdo con Garritz (2010), apoyado en el trabajo de Schwab, también se refiere a las actividades que demuestran los estudiantes como resultado del desarrollo del conocimiento y de la comprensión de las ideas científicas.

Aunque no existe una definición única para la indagación (Buck, 2008), algunos investigadores han planteado un conjunto de siete actividades que promueven esta habilidad, algunas de ellas consisten en: el establecimiento de una pregunta que se intenta responder mediante el diseño de una investigación o experimento, la definición de un problema y revisión de antecedentes y la explicación y comunicación de resultados, entre otras (Garritz, 2010). Estos postulados, constituyen por sí mismos una propuesta didáctica para la enseñanza de las ciencias, sin embargo, han de considerarse los conocimientos para ser enseñados y sobre los cuales deben girar estas acciones, que, al mismo tiempo, van a ser reflejados en la práctica.

Desde el punto de vista didáctico, Martin-Hansen (2002), a partir de diferentes enfoques, define cuatro tipos de indagación:

- **Indagación abierta:** enfoque centrado en el estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados. Refleja con mayor fidelidad el trabajo de los científicos.
- **Indagación guiada:** en este enfoque, el maestro ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones de indagación en el aula. Por lo general, elige la pregunta de investigación y los estudiantes ayudan a decidir cómo proceder con la investigación.
- **Indagación acoplada:** este enfoque combina la indagación guiada seguida de indagación abierta, y como resultado, se tienen preguntas generadas por los estudiantes que se relacionan estrechamente con el estándar o punto de referencia de la primera investigación.
- **Indagación estructurada:** Es una indagación dirigida primordialmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos. (pp.3-4)

Esta clasificación refleja las diferentes posibilidades en las que puede abordarse la indagación en el aula, una vez definidas las acciones que determinan el grado de desarrollo de esta habilidad científica, en los estudiantes de ciencias.

1.5.2. Documentación y organización de la información alrededor de un problema.

Reconocida como una de las habilidades indispensables para el Siglo XXI, sin embargo, la formación en ciencias, en lo relacionado al desarrollo de las habilidades científicas, la ha relegado a sólo una acción inherente a otras habilidades como la

indagación (López García, 2006). En este sentido, resulta adecuado, primero definirla y segundo, establecer acciones específicas que lleven a que el estudiante en la búsqueda de información par dar solución a un problema previamente identificado, lo haga bien, sepa utilizar los recursos que tiene y sepa también a dónde dirigirse si no los tiene.

El ICFES (2013), la define como la capacidad para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a preguntas formuladas en el proceso investigativo, que hacen parte de una situación de su propio contexto. No obstante, en pleno época de auge tecnológico, la forma más rápida de acceder a la información, es mediante el uso de la red, por lo que, en torno a esta búsqueda de información, deben definirse muy bien los elementos, recursos digitales y enseñar a los estudiantes a encontrar esa información, evaluarla de manera crítica y usarla efectivamente, dado que, hoy por hoy, la Internet, aumenta las posibilidades de acceso a más información como bibliotecas, laboratorios, mapotecas, hemerotecas, revistas, etc, que, en muchos casos son gratuitos, como lo plantea López (2006).

Uno de los modelos diseñados para la búsqueda y organización de la información, pero que está definida para el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), es el Big 6TM propuesto por Mike Eisenberg y Bob Berkowitz en 2006. Este modelo surge como propuesta para que el estudiante sea capaz de identificar lo que necesita, adquirir más conocimiento de forma autónoma y específica, buscar efectivamente la información que esto requiere, determinar si esta información es pertinente para responder a sus necesidades y convertirla en conocimiento útil aplicable al contexto donde se desenvuelva (López, 2010).

El modelo propone 6 áreas de desarrollo:

1. **Definición de la tarea a realizar:** en la que identifica la información que necesita para completar la tarea.
2. **Estrategias para buscar la información:** buscar todas las fuentes de información posibles y escoger las más convenientes.
3. **Localización y Acceso:** localizar las fuentes y encontrar la información necesaria dentro de la fuente.
4. **Uso de la Información:** profundizar en la fuente y extraer la información relevante.
5. **Síntesis:** organizar la información proveniente de fuentes múltiples y presentar la información.
6. **Evaluación:** juzgar el proceso (eficiencia) y el producto (efectividad). (p. 1)

Este modelo, se adopta como parte de la estrategia didáctica de aula, puesto en marcha a partir de preguntas, para guiar el trabajo del estudiante hacia la búsqueda correcta de la información, reconoce los motores de búsqueda o browsers, sitios web, recursos gubernamentales y comerciales, bibliotecas, programas o proyectos existentes en Internet, etc.

En Tesis Doctoral, presentada por De la Parra (2012), se relacionan y especifican, además del modelo Big6TM, el Modelo Osla (1998 – Canadá); Modelo Kuhlthau (2001 – Estados Unidos); Modelo Irving (1986 – Reino Unido); Modelo Stripling/Pitts (1988 – Estados Unidos); y el más reciente, Modelo Gavilán (2002 - Colombia) encaminados a favorecer el desarrollo de la competencia en el manejo de la Información a partir de procesos sistemáticos, que surgieron a partir de la necesidad de enseñar, normatizar y reglamentar el uso de las TIC.

El modelo Gavilán, que orienta en sus diferentes etapas, para que el docente se apoye en estrategias didácticas dirigidas hacia la investigación, para el alcance de las habilidades científicas, comprende cuatro (4) etapas, así:

1. **Definir el problema de información:** plantear la pregunta inicial; analizar la pregunta inicial; construir un plan de investigación; formular preguntas secundarias; evaluación del paso 1.
2. **Buscar y evaluar la información:** identificar y seleccionar las fuentes de información; acceder a las fuentes seleccionadas; evaluar las fuentes encontradas; evaluación del paso 2.
3. **Analizar la información:** elegir la información más adecuada; leer, entender, comparar y evaluar información; sacar conclusiones preliminares; evaluación del paso 3.
4. **Sintetizar y utilizar la información:** recopilar las conclusiones preliminares; elaborar un producto concreto; comunicar los resultados de la investigación a otros; evaluación del paso 4.

Dada la coincidencia de ambos modelos, el modelo Big6™, y el modelo Gavilán, esta investigación, asume las características y etapas de estos, para caracterizar el desarrollo de la habilidad en documentación y organización de la información alrededor de un problema, referente a las acciones que lleven al estudiante a hacer uso de las herramientas más adecuadas, que le permitan realizar búsquedas de información efectivas.

6.2.3. Uso comprensivo del conocimiento científico.

Con el propósito de ser evaluada, el ICFES (2013), define esta habilidad y la relaciona con la comprensión de conceptos y teorías científicas y cómo los usa en la solución de problemas, lo que le permite relacionar los conocimientos con las situaciones a la que se ve enfrentado en su cotidianidad. En este sentido, establece una serie de situaciones que lo lleven a la aplicación de sus conocimientos y el dominio sobre los mismos, sin embargo, en el trabajo de aula, para la enseñanza de las ciencias, se plantean una estrategia didáctica, el ABPy, de manera que coincida con estas acciones concretas, en una situación o problema que se quiera resolver por parte del estudiante.

Algunas acciones específicas de esta habilidad, están relacionadas con la cuantificación de datos y la interpretación dada a la información recolectada; Así, explora el lenguaje científico, al describir las características y propiedades de fenómenos o situaciones que lo conduzcan a la proposición de explicaciones conceptuales del objeto de estudio, previo a la indagación y documentación de la información que requiera. Se incluyen en esta habilidad, la comprensión de las relaciones que explican el mundo físico, lo observable con conceptos más abstractos o más generales, la capacidad para establecer relaciones, comparaciones y/o clasificaciones y la diferenciación del conocimiento científico de otras nociones o explicaciones pseudocientíficas (Flórez et al., 2018).

Así, con las anteriores acciones, se caracteriza el uso comprensivo del conocimiento científico, dado que, está orientada a la identificación, explicación, indagación y comunicación de los resultados, razones que conllevan a un significativo papel en el conocimiento en ciencias.

6.3. Didáctica de las ciencias

La enseñanza de las ciencias, especialmente de la química, ha experimentado grandes transformaciones que van desde la inclusión de esta en los currículos que se da en los años sesenta, la integración con el enfoque tecnología y sociedad en los años ochenta, hasta la modelización en la época actual. Se promueve una comprensión de las ciencias como construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica (Liso y Torrado, 2009). El rol del profesor aquí, es el de guiar los aprendizajes que se construyen alrededor de los conceptos químicos, por lo tanto, se plantea nuevas estrategias que promuevan el acercamiento de los estudiantes a la química como ciencia.

En la didáctica de las ciencias, se involucra el enfoque experimental, el cual le permite al estudiante aproximarse al conocimiento, también sirve como motivación para que el estudiante alcance los aprendizajes requeridos. En la búsqueda de esta motivación, los profesores de ciencias emplean múltiples estrategias en el aula, que están a la vanguardia de los intereses escolares. No obstante, han de seleccionarse cuidadosamente las estrategias y su aplicación, dado que, algunas metodologías sólo cumplen sus objetivos a corto plazo, lo que sería un espejismo didáctico, pues sus resultados no irían más allá del aula. Se fundamentadas en investigaciones de aula con resultados significativos, es el caso del aprendizaje basado en proyectos, ABPy, el cual se constituye en el fundamento más relevante y que se cumple en todos los momentos de esta investigación.

La práctica docente, refleja en gran medida los paradigmas y fundamentos conceptuales de la didáctica general, lo que posibilita al mismo tiempo, la evolución de la didáctica de las ciencias en el aula.

Daza y Moreno (2010), afirman que los docentes se apoyan en estrategias didácticas como la resolución de problemas y el trabajo práctico en el laboratorio, para la enseñanza de las ciencias naturales, algunos utilizan la lúdica como estrategia didáctica, sin embargo, todavía existen quienes aplican la transmisión repetición o no utilizan una estrategia didáctica definida. Sin duda, la práctica pedagógica como tal, más que el saber disciplinar, o la selección de contenidos, debe orientarse también a la elección de estrategias que resulten efectivas, revisadas a la luz de los aprendizajes que se pretendan alcanzar.

De acuerdo con Porlán (2018), la enseñanza de las ciencias ha de ser un proceso de elaboración y reconstrucción individual y colectiva, donde, en cualquier escenario, debe promoverse el conocimiento de las ciencias, sin embargo, afirma, que la naturaleza de la ciencia que se trata de enseñar habitualmente no coincide con la ciencia realmente existente. Desde esta perspectiva, se hace necesario revisar no solo la didáctica del docente, sino también lo que quiere enseñar versus los que el estudiante necesita saber, lo que debe ser enseñado y cómo debe ser enseñado, lo que se resume en la revisión de contenidos, metodología, evaluación y sus interacciones en el aula.

Los aspectos relacionados anteriormente, se integran de forma coherente a la enseñanza de las ciencias, así, la didáctica de las ciencias evoluciona hacia un cuerpo propio de conocimientos (Carriazo y Saavedra, 2004). Para el caso que atañe esta investigación, es preciso reconocer aquellas propuestas metodológicas enfocadas específicamente al cuerpo de conocimientos relacionados con la enseñanza y didáctica de la química y que están relacionadas con la producción de conocimiento científico, como lo hacen los científicos a que al menos se asemeje a este y que pueda ponerse en práctica en el contexto educativo. Todo esto lleva al surgimiento de las líneas de investigación en torno a la didáctica de las ciencias, enunciadas en el trabajo de Carriazo y Saavedra (2004):

1. Concepciones alternativas
2. Enseñanza y aprendizaje por investigación
3. Prácticas de laboratorio
4. Diseño curricular
5. Relación ciencia, tecnología y sociedad
6. El papel del medio
7. La evaluación
8. Formación del profesor
9. Pensamiento del profesor (p.79)

De acuerdo con las anteriores líneas de investigación en didáctica de la química, resulta pertinente revisar e integrar los diferentes enfoques que los docentes investigadores en la enseñanza de las ciencias realizan a través de sus planteamientos, dentro de alguna de ellas, según los fines que persiga.

6.4. Aprendizaje basado en proyectos (ABPy)

Se trata de una metodología de trabajo en grupos de estudiantes, quienes eligen un tema de acuerdo a sus intereses y elaboran un proyecto relacionado. El grupo de trabajo tiene la autonomía necesaria para establecer sus objetivos, su planificación y tomar decisiones, reflexionar sobre sus acciones y direccionar su trabajo. Es un factor esencial, la multidisciplinariedad y la elección de temas que tengan relación con problemáticas asociadas a la realidad general, como una forma de reconocer el interés de los estudiantes y llevándolo a establecer lazos entre la teoría y la práctica (Fayolle y Verzat, 2009).

Rekalde y García, 2015 apoyados en el trabajo de Curtis, Ferrer y Algás, reconocen las características del ABPy, y lo proponen como una forma de aprendizaje producto de las

experiencias, se apoya en el trabajo colaborativo, dado que se realiza en grupos de trabajo, que a su vez crea una conexión entre el aprendizaje del aula y la realidad en que lo aplica. En este sentido, se orienta el trabajo del docente en el aula, para evidenciar estos rasgos distintivos, que conlleva al desarrollo de las habilidades específicas, en este caso, científicas, que refleja el aprendizaje activo centrado en el estudiante.

Sanmartí y Márquez (2017), conectan esta metodología con las líneas de investigación planteadas para la enseñanza de las ciencias, entre ellas, las de ciencia en contexto, referida a la aplicación de lo que sabe científicamente, a su realidad y, el aprendizaje por indagación que le permite al estudiante realizar acciones científicas para utilizar sus conocimientos, en la solución a situaciones que observa y que ameritan ser solucionadas. En cualquier caso, está centrada en el estudiante y un elemento común es que, parte de temáticas de interés que deben ser solucionadas.

Desde esta línea, se establecen los elementos que subyacen esta metodología, de acuerdo con lo establecido en el trabajo de Garriz (2010) como acciones específicas:

1. Identificar y plantear la pregunta eje de la investigación escolar (relacionada con la línea de investigación seleccionada) que conlleve a una investigación
2. Definir y analizar el problema a resolver e identificar las variables implícitas;
3. Reunir información bibliográfica para que sirva como antecedentes y que tenga relación con su investigación;
4. Formular una hipótesis al problema planteado, a partir de la teoría al respecto;
5. Relacionar y conceptualizar los fenómenos observables en su investigación,
6. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de modelos y/o experimentos, con el uso de pruebas;
7. Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos;
8. Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico;
9. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido logrado y aprendido mediante la investigación realizada.

Usar este modelo en la enseñanza de las ciencias, brinda algunas ventajas en el proceso, reflejadas en las acciones de los estudiantes, así, a partir del diseño de un proyecto, estos, piensan y actúan científicamente, ponen en marcha un diseño experimental para dar solución al problema observado y al final, puede dar cuenta, no solo de los objetivos curriculares sino también de los propuestos en su proyecto, lo que se traduce en el desarrollo de las habilidades del trabajo científico (Galeana, 2007).

Se retoma el trabajo de Galeana (2007), quién expone otras ventajas a partir de la aplicación del ABPy en el aula, esto, apoyada en los trabajos de varios autores, entre ellos: Blank, Dickinsion, Bottoms y Webb, Moursund, Bielefeldt, y Underwood, estas se resumen y se consideran en la presente investigación, por su acercamiento al enfoque dado:

- Estimula el crecimiento emocional, intelectual y personal mediante experiencias directas con personas y estudiantes de ubicados en diferentes contextos.
- Los estudiantes aprenden diferentes técnicas para la solución de problemas al estar en contacto con personas de diversas culturas y con puntos de vista diferentes.
- Aprenden a aprender el uno del otro y también aprenden la forma de ayudar a que sus compañeros aprendan.
- Aprenden a evaluar el trabajo de sus pares.
- Aprenden a dar retroalimentación constructiva tanto para ellos mismos como para sus compañeros.
- Aprender de sus errores y enfrentar y superar retos difíciles e inesperados. (p. 3)

Aunque la metodología de ABPy está centrada en el estudiante, el rol del profesor, se asemeja al de un facilitador del aprendizaje autónomo y colaborativo (Rekalde y García, 2015). Por ello, desde la práctica pedagógica, esta función ha de organizarse y diseñarse en etapas, de manera que, durante el proceso, el estudiante conserve el interés y que, al final, actúe conforme al alcance de las habilidades científicas, que por un lado se relacionan con el principio del ABPy y por otro, con el conocimiento en ciencias aplicado durante el desarrollo del proyecto.

Apoyada en los autores arriba mencionados, se asumen los aspectos en común y se organizan proponen las siguientes etapas, en las que, se consideraron las descripciones de diferentes investigaciones llevadas a cabo en el aula, estas se integran en la tabla 1.

Tabla 1*Etapas constitutivas de la implementación del ABPy en el aula*

ETAPAS	PROCESO	ROL DEL PROFESOR	ROL DEL ESTUDIANTE
1. Motivación	Estrategias para que los estudiantes deseen aprender e investigar.	Presenta a los estudiantes las líneas de interés y sus aplicaciones.	Forma los grupos de trabajo, según su línea de interés.
2. Planificación	Toma de decisiones previas a la acción.	Explica la metodología de trabajo y orienta la búsqueda de información.	a) Selecciona el tema y delimita el campo de conocimientos a trabajar. b) Identifica y formula el problema a investigar. c) Considera alternativas de solución, apoyado en antecedentes.
3. Descripción y propósito	Da cuenta de una manera general del qué, del cómo, del dónde y del cuándo de la investigación.	Da orientaciones para el desarrollo del trabajo.	a) Formula los objetivos de la investigación. b) Describe el porqué del proyecto y su importancia.
4. Especificaciones de desempeño	Indica los criterios de calidad que el proyecto debe cumplir, y las directrices básicas sobre las cuales se va a desarrollar.	Monitorea el trabajo de los estudiantes y guía la revisión bibliográfica de los saberes implícitos.	a) Define los fundamentos teóricos del proyecto. b) Establece el diseño experimental para la solución al problema. c) Organiza un cronograma y

			determina el presupuesto de ejecución del proyecto.
			d) Ejecuta lo propuesto en el diseño experimental.
5. Evaluación	Presenta la información acerca de la ejecución de las actividades en busca de mejorar los resultados del proyecto.	Retroalimenta las acciones y resultados presentados.	a) Describe los resultados y realiza el análisis de estos. b) Define los nuevos conocimientos o conclusiones

Nota: Descripción de las etapas que se aplican para la implementación del ABPy en el aula, junto con las acciones que cumplen tanto docentes como estudiantes durante el proceso. Adaptado de: Manual de apoyo docente, metodologías activas del aprendizaje. (Espejo & Sarmiento, 2017) y (Ciro, 2012).

Las anteriores etapas corresponden a la integración de diferentes modelos de aplicación de los ABPy por los autores de referencia. Es de aclarar que, el producto final por parte de los estudiantes, es un trabajo escrito en el que se consolida toda la información estructurada en las diferentes etapas y que, frente a estos escritos, el estudiante verifica sus propios avances, entre tanto, el docente hace retroalimentación permanente. De esta manera, el trabajo escrito al final por el estudiante se constituye por: 1) Título del proyecto, 2) Delimitación del problema y pregunta problema, 3) Justificación, 4) Hipótesis, 5) Antecedentes, 6) Objetivos, 7) Marco teórico, 8) Metodología y diseño experimental, 9) Resultados y análisis de resultados y 10) Conclusiones.

6.5. Energía química y sus transformaciones:

La energía es uno de los saberes que están contenidos en los estándares de ciencias naturales y que deben ser enseñados a lo largo del ciclo escolar, sin embargo, los libros de texto y en general, no presentan un concepto unificado, que corresponda con el uso que habitualmente se hace de ella (Domènech-Casal, 2018), para definirla desde diferentes ámbitos, según el enfoque al que se pretenda llegar. Ya no resulta correcto definirla como: capacidad para hacer un trabajo, dado que, los cuerpos o sistemas siempre tienen energía, aunque algunos de ellos ya no puedan realizar un trabajo (González, 2006), además que también se puede degradar y perder la capacidad de transmitirse.

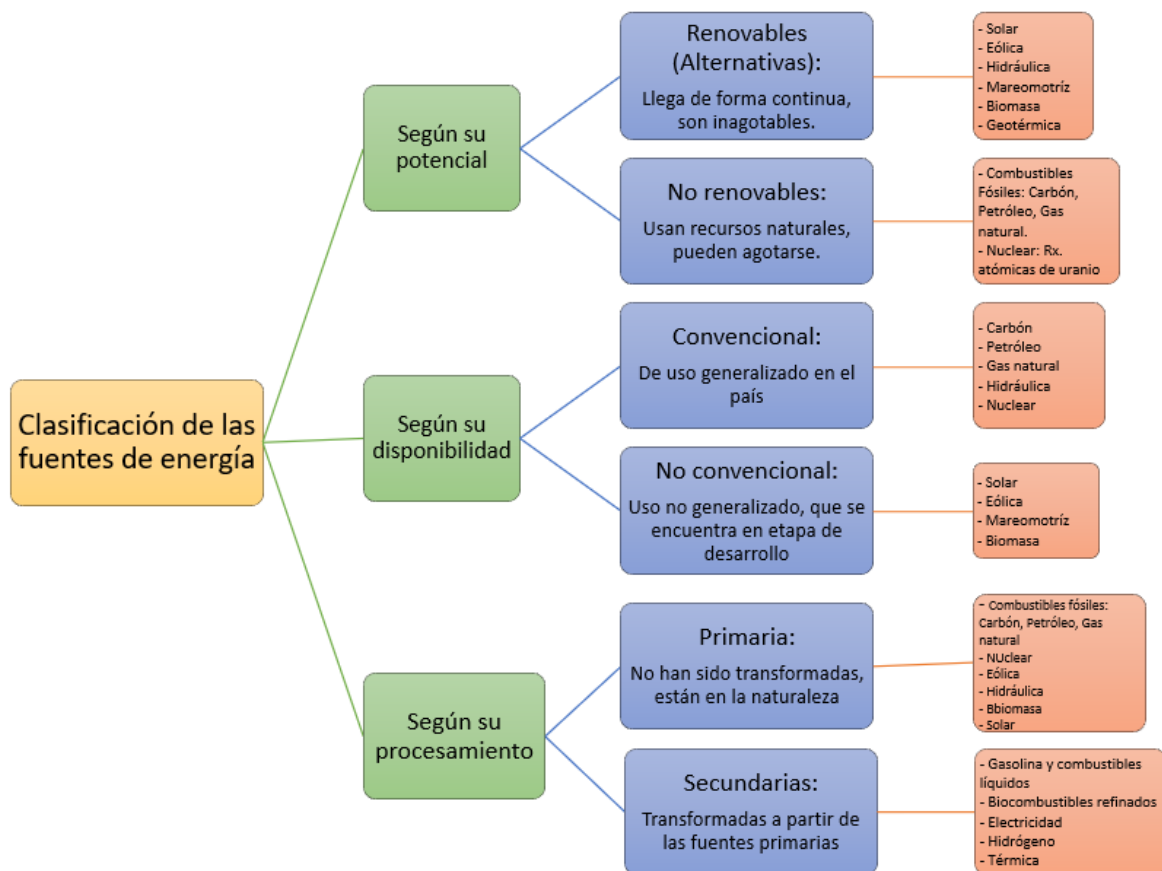
De acuerdo con la definición dada por los filósofos materialistas del siglo XIX, la energía es una medida del movimiento y por lo general, la palabra energía va acompañada de otros términos que indican su forma de uso (Sierra, 2020). Dado esto, y para efectos de esta investigación, es necesario tomar como referencia un concepto que tenga que ver con las transformaciones de la energía. De acuerdo con lo que expresa Sierra (2020), se considera el concepto de energía como la capacidad de un cuerpo, para realizar un trabajo, producto de su constitución, de un campo gravitatorio o eléctrico, o de su movimiento, en el que se producen cambios o transformaciones del sistema. Por lo que este se retomará desde sus fuentes de origen.

Este concepto de energía, le permite al estudiante relacionarse, en primer lugar, con la fuente de obtención, en segundo lugar, con la forma de manifestación y, por último, en sus diferentes transformaciones. Así, podrá explorar en estos procesos, por separado o de forma combinada, para la construcción de su proyecto escolar.

Bajo este mismo esquema, se deben precisar las fuentes de obtención de la energía, lo que se resumen en la figura 2.

Figura 3

Clasificación de las fuentes de obtención de energía según su potencial, disponibilidad y procesamiento



Nota: En la figura se muestra la clasificación de las fuentes de energía, según el potencial, la disponibilidad, el procesamiento de la misma y sus definiciones. Indica al final el tipo de energía que se obtiene de dicha fuente. Elaboración propia, a partir de: (Foro Nuclear, S. F.) y (Webber, 2019)

Las energías alternativas comprenden todas aquellas energías de origen no fósil y que no han participado significativamente en el mercado mundial de la energía (Posso, 2002). Existen también las fuentes energéticas convencionales como la hidráulica o la bioenergía que pueden ser consideradas como renovables; otras fuentes no renovables y no

convencionales como la energía geotérmica o la fusión nuclear. Las energías no agotables, como la eólica, comúnmente se incluyen entre las renovables. De manera que el término alternativo es quizás, el más adecuado para englobar todas estas opciones energéticas y será el utilizado en este trabajo.

En cuanto a las manifestaciones de la energía, se definen según las acciones y los cambios que provocan, entre las cuales se resaltan, como propuesta para los estudiantes:

Energía mecánica: aquella relacionada tanto con la posición como con el movimiento de los cuerpos y, por tanto, involucra a las distintas energías que tiene un objetivo en movimiento, como son la energía cinética y la potencial.

Energía eléctrica: resulta de la diferencia de potencial de dos puntos que se conectan a través de un conductor eléctrico.

Energía electromagnética: se atribuye a la presencia de un campo electromagnético, generado a partir del movimiento de partículas eléctricas y magnéticas que se mueven y oscilan a la vez. Son lo que conocemos como ondas electromagnéticas, que se propagan a través del espacio y se trasladan a la velocidad de la luz. El Sol es un ejemplo de ondas electromagnéticas que se pueden manifestar como luz, radiación infrarroja y también ondas de radio.

Energía química: se manifiesta en determinadas reacciones químicas en las que se forman o rompen enlaces químicos. Los combustibles, el gas natural o el funcionamiento de las baterías son algunos ejemplos del uso de esta energía.
(Fundación ENDESA, s.f.)

Tal y como lo expone Ayala (2017), es necesario implementar en los colegios procesos de enseñanza sobre el desarrollo de las energías limpias, que motiven acciones de conservación y protección al ambiente. Frente a esto se han establecido políticas públicas como la Ley 697 del 2001, el Decreto 3683 de 2003 y la Ley 1665 de 2013, que promueven la utilización de energías alternativas, de fuentes no convencionales, que favorecen el uso

sostenible de todas las formas de energía para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales no renovables. Por lo cual, se implementa como línea central para el desarrollo de proyectos de investigación escolar, en la búsqueda de fuentes alternativas que puedan ser aprovechadas para obtener energía y a su vez esta ser transformada de una forma a otra.

Marco metodológico

De acuerdo con los propósitos de esta investigación, se desarrolló el diseño metodológico bajo el enfoque de investigación cualitativa, con instrumentos diseñados específicamente para recoger y analizar los datos descriptivos que darán respuesta a la pregunta de investigación (Hernández et al., 2014), bajo un diseño de estudio de caso, en el que se caracterizó el desarrollo de las habilidades científicas en estudiantes de grado décimo y undécimo, antes, durante y después de aplicar un trabajo de aula centrado en el desarrollo de proyectos de investigación escolar en energías alternativas.

1.6. Caracterización de la población

La población objeto de estudio se conformó por 20 estudiantes de grado décimo, que, además, hicieron parte del programa de articulación SENA, denominado Análisis de Muestras Químicas (AMQ), que forma parte del currículo de la I.E. 11 de ellos hombres y 9 mujeres con edades comprendidas entre los 16 y 17 años de edad. Este grupo fue seleccionado, debido a su énfasis en la formación en ciencias y a su interés en la investigación científica, a través de un ambiente de aprendizaje apoyado en las TICs.

1.7. Diseño de la investigación

Para efectos de esta investigación, la caracterización y descripción se hizo en torno a las habilidades científicas de indagación, documentación y organización de la información alrededor de un problema y uso comprensivo del conocimiento científico, que desarrollan los estudiantes de grado décimo, con un enfoque cualitativo, mediado por un diseño de estudio de caso dada su finalidad, para abordar situaciones particulares poco

conocidas que tengan relevancia en sí mismo o para probar una determinada teoría (Vasilachis, 2006). Para el caso de esta investigación, las habilidades científicas que tienen o que desarrollan los estudiantes, apoyados en la aplicación de las etapas descritas para el ABPy, son aspectos analizados como aportes edificantes hacia las teorías de investigación educativa, como una posibilidad para ser aprovechada en futuras investigaciones en este campo.

Mediante el ABPy, se utilizó como herramienta didáctica para lograr el desarrollo de las habilidades científicas (indagación, documentación y organización de la información alrededor de un problema y uso comprensivo del conocimiento científico) de los estudiantes de grado décimo de la educación media. Para ello, se diseñó y aplicó un instrumento de identificación de habilidades (Anexo A.), que describe los distintos desempeños demostrados relacionados a cada habilidad, según la caracterización hecha a las mismas, descrito en la Tabla 2, en este sentido se proponen para su medición, 3 niveles de desarrollo en cada habilidad. El instrumento formalmente validado, se aplicó en 3 momentos: el primero, al iniciar el grado décimo, antes de la aplicación de la estrategia de ABPy, el segundo, durante el desarrollo del proyecto de investigación escolar en energías alternativas y el último, al finalizar el proyecto luego de presentar a la comunidad los resultados del mismo; estos resultados se registraron en una matriz de categorización por habilidad (tabla 4) posteriormente analizados, de acuerdo con la valoración dada a cada respuesta del instrumento, según una escala asignada arbitrariamente, detallada en la tabla 3, junto con un código de colores para cada nivel, pero que es el mismo en cada una de las habilidades valoradas.

En función de los resultados, se requirió el diseño de 3 (tres) instrumentos. El primero, corresponde a las categorías de análisis para cada habilidad, detallada en la Tabla

2; el segundo, aplicado a los estudiantes, que describe acciones específicas para diferentes situaciones planteadas, que ellos deben demostrar, con el propósito de identificar las habilidades en ellos (Anexo A); El tercero, corresponde a una matriz de valoración del nivel alcanzado en cada competencia, según una escala asignada de forma arbitraria y las categorías de análisis propuestas en esta investigación, este se detalla en la Tabla 4.

La medida en que la formulación de proyectos de investigación escolar en energías alternativas sea el escenario apropiado para el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de educación media, se determinó según la relación de los datos arrojados por los instrumentos utilizados en la investigación, siendo el máximo los logros totales de las competencias científicas propuestas como nivel 3, del desempeño por el grupo de estudiantes con el que se realiza la investigación, sin embargo, dentro de cada habilidad, se registraron desempeños asignados a diferentes niveles, se valoró por defecto y se asignó al nivel anterior.

1.7.1. Fases de la investigación

Esta investigación se desarrolló en 5 fases, denominadas como: preliminar, operacional, de sistematización, analítica, y concluyente.

1.7.1.1. Fase preliminar

Esta fase se precisaron los fundamentos de la investigación, para ello se establecieron dos momentos: 1) Diseño, 2) Planificación.

1.7.1.1.1. Momento 1

Dado el énfasis en Gestión Ambiental, se seleccionó la población objeto de investigación a partir de su interés y énfasis en Análisis de Muestras Químicas (programa de articulación con el SENA), se modificó el enfoque de proyectos productivos requeridos

para esta modalidad por el de Investigación Escolar bajo un trabajo de aula centrado en ABPy, al mismo tiempo, se relacionó con la gestión ambiental en la búsqueda de fuentes de energía alternativa, como situación problema de esta investigación.

Para este momento de diseño, se tuvieron en cuenta los propósitos de la educación en ciencias, con base en estos, se establecieron los objetivos de la investigación y la orientación metodológica del proceso investigativo desarrollado con los estudiantes en su ambiente escolar. Se asumió la estrategia didáctica que condujo a la obtención de resultados, acerca del desarrollo de las habilidades científicas en los estudiantes de educación media, fundamentada en la revisión de experiencias comprobadas, relacionadas con el tema de investigación, en el mismo ambiente o en similares. Se precisaron los referentes teóricos principales, cuyos planteamientos fueron apropiados como base para, dar explicaciones de rigor a los resultados obtenidos y emitir las conclusiones producto de esta investigación.

1.7.1.1.2. Momento 2

Se estructuró la estrategia de ABPy y se diseñaron y validaron los instrumentos requeridos para la recolección y análisis de datos.

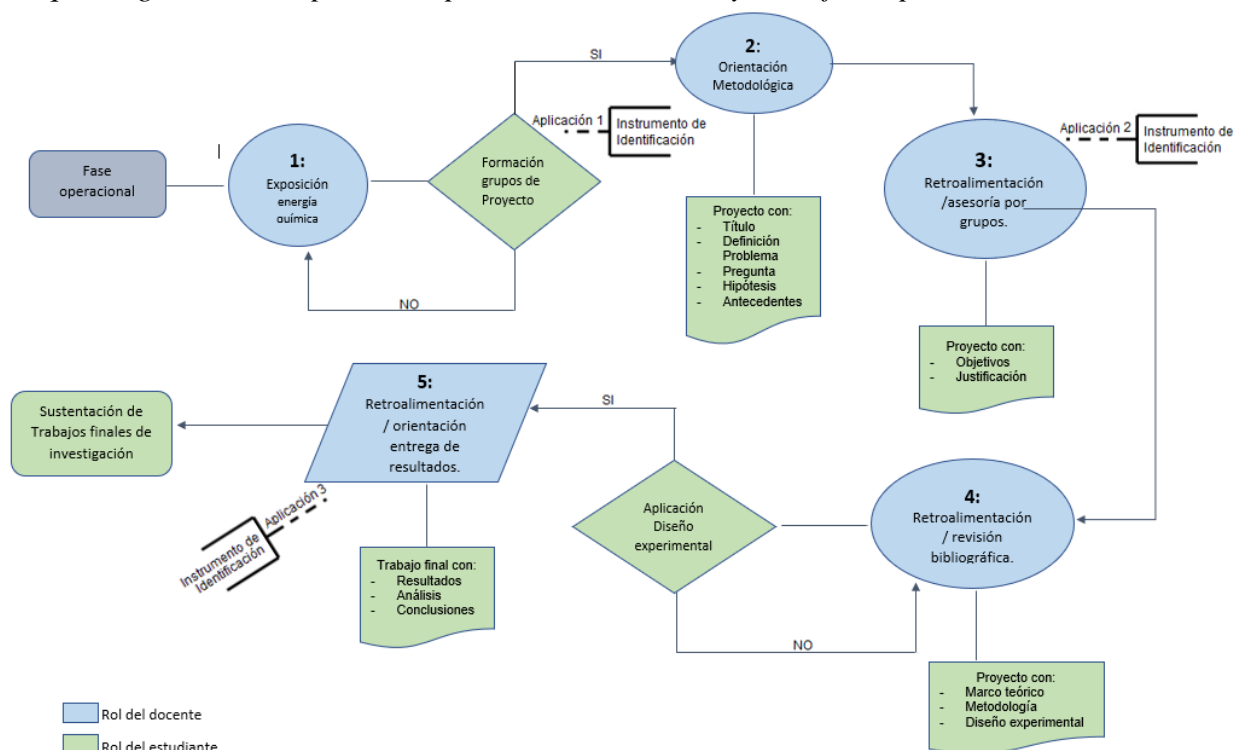
1.7.1.2. Fase operacional

Esta fase se desarrolló en 5 momentos, correspondientes al modelo ABPy. En cada una se hace claridad acerca de las acciones específicas, según el rol de cada participante.

En la figura 4 se presenta de manera generalizada, un esquema que permite la visualización del trabajo diseñado para el desarrollo de la estrategia del ABPy.

Figura 4.

Esquema generalizado para la implementación del ABPy en la fase operacional.



Nota: Estructura general de la metodología aplicada para el desarrollo de proyectos de investigación escolar implementada en el trabajo de aula. Fuente: Elaboración propia.

1.7.1.2.1. Momento 1

Con una exposición mediada por las TICs, hecha a los estudiantes de grado décimo, acerca de la energía química, transformaciones, fuentes de obtención y posibilidades de aplicación. Se convocó a los estudiantes a formar los grupos de trabajo, guiado por sus propios intereses en el tema de energía.

En sesión posterior, se aplicó por primera vez el instrumento de identificación de habilidades científicas (Anexo A).

1.7.1.2.2. Momento 2

Como parte del trabajo de aula, se expuso la metodología de trabajo junto con las orientaciones hacia la búsqueda de información, mediada por el uso de las TICs. Los

estudiantes seleccionaron el tema de su proyecto de investigación y asignaron momentos de reunión de equipo. En cada espacio de reunión, según sus propios avances, los estudiantes elaboraron: 1) Título del proyecto, 2) Delimitación del problema y pregunta problema, para esto se desarrolló el formato denominado: Ficha de caracterización del problema de investigación (Anexo C), 3) Hipótesis y 4) Antecedentes, este proceso se dirigió mediante el desarrollo del formato denominado: Ficha de caracterización y tematización de antecedentes (Anexo D).

1.7.1.2.3. Momento 3

Desde el trabajo de aula, se dieron las orientaciones para la elaboración de los componentes del proyecto y se retroalimentó el proceso llevado hasta el momento por cada uno de los grupos. Por su parte, cada grupo de trabajo, en sus espacios de reunión, complementaron su proyecto con: 5) Objetivos, 6) justificación.

1.7.1.2.4. Momento 4

Antes de comenzar este momento, se llevó a cabo la segunda aplicación del instrumento de identificación de habilidades, con el propósito de obtener resultados en cuanto al nivel de desarrollo de las habilidades durante la implementación de la propuesta del ABPy.

Posteriormente, con las orientaciones y las retroalimentaciones sobre el trabajo desarrollado para este momento por cada grupo, se hizo la revisión bibliográfica de los saberes implícitos o referentes teóricos como fuente argumental de su proyecto de investigación.

Los estudiantes en esta etapa, primero definieron los fundamentos teóricos del proyecto y, con base en este, establecieron el diseño experimental para la solución al problema, para finalmente organizar un presupuesto de ejecución.

Como segunda parte de este momento, se desarrolló lo propuesto en el diseño experimental, donde cada grupo, de acuerdo con sus necesidades, realizó un número de experiencias determinadas y así generaron los datos de sus resultados. Se realizó el registro y análisis de los mismos.

Los avances que anexados al trabajo escrito son: 7) marco teórico, con los constructos teóricos en los que se fundamenta su el trabajo, los referentes articulados con la problemática de investigación, además de algunas reconstrucciones conceptuales propias a partir del diálogo con los autores referenciados; 8) Metodología y diseño experimental, con detalle de las condiciones de su investigación y los procedimientos específicos para sus resultados, y en esta parte, el diagrama de proceso experimental que lo represente.

1.7.1.2.5. Momento 5.

Además de haber hecho la retroalimentación del proceso desarrollado hasta el momento, se orientó a los estudiantes, para la entrega de resultados e informe final y presentación del proyecto a la comunidad educativa. Los grupos de estudiantes, enfocaron su trabajo a la descripción y análisis de los resultados y las conclusiones. Esto, además de consolidarlo en el trabajo escrito.

En esta parte se hizo una presentación oral de los proyectos de los grupos, mediada por las TICs, frente a otros integrantes de la comunidad educativa, en la que además se enteró de los resultados del trabajo de investigación de sus demás compañeros.

Los resultados y a los análisis expuestos, describieron en detalle el modelo obtenido como solución al problema de investigación e hipótesis inicial; expresados de manera secuencial según la metodología aplicada y que a la vez estén relacionados con el objetivo general del proyecto. En tanto las conclusiones, reflejaron las contribuciones personales a la investigación y viceversa.

Finalmente, se aplicó nuevamente el instrumento de identificación de habilidades y se procedió con el cotejo de las mismas, en relación a los resultados de las dos aplicaciones anteriores.

1.7.1.3.Fase de sistematización

En esta fase, consistió en la ordenación y vinculación progresiva de los resultados del trabajo investigativo. Para ello, se dio lugar al análisis del primer evento de recolección, se registró la información, en cuanto al nivel obtenido en cada competencia, en un análisis individual de estudiantes y así con los resultados de la segunda y de la tercera aplicación, como sigue:

Las respuestas de los estudiantes se relacionaron con las habilidades Indagación, Documentación y organización de la información y Uso comprensivo del conocimiento científico, según las caracterizaciones descritas para cada nivel de cada habilidad (Tabla 2), de acuerdo con las respuestas frente a las habilidades de la Tabla 3, y posteriormente, registradas y categorizadas con base en las descripciones registradas en la Matriz de categorización de habilidades (Tabla 4) y finalmente valoradas, de acuerdo con la escala asignada y referida en la Tabla 5 Escala de valoración de nivel de habilidades, respectivamente.

La siguiente es la tabla que se tuvo en cuenta para la categorización de los resultados obtenidos, que describe el nivel de habilidades según los desempeños propuestos para cada habilidad, utilizada en la valoración del instrumento de identificación de habilidades (Anexo A) y para el registro de datos, una vez aplicado el instrumento, que permite analizar los resultados.

Tabla 2*Caracterización de niveles por cada habilidad*

HABILIDAD	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
<p>Indagación: Requiere que los estudiantes acoplen estos procesos con el conocimiento en energía química. Niveles adaptados de: (Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, 2000).</p>	<p>A. Hace preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno.</p> <p>B. Plantea hipótesis de eventos o fenómenos con relación a algunos conceptos de ciencia.</p> <p>C. Refiere una de las variables involucradas en investigaciones científicas.</p> <p>D. Emplea equipo, herramientas y procedimientos simples para reunir y registrar datos.</p> <p>E. Utiliza los datos para construir una explicación razonable a partir de los datos obtenidos.</p> <p>F. Comunica los resultados de investigaciones realizadas y las explicaciones.</p>	<p>A. Identifica preguntas que se pueden responder mediante investigaciones científicas.</p> <p>B. Propone hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.</p> <p>C. Expresa dos o más variables que pueden dar lugar a investigaciones científicas.</p> <p>D. Emplea algunas herramientas y procedimientos apropiados para reunir, registrar y analizar datos.</p> <p>E. Desarrolla descripciones, y explicaciones, establece relaciones entre resultados y conclusiones con algunos conceptos, principios y leyes de la ciencia.</p> <p>F. Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de su investigación.</p>	<p>A. Identifica las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas.</p> <p>B. Establece hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.</p> <p>C. Define las variables que dan lugar a las investigaciones científicas.</p> <p>D. Utiliza herramientas tecnológicas (TICs), equipos y técnicas apropiadas para reunir, analizar e interpretar datos.</p> <p>E. Formula explicaciones científicas y modelos de forma lógica, sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.</p> <p>F. Comunica de forma ordenada y lógica, apoyado en argumentos científicos, los procedimientos, resultados y explicaciones de su investigación.</p>

Continúa en la siguiente página

HABILIDAD	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
<p><i>Documentación y organización de la información alrededor de un problema</i> Niveles adaptados de (EDUTEKA, 2002)</p>	<p>A. Supone el problema de investigación y registra información muy general que requiere para solucionarlo.</p> <p>B. Reconoce y explora hasta dos fuentes digitales de búsqueda de información adecuadas.</p> <p>C. Registra la información encontrada y establece alguna relación con el problema de investigación y en algunos casos falta manejo en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.</p> <p>D. Emplea toda la información de forma muy general para comunicar el conocimiento adquirido.</p>	<p>A. Identifica el problema de investigación y lista parcialmente la información necesaria para resolverlo.</p> <p>B. Identifica y utiliza más de dos fuentes digitales de búsqueda para obtener la información relacionada con el problema de investigación.</p> <p>C. Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.</p> <p>D. Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.</p>	<p>A. Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema.</p> <p>B. Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.</p> <p>C. Sistematiza la información y su relación con el problema de investigación, evidenciando conocimiento en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.</p> <p>D. Sintetiza la información y la utiliza adecuadamente para comunicar en forma efectiva el conocimiento adquirido.</p>

HABILIDAD	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
<p>Uso comprensivo del conocimiento científico Aplicados a todos aquellos relacionados con las transformaciones de la energía.</p>	<p>A. Realiza descripciones de características y toma de datos necesarios para resolver preguntas de investigación.</p> <p>B. Define algunos de los conceptos y teorías de ciencias necesarios para resolver problemas o preguntas de investigación.</p> <p>C. Realiza algunas explicaciones conceptuales sencillas relacionadas con el objeto de estudio, al finalizar la indagación y la documentación y organización de la información.</p>	<p>A. Describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación.</p> <p>B. Expresa y define los conceptos y teorías específicas de ciencias relacionados para resolver el problema o pregunta de investigación.</p> <p>C. Escribe explicaciones sencillas y coherentes con el objeto de estudio, finalizadas la indagación y la documentación y organización de la información.</p>	<p>A. Registra de manera organizada y pertinente, datos, características y propiedades de fenómenos observados y los relaciona con la pregunta de investigación.</p> <p>B. Demuestra la comprensión necesaria para utilizar los conceptos, leyes y teorías de ciencias en situaciones distintas en las que se aprendieron y en la resolución de problemas o preguntas de investigación.</p> <p>C. Construye argumentos conceptuales sólidos, que dan explicación lógica al objeto de estudio, una vez hecha la indagación y la documentación y organización de la información.</p>

Nota. En esta tabla se describen las acciones que caracterizan cada nivel de cada habilidad. La información fue adaptada para cada competencia, así: Indagación, adaptadas de: (Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, 2000): Documentación y organización de la información alrededor de un problema, adaptadas de: (EDUTEKA, 2002) y, Uso comprensivo del conocimiento científico, adaptados de: (Instituto Colombiano para la Educación Superior (ICFES), 2007/2013). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Relación de preguntas del Instrumento de Identificación con las habilidades

PREGUNTA	RELACIÓN CON HABILIDAD	DESCRIPCION EN NIVELES 1, 2 o 3
1	Indagación	A
2	Indagación	C
3	Indagación	B
	Uso comprensivo del conocimiento científico	C
4	Indagación	D
5	Documentación y organización de la información	B
6	Documentación y organización de la información	C
7	Documentación y organización de la información	A
8	Uso comprensivo del conocimiento científico	A
	Uso comprensivo del conocimiento científico	B
9	Indagación	E
	Documentación y organización de la información	D
10	Indagación	F

Nota: relación de las preguntas registradas en el instrumento de identificación y su respectiva correspondencia con la descripción para cada habilidad.

En la tabla se brinda la información para relacionar cada pregunta del instrumento de identificación de habilidades, de esta manera, si el estudiante responde la pregunta 1, corresponde con la descripción de la acción A, de la habilidad de indagación, en cualquiera de los 3 niveles, el análisis consiste en verificar a cuál de los tres niveles aplica, de acuerdo con lo contestado. Se realiza el mismo procedimiento con las demás preguntas y la tabla.

Tabla 4

Matriz de valoración de habilidades científicas

HAB	NIV.	DESCRIPCIÓN	COD. ESTUD.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
INDAGACIÓN	1	A. Hace preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno.																						
		B. Plantea hipótesis de eventos o fenómenos, con relación a algunos conceptos de ciencia.																						
		C. Refiere una de las variables involucradas en investigaciones científicas.																						
		D. Emplea equipo, herramientas y procedimientos simples para reunir y registrar datos.																						
		E. Utiliza los datos para construir una explicación razonable a partir de los datos obtenidos.																						
		F. Comunica los resultados de investigaciones realizadas y las explicaciones.																						
	2	A. Identifica preguntas que se pueden responder mediante investigaciones científicas.																						
		B. Propone hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.																						
		C. Expresa dos o más variables que pueden dar lugar a investigaciones científicas.																						
		D. Emplea algunas herramientas y procedimientos apropiados para reunir, registrar y analizar datos.																						
		E. Desarrolla descripciones, y explicaciones, establece relaciones entre resultados y conclusiones con algunos conceptos, principios y leyes de la ciencia.																						
		F. Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de su investigación.																						
HAB.	NIV.	DESCRIPCIÓN	CÓD. EST.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Continúa en la siguiente página

INDAGACIÓN	3	A. Identifica las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas.	
		B. Establece hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.	
		C. Define las variables que dan lugar a las investigaciones científicas.	
		D. Utiliza herramientas tecnológicas (TICs), equipos y técnicas apropiadas para reunir, analizar e interpretar datos.	
		E. Formula explicaciones científicas y modelos de forma lógica, sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.	
		F. Comunica de forma ordenada y lógica, apoyado en argumentos científicos, los procedimientos, resultados y explicaciones de su investigación.	
PUNTAJE TOTAL			
DOCUMENTACION Y ORGANIZACIÓN D	1	A. Supone el problema de investigación y registra información muy general que requiere para solucionarlo.	
		B. Reconoce y explora hasta dos fuentes digitales de búsqueda de información adecuadas.	
		C. Registra la información encontrada y establece alguna relación con el problema de investigación y en algunos casos falta manejo en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.	
		D. Emplea toda la información de forma muy general para comunicar el conocimiento adquirido.	

Continúa en la siguiente página

Continuación de la Tabla 4

HAB.	NIV.	DESCRIPCIÓN	CÓD. EST.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
DOCUMENTACION Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	2	A. Identifica el problema de investigación y lista parcialmente la información necesaria para resolverlo.																							
		B. Identifica y utiliza más de dos fuentes digitales de búsqueda para obtener la información relacionada con el problema de investigación.																							
		C. Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.																							
		D. Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.																							
	3	A. Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema.																							
		B. Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.																							
		C. Sistematiza la información y su relación con el problema de investigación, evidenciando conocimiento en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.																							
		D. Sintetiza la información y la utiliza adecuadamente para comunicar en forma efectiva el conocimiento adquirido.																							
	PUNTAJE TOTAL																								

Continúa en la siguiente página

Continuación de la Tabla 4

HAB.	NIV.	DESCRIPCIÓN	CÓD. EST.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	1	A. Realiza descripciones de características y toma de datos necesarios para resolver preguntas de investigación.																							
		B. Define algunos de los conceptos y teorías de ciencias necesarios para resolver problemas o preguntas de investigación.																							
		C. Realiza algunas explicaciones conceptuales sencillas relacionadas con el objeto de estudio, al finalizar la indagación y la documentación y organización de la información.																							
	2	A. Describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación.																							
		B. Expresa y define los conceptos y teorías específicas de ciencias relacionados para resolver el problema o pregunta de investigación.																							
		C. Escribe explicaciones sencillas y coherentes con el objeto de estudio, finalizadas la indagación y la documentación y organización de la información.																							
	3	A. Registra de manera organizada y pertinente, datos, características y propiedades de fenómenos observados y los relaciona con la pregunta de investigación.																							
		B. Demuestra la comprensión necesaria para utilizar los conceptos, leyes y teorías de ciencias en situaciones distintas en las que se aprendieron y en la resolución de problemas o preguntas de investigación.																							
		C. Construye argumentos conceptuales sólidos, que dan explicación lógica al objeto de estudio, una vez hecha la indagación y la documentación y organización de la información.																							
PUNTAJE TOTAL																									

Nota. La tabla corresponde a la matriz de valoración de habilidades de los estudiantes, demostradas en el instrumento de identificación. Se asignó un valor entre 1 y 3 para cada respuesta, según la relación con las descripciones correspondientes a cada nivel de habilidad. Así, (1) para cada descripción del nivel 1 de cada habilidad, (2) para el nivel 2 y (3) para el 3. Al final de cada habilidad, se totalizan los valores obtenidos por estudiante. Elaboración propia para lo pertinente a esta investigación.

Una vez registrados los resultados de cada estudiante en la matriz, se clasifica el nivel de desarrollo de cada habilidad, de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 5

Escala de valoración del nivel de habilidades científicas

	NIVEL	VALOR
INDAGACION	1	4 a 9
	2	10 a 15
	3	16 a 18
DOC. Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	1	3 a 6
	2	7 a 10
	3	11 a 12
USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	1	2 a 4
	2	5 a 7
	3	8 a 9

Nota: La escala plantea el rango que puede obtener un estudiante en cada habilidad, una vez registrados los datos en la matriz de valoración, dado que estos pueden presentarse en forma dispersa y de distribución muy irregular, se trabajan estos valores en forma de rangos. Fuente: Elaboración propia.

1.7.1.4. Fase analítica

Consistió en el análisis progresivo de los resultados obtenidos, estructurados según el desarrollo de las habilidades científicas, en cada uno de los 3 momentos de aplicación: antes, durante y al finalizar las etapas de implementación de la estrategia didáctica de ABPy centrados en la búsqueda de fuentes alternativas de energía. El objetivo está dirigido a entrelazar, interpretar y analizar los datos que se evidenciaron en la matriz de valoración, con la información de los fundamentos teóricos y epistemológicos.

No obstante, aunque los datos de los instrumentos aplicados fueron numéricos, el análisis se hizo de forma descriptiva, en referencia a las acciones que describen el nivel de desarrollo de las habilidades en los estudiantes de grado décimo. Se mostró la estadística descriptiva organizada y de forma resumida con los datos de las acciones que describen cada nivel y con el de los niveles obtenidos en el grupo de estudiantes.

En primer lugar, se analizó la frecuencia con que cada descripción de habilidad aparece en los estudiantes, y luego, relaciones porcentuales a modo general, para los niveles de cada habilidad, y de allí la habilidad que predomine en el grupo en general, en cada fase del proceso investigativo. Esta información y el análisis relacionado con los objetivos propuestos para esta investigación, aportaron los criterios para el planteamiento de las conclusiones.

1.7.1.5. Fase concluyente

En esta fase, se demuestra, el alcance y la comprensión del objeto de investigación, está reflejada en la enunciación de las conclusiones. A partir de este trabajo de investigación, resultó un insumo para la elaboración de un artículo con miras a su

publicación en revistas de educación y a la participación en eventos educativos de carácter nacional.

1.7.2. Instrumentos

Se diseñó y validó un instrumento principal, que permitió identificar el nivel de desarrollo de las habilidades científicas, en estudiantes de grado décimo. Se aplicó en 3 (tres) momentos de la investigación, antes, durante y después de la aplicación de la estrategia del ABPy (Anexo A). Se estableció, además, una matriz de valoración de los proyectos realizados por los estudiantes, como una forma de registrar, verificar y/o validar la implementación del ABPy, como estrategia en el aula para la enseñanza de las ciencias (Anexo B).

Otros Instrumentos que se utilizaron, y que hacen parte de la implementación de la estrategia didáctica del ABPy, son:

- ***Ficha de caracterización del problema de investigación:*** utilizado para orientar el trabajo de los estudiantes en la formulación del problema central de investigación, las causas que lo originan y los efectos de estas causas frente al problema. Las causas están enfocadas al aspecto ambiental, social y económico. En este, también, plantearon alternativas de solución frente al problema. (Anexo C).
- ***Ficha de caracterización de antecedentes:*** en este formato, los estudiantes registraron las investigaciones relacionadas con su proyecto escolar, en el cual se destacaron los aspectos concluyentes de dicho trabajo y el aporte para su proyecto, menores a 7 años. (Anexo D).

- ***Esquema de síntesis de investigación:*** Se trata de un formato muy resumido describieron los aspectos esenciales de la investigación, para informar de manera rápida a miembros de la comunidad educativa del proyecto, utilizado en la sustentación del proyecto, una vez que obtuvieron los resultados y las conclusiones. (Anexo E).
- ***Diario de campo:*** Cuaderno que llevan los estudiantes, en el que registran las actividades realizadas en cada asesoría con el docente, así como también, sus propios avances durante el trabajo autónomo. Estas reuniones se hicieron de manera virtual y estos registros se establecieron de manera digital (grabaciones de video). (Anexo F)

Resultados y Análisis

Los resultados de la investigación incluyen los datos obtenidos y registrados en la matriz de valoración del desarrollo de habilidades científicas (Tabla 4); como producto de la aplicación del instrumento de identificación de habilidades científicas a los estudiantes de grado décimo de la I.E., en los tres momentos: antes, durante y al finalizar la implementación del ABPy; así como, la descripción de la conformación de grupos de trabajo y su respectivo tema de interés para la elaboración de proyectos de investigación escolar. Por último, los proyectos escritos de los estudiantes y su correspondiente evaluación frente al seguimiento de la metodología propuesta.

1.8. De la fase operacional.

En general, en toda la fase, se relacionan las respuestas dadas por los estudiantes de forma individual, con las descripciones de cada habilidad en los diferentes niveles, aplicados en 3 momentos. Para asignar los valores, se hizo de acuerdo a la escala de valoración propuesta (ver tabla 5) y un código de colores para facilitar el reconocimiento de estos, a simple vista, Así:

Gris: Nivel 1

Azul: Nivel 2

Verde: Nivel 3

Este código de colores también fue utilizado en las gráficas correspondientes a cada matriz de valoración.

1.8.1. Del momento 1

Dado que, en este momento, se presentó el tema de interés y se orientó a los estudiantes a la conformación de grupos de proyecto, según sus propias motivaciones e intereses. En la tabla 10 se muestra el listado de grupos conformados y su respectivo tópico de interés, respecto de la energía química, el nombre que eligieron para su grupo y la conformación de ellos respecto a su género.

Tabla 6.

Conformación de grupos de proyectos y temas de investigación escolar

Estudiantes	Tema de investigación
Grupo 1: Maison Du Bioéthanol 3 Mujeres – 1 Hombre	Energía química como combustible, aprovechando residuos fermentables.
Grupo 2: Elec mice 3 Mujeres – 2 Hombres	Agua residual en celdas de combustible para producir electricidad.
Grupo 3: Cristal 5 Mujeres	Energía química de sustancias iónicas para la producción de electricidad
Grupo 4: Wricidad 5 Mujeres – 1 Hombre	Transformación de la energía química del hidrógeno, en electricidad.
Total, proyectos	4

Nota: En la tabla se relacionan los 20 estudiantes de grado décimo y sus tópicos de interés para la realización del proyecto de investigación escolar.

En la tabla 7, se registra la valoración de la habilidad de indagación en el primer momento, en la tabla 8, lo correspondiente a la documentación y organización de la información alrededor de un problema y, en la tabla 9, del uso comprensivo del conocimiento científico.

Tabla 7

Nivel de desempeño de la habilidad de indagación, antes de aplicar la estrategia del ABPy.

HAB	N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1		A. Hace preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno.	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1			1					
		B. Plantea hipótesis de eventos o fenómenos relacionando algunos conceptos de ciencia.	1	1	1	1			1	1	1		1	1	NC	1	1	1		1				
		C. Refiere una de las variables involucradas en investigaciones científicas.	1	1	1	1			1	1	1		1		1		1	1	1	1				
		D. Emplea equipo, herramientas y procedimientos simples para reunir y registrar datos.	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1		NC	1			
		E. Utiliza los datos para construir una explicación razonable a partir de los datos obtenidos.	1	1	1	NC		1	1	NC	1		1	1	NC	NC	1	1	1	1	1			
		F. Comunica los resultados de investigaciones realizadas y las explicaciones.	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1			
2	INDAGACIÓN	A. Identifica preguntas que se pueden responder mediante investigaciones científicas.					2				2							2	2		2	2	2	
		B. Propone hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.					2				2								2			2	2	2
		C. Expresa dos o más variables que pueden dar lugar a investigaciones científicas.					2				2		2			2						2	2	2
		D. Emplea algunas herramientas y procedimientos apropiados para reunir, registrar y analizar datos.									2				2				2				2	2
		E. Desarrolla descripciones, y explicaciones, estableciendo relaciones entre resultados y conclusiones con algunos conceptos, principios y leyes de la ciencia.										NC											NC	NC
		F. Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de su investigación.										2								2			2	2
3		A. Identifica las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas.																						
		B. Establece hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.																						
		C. Define las variables que dan lugar a las investigaciones científicas.																						
		D. Utiliza herramientas tecnológicas (TICs), equipos y técnicas apropiadas para reunir, analizar e interpretar datos.																						
		E. Formula explicaciones científicas y modelos de forma lógica, sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.																						
		F. Comunica de forma ordenada y lógica, apoyado en argumentos científicos, los procedimientos, resultados y explicaciones de su investigación.																						
PUNTAJE TOTAL PARA CLASIFICACIÓN SEGÚN ESCALA			6	6	6	5	9	6	5	6	10	6	7	5	6	6	7	10	5	9	10	10		

Nota: Registro de datos obtenidos para el nivel de desempeño de la habilidad de Indagación antes de usar la metodología ABPy.

Fuente: Creación propia

Tabla 8

Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información antes de usar la metodología ABPy.

HAB.	N	DESCRIPCIÓN	COD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
DOCUMENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	1	Supone el problema de investigación y registra información muy general que requiere para solucionarlo.		1	1	1	1		1	1	1		1		1		1	1	1	1	NC	1			
		Reconoce y explora hasta dos fuentes digitales de búsqueda de información adecuadas.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
		Registra la información encontrada y establece alguna relación con el problema de investigación y en algunos casos falta manejo en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.		1	1	1	1		1	1	1	1	1		1	NC	1	NC	1	1	1	1	1	1	1
		Emplea toda la información de forma muy general para comunicar el conocimiento adquirido.		1	1	1	NC	1	1	NC	1	1	NC	1	1	NC	NC	1		1	1	1	1	NC	1
	2	Identifica el problema de investigación y lista parcialmente la información necesaria para resolverlo.							2				2		2		2							2	
		Identifica y utiliza más de dos fuentes digitales de búsqueda para obtener la información relacionada con el problema de investigación.															2								
		Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.							2						2										
	3	Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.																	2						
		Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema. Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación. Sistematiza la información y su relación con el problema de investigación, evidenciando conocimiento en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Sintetiza la información y la utiliza adecuadamente para comunicar en forma efectiva el conocimiento adquirido.																							
	PUNTAJE TOTAL PARA CLASIFICACIÓN SEGÚN ESCALA				4	4	4	3	6	4	3	4	4	4	6	3	4	4	5	4	4	3	3	5	

Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Documentación y organización de la información, antes de usar la metodología ABPy.

Tabla 9

Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico antes de usar el ABPy.

HAB.	N	DESCRIPCIÓN	COD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
				USO COMPRESIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	1	Realiza descripciones de características y toma de datos necesarios para resolver preguntas de investigación.			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	NC	1	1	1	1
Define algunos de los conceptos y teorías de ciencias necesarios para resolver problemas o preguntas de investigación.			1			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	NC	1	1	1	1		1		
Realiza algunas explicaciones conceptuales sencillas relacionadas con el objeto de estudio, al finalizar la indagación y la documentación y organización			1			1	1	1	1	1	1	1			1	1	NC	1	1		1	1	1		1	
2	Describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación.	2							2															2		
	Expresa y define los conceptos y teorías específicas de ciencias relacionados para resolver el problema o pregunta de investigación.	2							2															2		
	Escribe explicaciones sencillas y coherentes con el objeto de estudio, finalizadas la indagación y la documentación y organización de la información.	2											2							2				2		
3	Registra de manera organizada y pertinente, datos, características y propiedades de fenómenos observados y los relaciona con la pregunta de Demuestra la comprensión necesaria para utilizar los conceptos, leyes y teorías de ciencias en situaciones distintas en las que se aprendieron y en la resolución de problemas o preguntas de investigación.																									
	Construye argumentos conceptuales sólidos, que dan explicación lógica al objeto de estudio, una vez hecha la indagación y la documentación y organización de la información.																									
					6	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4	3	3	2	3	1	4	3	3	3	6	3

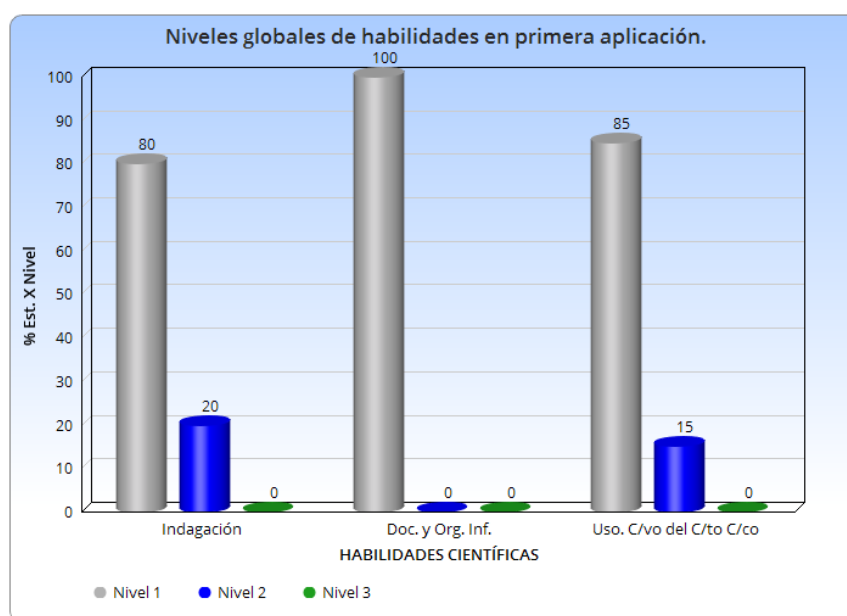
Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Uso comprensivo del conocimiento científico, antes de usar la metodología ABPy.

Tabla 10.

Globalización de los niveles de desempeño en las habilidades científicas, antes de ser implementada la estrategia de ABPy.

	NIVEL	VALOR	No. ESTUD.	%
INDAGACION	1	4 a 9	16	80%
	2	10 A 15	4	20%
	3	16 A 18	0	0%
DOC. Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	1	3 a 6	20	100%
	2	7 a 10	0	0%
	3	11 a 12	0	0%
USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CTCO.	1	2 a 4	17	85%
	2	5 a 7	3	15%
	3	8 a 9	0	0%

Figura 5. Niveles globales de habilidades en primera aplicación.



Nota: Porcentaje de estudiantes en relación a los niveles de cada habilidad, obtenidos antes de la implementación del ABPy. Fuente: creación propia.

De acuerdo con las gráficas anteriores, se puede establecer que:

En relación a la habilidad de indagación de la tabla 7, el 80% de los estudiantes se encuentran en el nivel 1 de desarrollo de esta habilidad. Se alcanzan puntuaciones ubicadas en el rango de valoración, por estudiante, entre 4 y 9, según la escala de la tabla 6. En este nivel los estudiantes demuestran que: hacen preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno, pero estas no conducen a la experimentación ni a la investigación. Plantean hipótesis de eventos o fenómenos, pero estos no son consistentes con los conceptos científicos. Reconocen una sola variable en una investigación y poco relacionan instrumentos para el registro de datos.

En la habilidad de documentación y organización de la información de la tabla 8, de acuerdo con los rangos de la escala de valoración (tabla 6), el 100% de los estudiantes se encuentran en el nivel 1 de desarrollo de esta competencia, sin embargo, al detallar las descripciones que caracterizan el nivel de esta habilidad (Tabla 8), 4 de ellos realizaron algunas de las acciones que corresponden con el nivel 2, esto daría cuenta de un nivel intermedio, sin embargo, estos casos particulares analizados desde los logros parciales, de no haber mayoría en los desempeños correspondientes a un nivel determinado, se aproximan al valor anterior.

De acuerdo con la tabla 10 Acerca de la documentación y organización de la información alrededor de un problema, el 80% de los estudiantes, pueden llegar a suponer el problema de investigación y registrar información muy general para solucionarlo, pero no lo identifican de forma concreta, en general, identifican las fuentes de consulta mediadas por las TICs, sin embargo, solo reconocen los buscadores y aunque, pueden registrar la información y relacionarla con el problema de investigación, les falta manejo en los temas

éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Utilizan la información de manera muy general y amplia, para expresar su conocimiento.

En cuanto al uso comprensivo del conocimiento científico (tabla 9), el 85% de los estudiantes se encuentra en nivel 1, es decir que, que las acciones que describen el nivel de desarrollo de esta habilidad, la clasificación en este nivel presentó menor dispersión de los datos. Como se observa en la figura 4, el 15 % de los estudiantes, en relación a los desempeños de la habilidad, describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación, los demás solo identifican datos, definen algunos conceptos basados en teorías, pero no las pueden explicar de forma sin el apoyo teórico, aunque hay un 20 % de ellos que puede argumentar de forma sencilla, pero coherente con el objeto de estudio.

1.8.2. Del momento 2

Resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento, durante la implementación del ABPy, donde ha avanzado en el proyecto escrito con: 1) Título del proyecto, 2) Definición y delimitación del problema central de investigación, 3) Antecedentes, 4) Alternativas de solución o hipótesis, 5) Objetivos, 6) justificación y cronograma. Este momento se desarrolla mediante el trabajo colaborativo de los estudiantes, en los grupos de proyectos ya formados. (ver Anexo F)

Los registros de estos resultados se hacen en la matriz de valoración (Tablas 3 y 4), de acuerdo con la escala (tabla 5). Los datos se analizan por habilidad y estudian de forma global. Al final de las siguientes tablas y gráficos se escribe el análisis de estos:

Tabla 11

Niveles de desempeño de la habilidad de indagación durante la implementación del ABPy

HAB	N	DESCRIPCIÓN	CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
INDAGACIÓN	1	Hace preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno.							1					1		1	1								
		Plantea hipótesis de eventos o fenómenos relacionando algunos conceptos de ciencia.									1														
		Refiere una de las variables involucradas en investigaciones científicas.			1										1	1		1	1	1			1		
		Emplea equipo, herramientas y procedimientos simples para reunir y registrar datos.										1				1	1				1		1		
		Utiliza los datos para construir una explicación razonable a partir de los datos obtenidos.							1			1				1	1	1				1			
		Comunica los resultados de investigaciones realizadas y las explicaciones.			1						1					1				1			1		
	2	Identifica preguntas que se pueden responder mediante investigaciones científicas.		2				2			2	2	2	2		2			2	2		2			
		Propone hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.		2	2			2	2				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Expresa dos o más variables que pueden dar lugar a investigaciones científicas.		2				2	2	2	2	2	2				2					2		2	
		Emplea algunas herramientas y procedimientos apropiados para reunir, registrar y analizar datos.		2	2	2	2	2					2	2	2			2	2			2		2	
		Desarrolla descripciones, y explicaciones, estableciendo relaciones entre resultados y conclusiones con algunos conceptos, principios y leyes de la ciencia.		2	2	2				2			2	2	2						2			2	
		Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de su investigación.		2		2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	0	2	2
	3	Identifica las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas.		3		3	3														3		3	3	
		Establece hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.		3			3					3											3		
		Define las variables que dan lugar a las investigaciones científicas.		3			3																		
		Utiliza herramientas tecnológicas (TICs), equipos y técnicas apropiadas para reunir, analizar e interpretar datos.		3									3										3		
		Formula explicaciones científicas y modelos de forma lógica, sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.					3						3												
		Comunica de forma ordenada y lógica, apoyado en argumentos científicos, los procedimientos, resultados y explicaciones de su investigación.																							
				16	11	12	16	11	10	9	15	12	12	10	8	9	9	10	10	12	7	13	13		

Nota: Registro de datos obtenidos para el nivel de desempeño de la habilidad de Indagación durante la implementación de la metodología ABPy. Fuente: Creación propia

Tabla 12

Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información durante la metodología ABPy.

HAB	N	DESCRIPCIÓN CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
DOCUMENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	1	Supone el problema de investigación y registra información muy general que requiere para solucionarlo.							1					1			1			1		1	
		Reconoce y explora hasta dos fuentes digitales de búsqueda de información adecuadas.								1						1		1					
		Registra la información encontrada y establece alguna relación con el problema de investigación y en algunos casos falta manejo en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.												1	1	1	1	1		1			1
		Emplea toda la información de forma muy general para comunicar el conocimiento adquirido.							1	1	1					1	1	1	1		1	1	
	2	Identifica el problema de investigación y lista parcialmente la información necesaria para resolverlo.	2	2	2	2	2	2			2		2	2		2	2		2	2		2	
		Identifica y utiliza más de dos fuentes digitales de búsqueda para obtener la información relacionada con el problema de investigación.			2		2	2			2	2	2	2	2		2		2	2	2	2	2
		Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.	2	2	2		2	2	2			2						2		2	2		
		Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.	2	2	2	2					2	2	2	2					2			2	2
	3	Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema.											3										
		Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.	3	3			3																
Sistematiza la información y su relación con el problema de investigación, evidenciando conocimiento en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información.						3					3											3	
		Sintetiza la información y la utiliza adecuadamente para comunicar en forma efectiva el conocimiento adquirido.																					

Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Documentación y organización de la información, durante la implementación de la metodología ABPy.

Tabla 13.

Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico durante la implementación del ABPy.

HAB	N	DESCRIPCIÓN CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
USO COMPRESIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	1	Realiza descripciones de características y toma de datos necesarios para resolver preguntas de investigación.			1							1		1		1								
		Nombra algunos de los conceptos y teorías de ciencias necesarios para resolver problemas o preguntas de investigación.			1								1	1	1		1							
		Realiza algunas explicaciones conceptuales sencillas relacionadas con el objeto de estudio, al finalizar la indagación y la documentación y organización de la información.														1	1					1		
	2	Describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación.	2			2	2			2		2		2		2		2	2		2		2	
		Expresa y define los conceptos y teorías específicas de ciencias relacionados para resolver el problema o pregunta de investigación.	2			2	2			2		2				2		2	2		2		2	
		Escribe explicaciones sencillas y coherentes con el objeto de estudio, finalizadas la indagación y la documentación y organización de la información.	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2			2	2	2		2	2	
	3	Registra de manera organizada y pertinente, datos, características y propiedades de fenómenos observados y los relaciona con la pregunta de investigación.		3					3		3										3		3	
		Demuestra la comprensión necesaria para utilizar los conceptos, leyes y teorías de ciencias en situaciones distintas en las que se aprendieron y en la resolución de problemas o preguntas de investigación.		3					3		3										3		3	
		Construye argumentos conceptuales sólidos, que dan explicación lógica al objeto de estudio, una vez hecha la indagación y la documentación y organización de la información.																						
			6	8	4	6	6	6	6	8	6	4	5	4	5	3	6	6	8	5	8	6		

Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Uso comprensivo del conocimiento científico, durante la implementación de la metodología ABPy.

En la tabla 11, se observa el resultado obtenido para identificar el desarrollo de la Indagación, en la tabla 12, da cuenta del desarrollo de la documentación y organización de la información alrededor de un problema y en la tabla 13, del Uso comprensivo del conocimiento científico, por cada estudiante. Estas valoraciones fluctúan dentro de los niveles de la misma competencia, es decir, un estudiante que demostró acciones que describen la indagación en nivel 1, y otra de nivel 2 y otra de nivel 3, como el caso de los estudiantes con código 3 y 17 (tabla 11), para ellos la clasificación se hará, según si tienen la mayor cantidad de acciones que corresponden a un nivel, por defecto, en la escala de valores, al nivel anterior de esta habilidad. Los demás desarrollan las acciones entre nivel 1 y 2, o 2 y 3, que es una evidencia del grado de progreso de dichas habilidades, podría decirse que es un progreso inherente dentro del desarrollo de la competencia, es decir que no todas las acciones evolucionan al mismo tiempo, sino que este puede ser un proceso gradual.

Sin embargo, a modo general, se ve un progreso significativo en el nivel de desarrollo de la habilidad de documentación y organización de la información (tabla 12), de la misma manera sucede con la habilidad de uso comprensivo del conocimiento científico (Tabla 13), puesto que las valoraciones se ubican con más frecuencia en el nivel 3.

Los resultados anteriores, permitieron evidenciar la relación generada durante el proceso de elaboración de proyectos de investigación escolar y las habilidades que pusieron en práctica los estudiantes, al momento de establecer preguntas sobre una situación que se interesaron por resolver, al formular hipótesis y buscar la información que los condujera a la solución y a la explicación de los fenómenos observados, haciendo uso de las herramientas tecnológicas y motores de búsqueda de carácter científico en la construcción de su propia investigación.

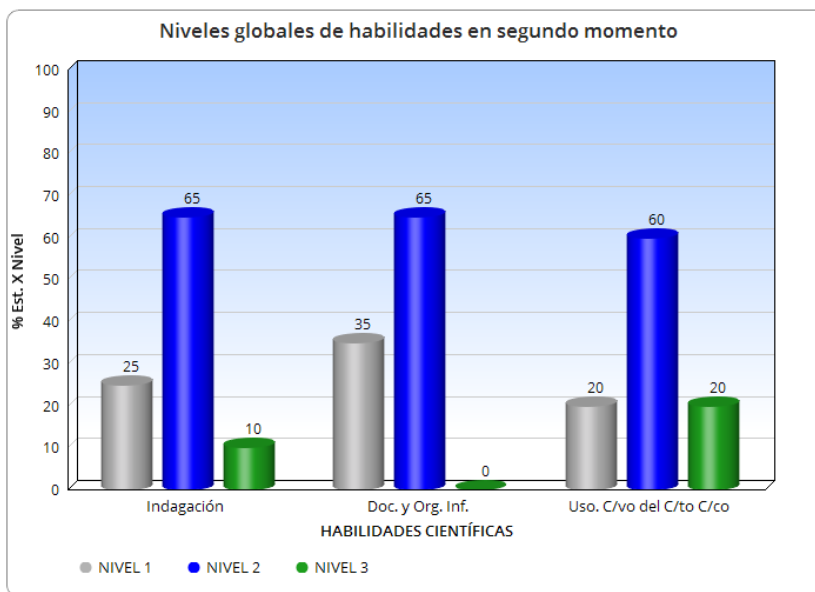
Tabla 14.

Porcentaje de estudiantes por nivel de habilidades en segunda aplicación durante la implementación de la estrategia de ABPy.

	NIVEL	VALOR	No. ESTUD.	%
INDAGA.	1	4 a 9	5	25%
	2	10 A 15	13	65%
	3	16 A 18	2	10%
DOCUM.	1	3 a 6	7	35%
	2	7 a 10	13	65%
	3	11 a 12	0	0%
USO	1	2 a 4	4	20%
	2	5 a 7	12	60%
	3	8 a 9	4	20%

Figura 6.

Niveles globales de habilidades en segundo momento



Nota: Porcentaje de estudiantes en relación a los niveles de cada habilidad, obtenidos durante la implementación del ABPy. Fuente: creación propia.

Como muestra la figura 5, el 65 % de los estudiantes han alcanzado un nivel 2 en el desarrollo de las habilidades de indagación y de la documentación y organización de la

información, aunque aún permanecen algunas acciones que describen el desarrollo de estas habilidades, en el nivel 1. En esta fase de la investigación, predominan las actividades que describen la habilidad para el nivel 2, sólo, en promedio, el 15 de los estudiantes muestran un nivel 3, de desarrollo para el las habilidades, tanto en la indagación, como en el uso comprensivo del conocimiento científico.

En general, se observa un progreso del 75% de los estudiantes, en cuanto al paso de un nivel de desarrollo menor a uno mayor, hay un promedio de 25% de estudiantes, que siguen se mantienen en el nivel desarrollo de las habilidades científicas descritas para el nivel 1. En este punto, se realizó la retroalimentación con los estudiantes acerca del trabajo consciente y autónomo y de los criterios de elaboración de los proyectos de investigación escolar.

1.8.3. Del momento 3

En este momento se finalizó la implementación de la estrategia de aula de ABPy, por lo tanto, como resultado se tienen los proyectos de investigación escolar, escritos con todos los parámetros que rigen la elaboración de proyectos. Estos trabajos, son valorados con una matriz de valoración (ver anexo B), que muestra una escala cualitativa obtenida por cada grupo de trabajo, según haya cumplido con los criterios para cada componente del proyecto. Y como parte de la evaluación, los estudiantes comunican sus hallazgos y conocimientos frente a algunos actores de la comunidad educativa, de esto el resultado es un archivo de video (Anexo G).

En cuanto al trabajo escrito, se registra como resultado, el formato de síntesis de investigación, diligenciado por cada grupo de estudiantes, fundamentado en su proyecto de investigación escolar, el cual una vez aprobado queda en los archivos del colegio y como insumos para futuras investigaciones. (Anexo H).

Se registraron los datos en cuanto a nivel de desarrollo de las habilidades científicas, con la aplicación final del instrumento de medición, en tanto se cumplió con el diseño metodológico para la estrategia de aula de ABPy.

Los registros obtenidos, se analizan por habilidad, de forma global, y, los comparativos por habilidad, se muestran así: en la tabla 15 corresponde los datos que corresponden al desarrollo de la Indagación, la tabla 16, refleja el desarrollo de la Documentación y organización de la información y, la tabla 17 muestra los resultados del desarrollo del Uso comprensivo del conocimiento científico.

A nivel disciplinar y en lo relacionado con la energía química, los estudiantes propusieron modelos experimentales basados en la transformación de la energía química en energía eléctrica, con el diseño experimental de celdas electroquímicas, evidenciando los conceptos de oxidación-reducción, potencial eléctrico, velocidad de transferencia de carga, celdas galvánicas, celdas electroquímicas y baterías. (Anexo

Tabla 15.

Nivel de desempeño de la habilidad de indagación al finalizar la implementación del ABPy

HAB	N	DESCRIPCIÓN	CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
INDAGACIÓN	1	Hace preguntas sobre objetos, organismos y eventos del entorno.																						
		Plantea hipótesis de eventos o fenómenos relacionando algunos conceptos de ciencia.																						
		Refiere una de las variables involucradas en investigaciones científicas.																						
		Emplea equipo, herramientas y procedimientos simples para reunir y registrar datos.																						
		Utiliza los datos para construir una explicación razonable a partir de los datos obtenidos.																						
		Comunica los resultados de investigaciones realizadas y las explicaciones.																						
	2	Identifica preguntas que se pueden responder mediante investigaciones científicas.		2	2	2				2					2	2				2		2		
		Propone hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.								2										2				
		Expresa dos o más variables que pueden dar lugar a investigaciones científicas.		2	2					2					2						2			
		Emplea algunas herramientas y procedimientos apropiados para reunir, registrar y analizar datos.																						
		Desarrolla descripciones, y explicaciones, estableciendo relaciones entre resultados y conclusiones con algunos conceptos, principios y leyes de la ciencia.				2	2	2			2					2		2						2
		Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de su investigación.							2		2					2	2	2	2					2
	3	Identifica las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas.	3						3	3			3	3	3			3	3	3		3		3
		Establece hipótesis de eventos o fenómenos consistentes con conceptos científicos.	3	3	3	3	3	3				3	3	3	3	3	3	3	3			3	3	3
		Define las variables que dan lugar a las investigaciones científicas.	3				3	3	3			3	3	3		3	3	3	3	3		3	3	3
		Utiliza herramientas tecnológicas (TICs), equipos y técnicas apropiadas para reunir, analizar e interpretar datos.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Formula explicaciones científicas y modelos de forma lógica, sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.	3	3						3			3	3	3	3		3		3	3	3	3	3
		Comunica de forma ordenada y lógica, apoyado en argumentos científicos, los procedimientos, resultados y explicaciones de su investigación.	3	3	3	3				3			3	3	3	3					3	3	3	3
			18	16	15	16	16	18	13	18	18	18	18	16	15	17	16	17	16	17	17	18	16	

Nota: Registro de datos obtenidos para el nivel de desempeño de la habilidad de Indagación al finalizar la implementación de la metodología ABPy. Fuente: Creación propia

Tabla 16

Nivel de desempeño de la habilidad de Documentación y organización de la información al final de la metodología ABPy.

HAB	N	DESCRIPCIÓN	CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
DOCUMENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	1	Supone el problema de investigación y registra información muy general que requiere para solucionarlo. Reconoce y explora hasta dos fuentes digitales de búsqueda de información adecuadas.																							
		Registra la información encontrada y establece alguna relación con el problema de investigación y en algunos casos falta manejo en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Emplea toda la información de forma muy general para comunicar el conocimiento adquirido.																							
		Identifica el problema de investigación y lista parcialmente la información necesaria para resolverlo. Identifica y utiliza más de dos fuentes digitales de búsqueda para obtener la información relacionada con el problema de investigación.		2		2		2			2					2						2			
	2	Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.											2	2		2	2							2	
		Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema. Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.				2	2	2	2	2				2		2	2	2	2	2	2	2	2		2
		Sistematiza la información y su relación con el problema de investigación, evidenciando conocimiento en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Sintetiza la información y la utiliza adecuadamente para comunicar en forma efectiva el conocimiento adquirido.		3		3	3		3		3	3	3	3		3	3		3	3		3	3		3
	3	Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.		3	3	3	3	3	3		3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Registra y relaciona la información pertinente al problema de investigación y aplica en la mayoría de los casos, las normas en los temas éticos y legales involucrados en el acceso y uso de información. Resume parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido.		3	3	3	3	3	3	3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3	3
		Evalúa y define con exactitud, la información específica necesaria para resolver el problema. Utiliza adecuadamente las tecnologías digitales (TIC), motores de búsqueda, redes, bibliotecas u otras fuentes, para acceder a la información pertinente para resolver las preguntas de investigación.		3	3						3		3											3	
					12	11	11	11	10	11	9	12	9	11	11	9	10	10	8	11	11	10	12	11	

Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Documentación y organización de la información, al finalizar la implementación de la metodología ABPy.

Tabla 17.

Nivel de desempeño de la habilidad de Uso comprensivo del conocimiento científico al finalizar la estrategia del ABPy.

HAB	N	DESCRIPCIÓN	CÓD. ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	1	Realiza descripciones de características y toma de datos necesarios para resolver preguntas de investigación.																						
		Nombra algunos de los conceptos y teorías de ciencias necesarios para resolver problemas o preguntas de investigación.																						
		Realiza algunas explicaciones conceptuales sencillas relacionadas con el objeto de estudio, al finalizar la indagación y la documentación y																						
2	2	Describe datos y características específicas implicadas en las variables que forman parte de la pregunta de investigación.			2										2									
		Expresa y define los conceptos y teorías específicas de ciencias relacionados para resolver el problema o pregunta de investigación.													2	2								
		Escribe explicaciones sencillas y coherentes con el objeto de estudio, finalizadas la indagación y la documentación y organización de la		2	2	2				2	2			2	2	2						2		2
3	3	Registra de manera organizada y pertinente, datos, características y propiedades de fenómenos observados y los relaciona con la pregunta de		3	3		3	3	3	3	3	3	3	3		3		3	3	3	3	3	3	
		Demuestra la comprensión necesaria para utilizar los conceptos, leyes y teorías de ciencias en situaciones distintas en las que se aprendieron y en la resolución de problemas o preguntas de investigación.		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			3		3	3	3	3	3	3	3
		Construye argumentos conceptuales sólidos, que dan explicación lógica al objeto de estudio, una vez hecha la indagación y la documentación y organización de la información.		3				3	3				3	3					3	3	3			3
				9	8	7	8	9	9	8	8	9	9	7	6	8	0	9	9	9	8	9	8	

Nota: Registro de datos para valoración de desempeños en Uso comprensivo del conocimiento científico, durante la implementación de la metodología ABPy.

En cuanto a la habilidad de indagación tabla 15, los niveles de desarrollo de las habilidades, oscila entre el nivel 2 y el nivel 3, pero aumentó el número de estudiantes que desarrollan en su totalidad todas las acciones que describen el nivel de desarrollo de esta habilidad. En este sentido, los estudiantes muestran dificultad para identificar preguntas que pueden ser respondidas mediante investigaciones científicas.

De la habilidad en la documentación y organización de la información tabla 16, predomina la acción de resumir parte de la información, utilizándola consecuentemente para comunicar el aprendizaje adquirido, pero aún les falta para poder llegar establecer síntesis, que conlleva niveles de pensamiento un poco más complejo para su realización, utiliza la información para comunicar lo que sabe. Sin embargo, también se evidenció un significativo avance del nivel 2 al nivel 3.

Por último, de uso comprensivo del conocimiento científico tabla 17, se observa que los estudiantes describieron las acciones del nivel 3, capacidad para registrar de manera organizada y pertinente, para relacionarla con la pregunta de investigación, comprenden las distintas situaciones planteadas y usan su conocimiento para dar solución a un problema planteado, sin embargo, hay algunos estudiantes que aún describen acciones en el nivel 2 de esta competencia.

En general, el nivel 1 en cada una de ellas, fue superado, así mismo, se observa el aumento de estudiantes que registran las acciones que describen el nivel 3, sin embargo, se mantienen en este intervalo entre los niveles de una misma habilidad.

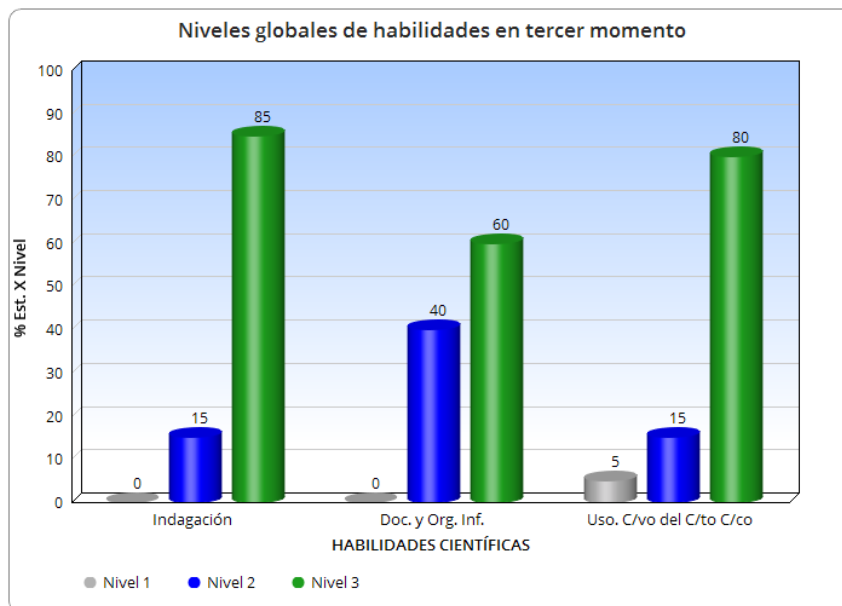
Tabla 18.

Porcentaje globalizado de habilidades en tercer momento, al finalizar la implementación de la estrategia de ABPy.

	NIVEL	VALOR	No. ESTUD.	%
INDAGA.	1	4 a 9	0	0%
	2	10 A 15	3	15%
	3	16 A 18	17	85%
DOCUM.	1	3 a 6	0	0%
	2	7 a 10	8	40%
	3	11 a 12	12	60%
USO	1	2 a 4	1	5%
	2	5 a 7	3	15%
	3	8 a 9	16	80%

Figura 7

Niveles globales de habilidades en el tercer momento



Nota: Porcentaje de estudiantes en relación a los niveles de cada habilidad, obtenidos posterior a la implementación del ABPy. Fuente: creación propia.

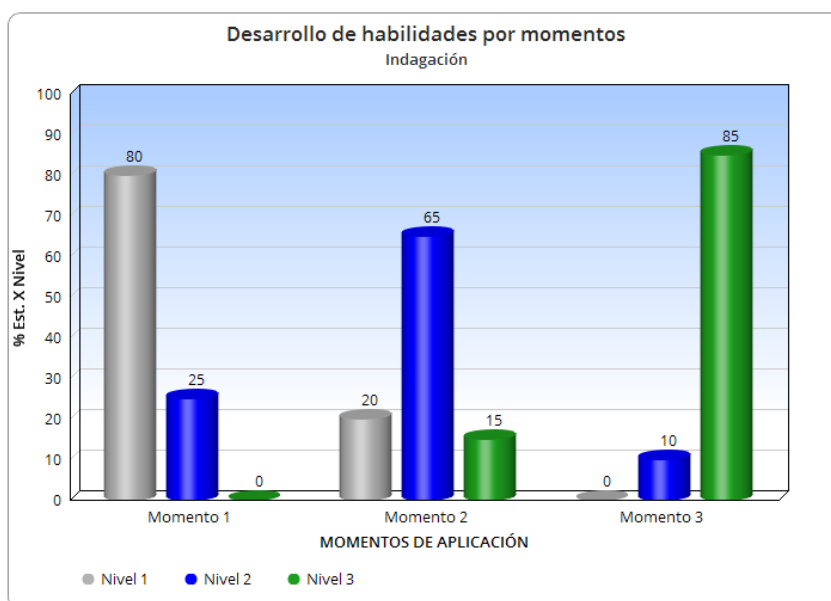
En la figura 6 y en la tabla 18, se muestra, la disminución en el número de estudiantes que describieron acciones para el nivel 2 en general, solo un 5% registraron nivel 1 en la habilidad del uso comprensivo del conocimiento científico, en tanto un 15% se ubican en el nivel 2 del desarrollo de la habilidad y el restante en el nivel 3.

El 15 % de los estudiantes describe un grado de desarrollo en nivel 1, para la documentación y organización de la información, el 40% está en nivel 2, y el 15 % describieron actividades correspondientes al nivel 3 de esta habilidad.

En cuanto a la indagación, el 15% demostró el nivel 2 para el desarrollo de esta habilidad, ninguno en el nivel 1, el 85% ya han desarrollado esta habilidad, alcanzado el nivel 3.

A continuación, se analizan de forma independiente, las habilidades y su desarrollo en los diferentes momentos de aplicación, estos se muestran en la figura 7.

Figura 8. Desarrollo de habilidades por momento. Indagación

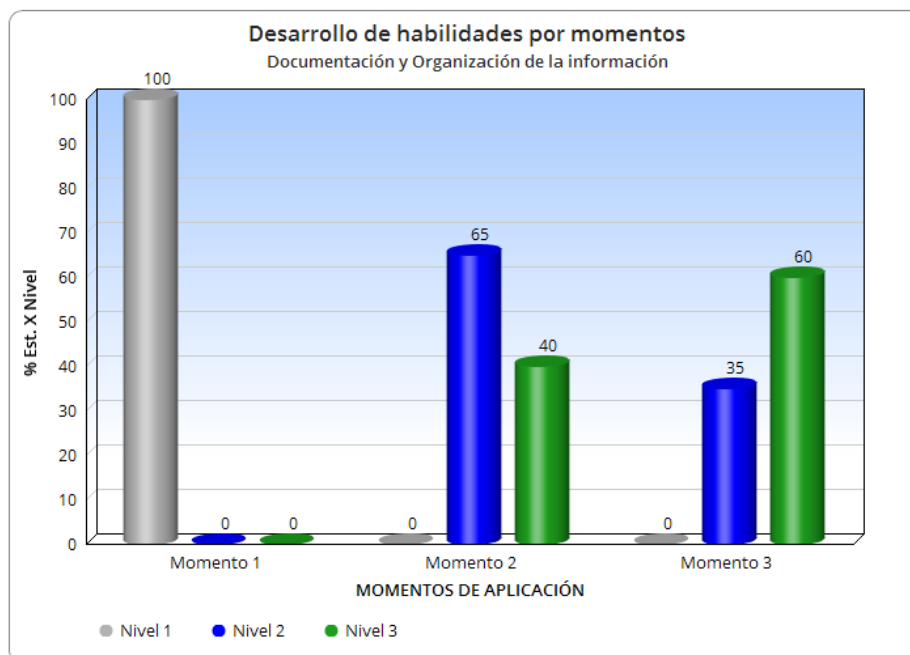


Nota: Compara el porcentaje de estudiantes que alcanzan los diferentes niveles en Indagación en cada uno de los momentos de aplicación del instrumento y el ABPy.

La figura 7 da cuenta del progreso en el nivel de desarrollo de habilidades, en este caso de la indagación y cómo a medida que se avanza en el la elaboración de proyectos de investigación escolar, también aumenta el número de estudiantes que realizan las acciones que demuestran mejores niveles de desarrollo de esta habilidad, pasan de un 0% a un 85% del desarrollo de la habilidad en el nivel 3. Además, que es secuencial, pues del primer al segundo momento, la que aumenta significativamente es el nivel 2, pasan de un 25% a un 65%, mientras que el nivel 1 disminuye, pasa de un 80% inicial a un 65%, para terminar en un 0%.

Figura 9.

Desarrollo de habilidades por momento. Documentación y organización de la información

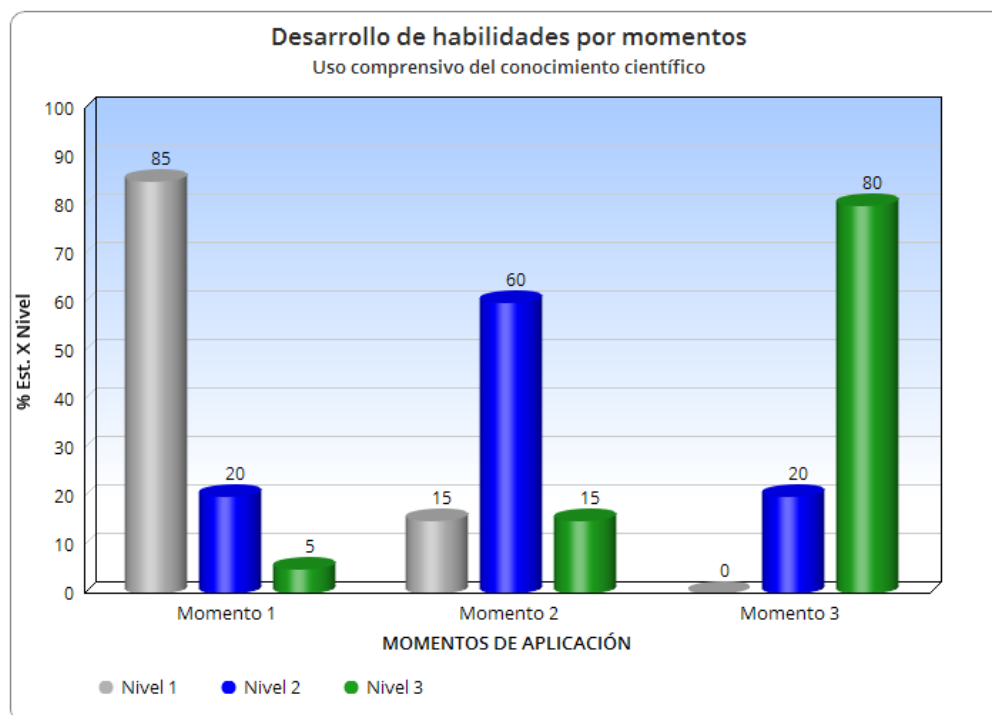


Nota: Compara el porcentaje de estudiantes que alcanzan los diferentes niveles en Documentación y organización de la información, en cada uno de los momentos de aplicación.

En la gráfica de la figura 8, se demuestra el progreso en el nivel de desarrollo de la habilidad documentación y organización de la información, dado que registra el 100% de estudiantes en nivel 1 en el primer momento, el desarrollo de esta habilidad aumenta a nivel 2 con un 65% de estudiante que describen las acciones para este nivel, en el segundo momento y en el tercer momento, vuelve a disminuir el porcentaje de estudiantes que desarrollaron esta habilidad en nivel pero aumenta el número de esta habilidad a los estudiantes en un nivel 3, pasan del 40 en un segundo momento al 60% en el tercer momento.

Figura 10.

Desarrollo de habilidades por momento. Uso comprensivo del conocimiento científico



Nota: Compara el porcentaje de estudiantes que alcanzan los diferentes niveles en Uso comprensivo del conocimiento científico, en cada uno de los momentos de aplicación

Para esta habilidad, uso comprensivo del conocimiento científico, de acuerdo con la gráfica de la figura 9, se observa el progreso del nivel de desarrollo por cada momento, pasa de un 85% de estudiantes en nivel 1, el 20% en el nivel 2 y 0% en el nivel 3, en el primer momento, de la misma manera se observa el aumento de estudiantes que desarrollan esta habilidad hasta lograr el nivel 3 en el tercer momento con un 5% de los estudiantes y finaliza en un 80 % de ellos, comenzado con un 85% hasta llegar a 0%, en la aplicación final. Y, por el contrario, el nivel 3, al que se considera el que debe cumplirse para demostrar la habilidad. En la medida que el estudiante desarrolla la habilidad, se puede apreciar el paso del nivel 1 al 2, y así, hasta alcanzar el nivel 3.

Los proyectos de investigación escolar producto de la implementación del ABPy, se muestran en el Resumen Analítico de proyectos (Anexo H, I, J, K). Como un resultado de la divulgación de estos proyectos, se hace referencia la participación en programas de investigación del municipio de Cajicá.

Conclusiones

En cuanto a las habilidades científicas, en esta investigación, se resalta la importancia de definir la habilidad a partir de las acciones que conducen a su desarrollo y de caracterizarlas de acuerdo a estas y establecer que se pueden desarrollar en distintos niveles, que, desde luego en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, conducen al trabajo científico, la indagación, la documentación y organización de la información y el uso del conocimiento científico. Al definir las acciones específicas que deben cumplir los estudiantes, se posibilita al estudiante para lograr mejores niveles en lo que hace y esto conduce al desarrollo de la habilidad.

Al establecer acciones concretas frente a las habilidades que deben tener los estudiantes de ciencias, es más sencilla la tarea de diseñar las estrategias para el trabajo de aula, pues de esta manera se trabaja en función de la acción concreta y no del concepto ambiguo que puede, en ocasiones, llegar a presentarse en los propósitos de la educación, como sucede con la formación por competencias. Así, al implementar una estrategia didáctica como el Aprendizaje Basado en Proyectos, se cumplen acciones específicas, encaminadas no solo al aprendizaje de las ciencias, sino también al desarrollo de las habilidades que describen dichas acciones.

El desarrollo de las habilidades científicas, caracterizadas en esta investigación, fueron evidenciadas en los estudiantes, en la medida en que se implementó como estrategia de aula una metodología activa como el ABPy, puesto que las acciones derivadas del proceso de elaboración de un proyecto de su interés, lo hicieron ir en mejora de los procesos, y que a medida que trabajaba en ellos se desarrollaban, es así que se evidencia en los resultados aquí descritos, después del diagnóstico con el instrumento que pretendió

acercar al estudiante al trabajo científico, y pasar de no saber cómo actuar frente a las situaciones propuestas o actuar con inseguridad, a evidenciar niveles de desarrollo de habilidades del 80%, convierte la estrategia didáctica del ABPy diseñada, en un escenario adecuado para el desarrollo de las habilidades científicas.

Permitir a los estudiantes que desarrollen proyectos de su interés, en el caso de los jóvenes de la I.E.D. Pompilio Martínez de Cajicá, el trabajo en la búsqueda de fuentes alternativas de energía que pueda ser transformada en electricidad o utilizada como combustible, orientarlos en el proceso y favorecer las condiciones para que puedan implementarlos y que puedan aplicar ese conocimiento en su cotidianidad, acrecienta en ellos la motivación por el aprendizaje, aunque no es tema de esta investigación, también es importante tener en el aula estudiantes que quieran aprender, pero, sobre todo, que quieran aprender ciencia y hacer ciencia. Esto, es sin duda, un hallazgo secundario dentro de este proceso investigativo.

Los instrumentos diseñados para registro y valoración de resultados, quedan propuestos como una herramienta de aplicación dentro de la estrategia del ABPy, dado que, cada acción realizada por los estudiantes, al ser evaluada por niveles, el proceso clasificatorio, permite encaminar esta medición más al verdadero quehacer del estudiante y desde esta perspectiva, entre mejor se desempeñe en una situación, más aprendizaje logra sobre dicha situación. Es por esto que los instrumentos utilizados en toda estrategia didáctica, deben ser tan rigurosos para que realmente evidencien el aprendizaje que se quiere lograr.

Al final, los estudiantes lograron evidenciar el desarrollo de la indagación, la documentación y organización de la información alrededor de un problema y el uso comprensivo del conocimiento científico, además de otras como el trabajo en equipo, sin

embargo es importante mencionar que no todos lograron cumplir con las diferentes descripciones hechas para cada habilidad, pero algunos muestran más afinidad hacia cierto tipo de acciones en este proceso, y en términos no tan rigurosos, no se puede dominar el 100% de las acciones requeridas para las tres habilidades caracterizadas.

En cuanto al aspecto disciplinar, lo relacionado con la energía química, sus fuentes y transformaciones, así mismo los conceptos involucrados en la electroquímica, se mejora el nivel de interés cuando la enseñanza de estos se hace a través de proyectos que permiten evidenciar las actitudes científicas, descritas en los distintos niveles de desarrollo planteados en esta investigación, se confirma que, mediante la elaboración de proyectos de interés a nivel escolar, los estudiantes pueden identificar situaciones y resolverlas, utilizando lo que saben y accediendo a nuevas fuentes de información para lograrlo y al final lograr un nuevo conocimiento sobre estos temas.

Finalmente, la implementación del ABPy, como estrategia de aula, también permitió el trabajo colaborativo con docentes de otras disciplinas como lengua castellana y tecnología, y entre los mismos estudiantes, dado que, se superaron dificultades de salud presentadas por alguno de los estudiantes de los grupos, siendo ellos mismos quienes orientaban y actualizaban al compañero con incapacidad médica, para, al final, obtener logros en equipos de trabajo, subsanado las ausencias de algunos.

Este trabajo investigativo acerca del desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de educación media, aunque deja importantes hallazgos, no debe limitarse a un número arbitrario de estas habilidades, como alternativa para ser abordado desde otras perspectivas con la integración de otros saberes. En otras palabras, la investigación en las demás habilidades debe continuar.

Referencias

- Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning (2000)*. (EduTEKA, Trad.) Washington, DC: The National Academies Press. Recuperado el 2020, de <https://doi.org/10.17226/9596>
- Ayala, L. V. (2017). *Revisión de las energías alternativas aplicadas en colegios y su influencia en la educación ambiental Colombiana*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
doi:<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16415/GuerreroAyalaLadyVanessa2017.pdf?sequence=3>
- Blank, W. (1997). Promising practices for connecting high school to the real world. En *Authentic instruction* (págs. 5–21). Tampa, FL: Blank & S. Harwell.
- Bogoya, D., & torrado, M. C. (Mayo de 2000). Educar para el desarrollo de las competencias: Una propuesta para reflexionar. *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia.
- Buck, L. B. (2008). Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(4), 52-56.
- Carriazo, J. y. (Mayo de 2004). La didáctica de la química: una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis TED*(15), 73 - 84. doi:10.17227/ted.num15-5563
- Castrillón, E. P. (Julio de 2007). *Formación por competencias: una decisión para tomar dentro de posturas encontradas*. Obtenido de Repositorio Fundación Uniersitaria Católica del Norte: <http://www.ucn.edu.co>
- Castro, J. É., & Torres, A. P. (2014). La educación energética, una prioridad para el milenio. *Revista científica*, 21, 111-120.
doi:10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a11

- Charria Ortíz, V. H., Uribe Rodríguez, A. F., & López Lesmes, C. N. (Julio-Diciembre de 2011). Definición y clasificación teórica de las competencias académicas, profesionales y laborales. Las competencias del psicólogo en Colombia. *Revista de psicología de la Universidad del Norte*(28), 133-165. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/view/3308/9228>
- Ciro Aristizabal, C. (2012). Recuperado el Octubre de 2019
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Coronado Borja, M. E., & Arteta Vargas, J. (Julio - Diciembre de 2015). <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/view/5797/7996>. doi:ISSN 2145-9444
- Curtis, D. (Septiembre de 2002). The Power of Projects. *Educational Leadership*, 60(1), 50-53. Obtenido de <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/sept02/vol60/num01/The-Power-of-Projects.aspx>
- Daza Pérez, E. P., & Moreno Cárdenas, J. A. (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio. Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 549-568.
- De la Parra Jara, N. (2012). *La incorporación de las TICS en forma transversal al currículo y la utilización de estas para organizar nuevas modalidades de enseñanza*. Recuperado el mayo de 2020, de <http://hdl.handle.net/11201/2547>
- Dipp, A. J. (Octubre de 2013). *Competencias investigativas: una mirada a la educación superior* (Primera ed.). México: Redie A.C. doi:ISBN: 978-607-9063-17-7
- Domènech-Casal, J. (2018). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 191-213. doi:10.5565/rev/ensciencias.2462

- EDUTEKA. (2002). La Enseñanza de la Competencia en el Manejo de la Información (CMI) Mediante el Modelo Big6. *EDUTEKA*. Obtenido de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/AplicaBig6>
- Espejo, R., & Sarmiento, R. (2017). *Repositorio de la Universidad Central de Chile*. Obtenido de Repositorio de la universidad Central de Chile: http://www.ucentral.cl/prontus_ucentral2012/site/artic/20170830/asocfile/20170830100642/manual_metodologias.pdf
- Fayolle, A., & Verzat, C. (2009). Pedagogías activas y emprendimiento: ¿qué lugar en nuestra enseñanza? *Entrepreneurship Review*, 8(2), 1-15. Obtenido de <https://doi.org/10.3917/entre.082.0002>
- Ferrer, C., & Algas, P. (2007). Valoramos el trabajo cooperativo. *Aula de innovación educativa*(166), 71-75. Obtenido de <https://convivencia.files.wordpress.com/2014/11/proyectos1.pdf>
- Flecha, R. (2009). Change, inclusion and quality in learning communities. *Cultura y educación*, 2(21), 157 - 169. doi:10.1174/113564009788345835
- Flórez, A. D., Daza, J. G., & Martínez, L. P. (2018). *Fortalecimiento de la competencia científica uso comprensivo del conocimiento científico en la enseñanza y el aprendizaje del concepto máquinas simples por medio de los textos descriptivos*. Barranquilla: Universidad del norte. Maestría en educación.
- Foro Nuclear. (Sin Fecha). *Foro de la Industria Nuclear Española*. Obtenido de Foro de la Industria Nuclear Española: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/>
- Fundación ENDESA. (s.f.). *fundacionendesa.org/es*, Educa Digital. Obtenido de [fundacionendesa.org/es: https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-que-es-la-energia](https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-que-es-la-energia)
- Galeana, L. (2007). *APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS*. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Siglo 21 : <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/12835>

- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación uímica, 21*(2), 106-110. doi:ISSN 0187-893-X
- Gialdino, I. V. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa* (Vol. 1). Barcelona: Gedisa S.A.
- González Arias, A. (10 de 3 de 2006). El concepto de "energía" en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación, 38*(2), 1-7.
doi:<https://doi.org/10.35362/rie3822660>
- González Sánchez, J. J., Acero Rodríguez, D. C., & Bernal Sarmiento, F. J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos como base para desarrollar la indagación y transformar la práctica pedagógica en la enseñanza de las Ciencias Sociales. *RedPensar, 6*(2), 1 - 10. doi:<https://doi.org/10.31906/redpensar.v6i2.141>
- González Weil, C. M. (2009). LA EDUCACION CIENTIFICA COMO APOYO A LA MOVILIDAD SOCIAL: DESAFIOS EN TORNO AL ROL DEL PROFESOR SECUNDARIO EN LA IMPLEMENTACION DE LA INDAGACION CIENTIFICA COMO ENFOQUE PEDAGOGICO. (E. p. (Valdivia), Ed.) *Estudios Pedagógicos (Valdivia), 35*(1), 63-78. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- Hernández, C. A. (2005). *¿Qué son las "Competencias Científicas"?* Obtenido de <http://www.grupofederici.unal.edu.co>:
http://www.acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES_DE_CARRERA/I_REUNION_DE_DIRECTORES_DE_CARRERA/ba37e1_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF
- Hernández, C. J. (1997). <https://gtisd.webs.ull.es>. Obtenido de <https://gtisd.webs.ull.es>:
<https://gtisd.webs.ull.es/metodologias.pdf>

- ICFES. (Noviembre de 2013). *www.icfes.gov.co*. Obtenido de *www.icfes.gov.co*:
<https://www.mineduccion.gov.co>
- Instituto Colombiano para la Educación Superior (ICFES). (2007/2013). *www.icfes.gov.co*.
Obtenido de *www.icfes.gov.co*: <https://www.mineduccion.gov.co>
- Jimenez Montoya, C. I. (17 de Abril de 2013). *La formación por competencias: una estrategia integral en educación o un paradigma de la globalización*. Obtenido de <http://media.utp.edu.co>: <http://media.utp.edu.co/administracion-ambiental/archivos/coloquio-para-la-reforma-curricular-del-programa/2-ponencia-competencias-del-administrador-ambiental.pdf>
- Liso, M. R., & Torres, E. d. (2009). El regreso de la química cotidiana : ¿regresión o innovación? *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: REVISTA DE INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS*, 27(2), 257-272. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132241>
- López Balboa, L. (2001). El desarrollo de las habilidades de investigación en la formación inicial del profesorado de química. *Tesis Doctoral*. (U. d. Rodríguez, Ed.) Cienfuegos, Cuba.
- López García, J. C. (8 de Julio de 2006). ¿QUÉ ES LA COMPETENCIA PARA MANEJAR INFORMACIÓN (CMI)? Recuperado el 23 de Mayo de 2020, de Eduteka: <http://www.eduteka.org/articulos/competencia-manejo-informacion>
- Martin-Hansen, L. M. (17 de Enero de 2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/287494829>
- Meroni, G., Copelloa, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*(26), 275-280. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (Julio de 2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Sociales*. Obtenido de https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf:
https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (Mayo de 2006). *Estándares Básicos de Competencias*.
doi:ISBN 958-691-290-6

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. (22 de Febrero de 2010). *Revolución educativa*. Obtenido de Programas para el desarrollo de competencias:
https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-217596_archivo_pdf_desarrollocompetencias.pdf

Nieto, S. A., & Gumbau, R. M. (2001). UNA APROXIMACIÓN PSICOSOCIAL AL ESTUDIO DE LAS COMPETENCIAS. *Proyecto social. Revista de relaciones laborales*(9), 13 - 24. doi:ISSN 1133-3189

Ospina, G. A. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza. *Studiositas*, 7-16.

P.E.I. (22 de Enero de 2018). *I.E.D. Pompilio Martínez*. Obtenido de
<file:///D:/INFORMACION%20NO%20BORRAR/Downloads/DE-DC-001%20Proyecto%20Educativo%20Institucional.pdf>

Porlán Ariza, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. (U. d. Sevilla, Ed.)
Enseñanza de las ciencias, 36(3), 5-22.
doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>

Portillo-Torres, M. C. (2017). Educación por habilidades: Perspectivas y retos para el sistema educativo. *Revista Educación*, 41(2).
doi:<http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v41i2.21719>

Posso, F. (2002). ENERGÍA Y AMBIENTE: PASADO, PRESENTE Y FUTURO. PARTE DOS: SISTEMA ENERGÉTICO BASADO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS.
Geoenseñanza, 1-2. Obtenido de Redalyc.org.


Raffino, M. E. (11 de Octubre de 2019). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto.de:
<https://concepto.de/energia-quimica/>

Rekalde Rodríguez, I., & García Vílchez, J. (2015). El Aprendizaje Basado en Proyectos: un constante desafío. *Innovación Educativa*, 0(25), 219 -234.
doi:<http://dx.doi.org/10.15304/ie.25.2304>

- Rodríguez, D. M., & Delgado, D. L. (2015). LAS HABILIDADES INVESTIGATIVAS COMO EJE TRANSVERSAL DE LA FORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN. *TENDENCIAS PEDAGÓGICAS*(24), 347 - 360. Obtenido de file:///C:/Users/VICKY/Downloads/Dialnet-LasHabilidadesInvestigativasComoEjeTransversalDeLa-5236977.pdf
- Rodríguez, I. R., & Vílchez, J. G. (2015). EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: UN CONSTANTE DESAFÍO. *Innovación Educativa*(25), 219-234. doi:http://dx.doi.org/10.15304/ie.25.2304
- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. doi:https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020
- Sierra Riaño, N. (2020). El concepto de energía y sus transformaciones como medio de desarrollo de la sociedad. *Repositorio UPN*(1), 5-51. Obtenido de http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12477/El_concepto_de_energia_y_sus_transformaciones_como_medio_de_desarrollo_de_la_sociedad.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Valdés, E. A., Arteaga, L. A., & Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio: Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176. doi:ISSN 2218-3620
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Webber, M. E. (2019). *Recursohabilidad: Una Introducción al Nexus de Energía-Agua*. Obtenido de Recursohabilidad: Una Introducción al Nexus de Energía-Agua: <https://stem.guide/topic/fuentes-de-energia-primaria-y-secundaria/?lang=es>

Anexos

Anexo A. Instrumento de identificación de habilidades científicas

 <p>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Educadora de educadores</i></p>	<p>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA IRMA VICTORIA AGUDELO GIL <i>ivagudelog@upn.edu.co</i></p>
---	---

CUESTIONARIO DE IDENTIFICACIÓN DE HABILIDADES

El presente cuestionario pretende identificar el nivel de desarrollo de las habilidades científicas presentes en estudiantes de Análisis de Muestras químicas de grado décimo de la I.E.D. Pompilio Martínez. Consta de 10 preguntas abiertas que deberá responder de forma individual, haciendo uso de sus saberes, sin acceder a libros o consultas en medios tecnológicos o a otros compañeros.

Para cada una de las situaciones presentadas, usted deberá escribir lo que se le solicita de acuerdo con su actuar en la cotidianidad.

Situación 1: Se tienen en el laboratorio de química 4 tubos de ensayo, sin rotular, con soluciones de diferentes sustancias. Los analistas que realizarán la identificación cuentan con los siguientes reactivos: HCl 6M; H₂O caliente, H₂SO₄ 6M; C₂H₅SN al 8%; NH₄OH; NaOH 2M; CH₃COOH 2M; Na₂HPO₄, H₂O₂ al 3% y tiras de papel indicador universal; los equipos que están a su disposición para el análisis son centrifuga y equipo para filtración y baño maría.

1. Establezca una pregunta general que pueda responderse mediante un diseño experimental para la Situación 1.
2. Indique las variables que debería tener en cuenta para resolver la situación 1.
3. Indique tantas alternativas cuántas usted considere que lo conducen a solucionar la situación 1, incluya en cada caso las dificultades que le impedirían llevarla a cabo.
4. Seleccione un camino de solución que considere más factible y efectivo, escríbalo y argumente el porqué de su selección.

Situación 2: En un proyecto productivo escolar de la I.E.D. Pompilio Martínez se plantea la siguiente pregunta: “¿Cómo se pueden aprovechar los productos obtenidos de la fermentación de la biomasa formada por cáscaras no procesadas de tubérculos y frutas?”. Y su proyecto escolar se titula: “Obtención de hidrógeno a partir de biomasa por medio de celdas electroquímicas”. Para llevar a cabo este proyecto, los estudiantes deben recolectar información relacionada.

En la siguiente tabla se encuentran algunos títulos de investigaciones que tienen a disposición los estudiantes.

No.	Título Investigación	Descripción
1	Producción de hidrogeno a partir de biomasa y su uso en celdas de combustible.	El sector de transporte a enfocado su atención hacia el hidrogeno debido a que su uso como combustible, en celdas con electrolitos sólidos, constituye una opción ambientalmente más sostenible, pero para lograr todo esto se debe superar ciertas barreras tecnológicas.
2	Problemas medioambientales y de salud pública en la limpieza de filtros de cocina.	La limpieza de filtros de campanas extractoras de cocina es un trabajo que actualmente pasa desapercibido por los organismos públicos y en el que no se aplican normativas específicas que regulen a quienes realizan esta actividad.
3	Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores.	Proceso de investigación e innovación tecnología que se desarrolla en el marco del proyecto “La biomasa como fuente renovable de energía para el medio rural” (BIOMAS-CUBA) está relacionado con la producción de biogás y bioabonos a partir de los efluentes de biodigestores, en fincas agro energéticas, donde se producen alimentos y energía, de forma integrada.
4	Propuesta para el diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá.	Propuesta de diseño y guía metodológica para la construcción de biodigestores, para el tratamiento de las excretas generadas por los vacunos y porcinos que son sacrificados en los frigoríficos Guadalupe S.A. y San Martin de Porres Ltda.
5	El reto de transformar la basura en energía.	En 2008 la vereda de “EL Totumo (Antioquia), no contaba con energía eléctrica y allí se instaló la primera planta del país capaz de generar energía a través de la incineración de trozos de madera, que alimentaban una pequeña red eléctrica.
6	Generación de combustibles líquidos a partir de residuos plásticos.	La investigación se concentró en el estudio del proceso de pirolisis del plástico consistente en la descomposición térmica. Este proceso permite la obtención de una mezcla de hidrocarburos denominada petróleo ligero, que luego puede ser utilizado como fuente de energía.
7	Planta de energía POLANIEC	Esta planta entro en operación comercial en noviembre de 2012 y hace principalmente uso de biomasa para su funcionamiento.
8	Biogás, energía alternativa renovable para uso doméstico a partir de residuos orgánicos generados en la finca el mirador-vereda San Isidro.	Consiste en la biodigestion de los residuos orgánicos generados en la finca, mediante un factor denominado biodigestor, de esta forma se contribuyó a la sostenibilidad ambiental de la finca y su entorno rural.

5. Seleccione la o las investigaciones que a su juicio le aportarían a desarrollar productivamente el proyecto de los estudiantes de la situación 2, escriba lo que, desde su criterio, podría aportarle al proyecto.
6. Basado en las investigaciones seleccionadas, establezca un planteamiento, aporte o mejora que los estudiantes del proyecto de la situación 2, podrían tener en cuenta al realizarlo.
7. Especifique qué otro tipo de investigaciones deberían consultar los estudiantes de la situación 2 para llevar a cabo su proyecto.
8. Escriba los conceptos de química necesarios para la resolución de la situación 1 y el proyecto de la situación 2, y explique por qué estos son necesarios.
9. Diseñe un formato sencillo y comprensible que se podría utilizar para que los analistas de la situación 1 y los estudiantes de la situación 2 reporten respectivamente sus resultados.
10. Evalúe y exprese sus dificultades en la realización de este instrumento.

Anexo B. Matriz de evaluación de proyectos de investigación escolar

MATRIZ PARA EVALUAR PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR
ANÁLISIS DE MUESTRAS QUÍMICAS

Escala para asignar puntaje	1. No cumple con el criterio 2. Cumple parcialmente con el criterio, debe ajustar 3. Cumple completamente con el criterio	Escala Global/Desempeño	39 A 53 - BAJO 54 A 66 - BÁSICO 67 A 78 - ALTO 79 A 99 - SUPERIOR
-----------------------------	---	-------------------------	--

	CONCEPTOS	CRITERIOS DE VALORACIÓN	PUNTAJE PARCIAL	PUNTAJE GLOBAL	DESEMPEÑO
CONTENIDO O CUERPO DEL PROYECTO (FASE INVESTIGACIÓN)	TÍTULO	Guarda relación directa con las variables de la investigación y el objetivo general.		0,0	
		Responde a los siguientes interrogantes: ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? Y ¿Con quién?			
		Contiene una extensión mínima posible, es concreto, coherente y pertinente con la especialidad			
	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	Describe una situación, necesidad, insatisfacción, dificultad o requerimiento, en determinado contexto.			
		Especifica causas y cuál es la magnitud de la situación problema que se quiere modificar, analizar o resolver.			
		Evidencia que la información actual relacionada al problema de investigación no es suficiente, siendo necesaria continuar la investigación.			
	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	Motiva a la investigación y contribuye al desarrollo del conocimiento.			
		Es relevante, tiene posibilidad de solución y está delimitada en tiempo y espacio.			
		Está planteada con claridad, guarda relación con el problema de investigación.			
	ESPINA DE PESCADO	Representa el problema central en una espina de pescado identificando causas, efecto, consecuencia/solución.			
		Las causas y efectos planteados describen claramente los aspectos ambientales, sociales y económicos del problema de investigación.			
		La consecuencia/solución conduce al desarrollo del proyecto.			
HIPÓTESIS	Conceptualmente clara y fácilmente comprensible, utiliza términos rigurosos y precisos.				
	Está formulada con base en el marco teórico y explica desde alguna perspectiva el fenómeno estudiado.				
	Responde a la pregunta problema, conduce a la investigación y a un nuevo cuerpo de conocimientos de ser comprobada.				
OBJETIVO GENERAL	Describe el resultado esperado en una construcción lógica que plantea una acción, las condiciones a observar y los indicadores .				
	Es claro, medible y coherente con la pregunta de investigación y el título del proyecto.				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Dan claridad de las acciones a desarrollar para constatar la pregunta de investigación y alcanzar el objetivo general.				
	Son claros, medibles y coherentes con el objetivo general.				
JUSTIFICACIÓN	Presenta con claridad argumentos del por qué es necesario realizar la investigación y los beneficios de realizarla.				
	Fundamenta la importancia y pertinencia de la investigación explicando cómo esta responde a una necesidad.				
	Explica aspectos relacionados con la elección del tema de investigación, como relevancia social, económica, profesiona, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica.				
ANTECEDENTES	Presenta 6 o más trabajos relacionados con el objeto de su investigación.				
	Reseña los estudios afines a la investigación, con fuente, resumen de la información, población, conclusiones y aporte directo.				
	Proyecta los vacíos de los estudios revisados y los conecta con la pregunta central de su investigación.				
		Presenta los constructos teóricos en los que se fundamenta el trabajo a partir de una revisión cuidadosa de investigaciones recientes y de estudios teóricos actuales.			

	MARCO TEÓRICO	Los referentes presentados son coherentes y están articulados con la problemática de investigación y soportan las acciones de solución propuestas. Se evidencian algunas reconstrucciones conceptuales propias a partir de las similitudes y aportes de los autores referenciados.		
	METODOLOGÍA DE LA INV.	Explica cómo, cuándo, por cuánto tiempo, bajo qué condiciones y los procedimientos detallados sobre cómo se espera recolectar los 'datos' requeridos para responder a la pregunta de investigación. Es clara, concreta y específica al proyecto de investigación.		
	DISEÑO EXPERIMENTAL	Detalla claramente los instrumentos, equipos, materiales y sustancias requeridos para responder la pregunta de investigación.		
		Define y especifica las pruebas de análisis químico requeridas para la identificación y caracterización de los resultados esperados, sea este una sustancia en particular, una situación o un producto. Sintetiza y unifica los procedimientos y etapas de los procesos de la investigación en diagramas.		
	RESULTADOS / ANÁLISIS DE RESULTADOS	Describe detalladamente el producto obtenido como solución al problema de investigación e hipótesis inicial. Muestra resultados secuenciales según la metodología aplicada respaldado por datos relevantes al objetivo del proyecto. Deja en evidencia las contribuciones del grupo a la investigación y la adquisición de nuevos conocimientos.		
CONCLUSIONES	Expresa claramente la aceptación o el rechazo de la hipótesis, justificando a partir de los datos obtenidos. Responde de manera objetiva a los objetivos planteados.			
	Evidencia los hallazgos principales y los relaciona con los nuevos conocimientos adquiridos durante el proceso de investigación.			
ESTRUCTURA	REDACCIÓN	Es fluida, clara, concisa y entendible.		0,0
		La gramática y ortografía es correcta. No hay errores.		
		Utiliza lenguaje técnico propio de su especialidad e investigación.		
	ESTILO Y ORGANIZACIÓN	Hay transiciones claras entre capítulos, los sub-apartados y párrafos durante todo el documento.		
		Una tabla de contenidos con una secuencia ordenada y lógica de los temas.		
	FORMATO APA	Se aplica el formato de citación en el texto y la bibliografía correctamente en todo el documento.		
REFERENCIAS	Se citan correctamente las fuentes de información.			
	Presenta tabla de referencias bibliográficas.			

Tomando en cuenta cada uno de los criterios y en general la idea del proyecto, a continuación se señala lo positivo, lo negativo y las recomendaciones generales:

LO POSITIVO:	
LO NEGATIVO:	
Recomendaciones:	

EVALUADOR: _____

Anexo C. Ficha de caracterización del problema de investigación

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. Integrantes

--

Problema central de investigación:

--

Pregunta de investigación:

--

Causas del problema:

Ambiental	Económica	Social

Efectos de las causas:

Ambiental	Económica	Social

Consecuencia/Solución:

--

Anexo D. Ficha de caracterización y tematización de antecedentes

FICHA DE TEMATIZACIÓN Y RESEÑA DE ANTECEDENTES

Título del documento	Tipo de documento			Autor (es)	Resumen analítico-crítico de contenidos
	Artículo	Libro	Otro		
				¿Quién (es) realizaron el trabajo?	Es una redacción que, en el caso de los antecedentes debe responder de manera implícita a preguntas como: ¿Cuándo se realizó? ¿En qué consistió? ¿Cómo se realizó, a qué población se orientó? ¿Qué se obtuvo y/o se concluyó? ¿Qué le aporta a su investigación?

Se abordan básicamente 4 niveles de cobertura:

- Global (Fuentes: artículos de revistas internacionales)
- Nacional (Fuentes: artículos de revistas nacionales)
- Regional (Fuentes: artículos de revistas nacionales y otros documentos como tesis)
- Local y/o institucional (Trabajos de investigación escolar de años anteriores)

Mínimo 1 antecedente por cada nivel, y entre todos, un total de 6 registros de antecedentes como mínimo.

Características de los documentos a revisar:

- Deben ser trabajos resultados de investigación. No sirven reflexiones o revisiones documentales.
- Deben ser publicados con máximo 6 años de obsolescencia (2011 en adelante).

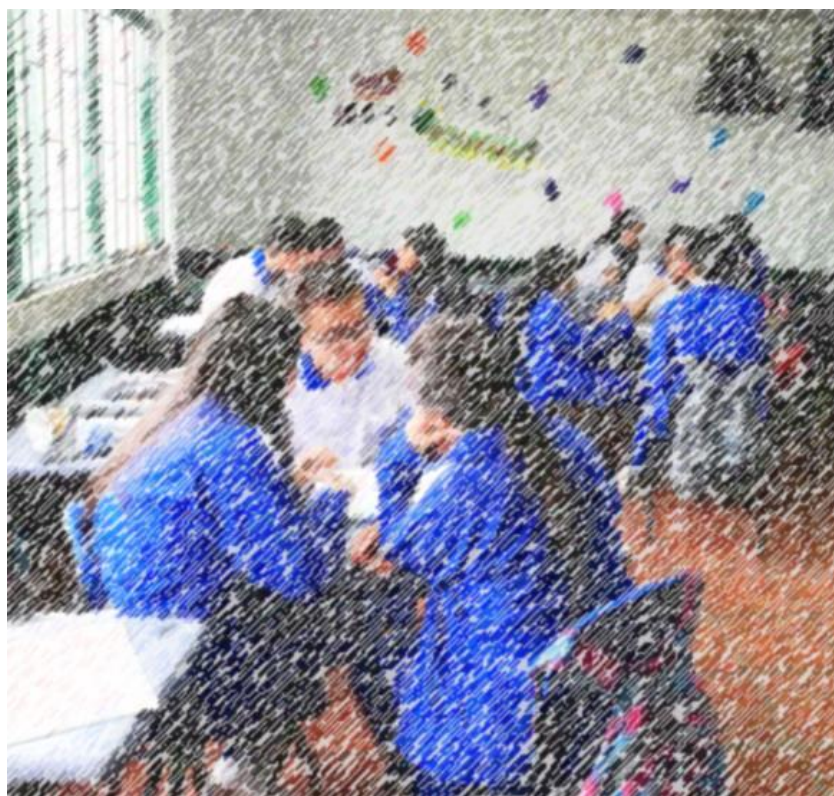
Por cada referente revisado debe redactarse mínimo un párrafo que responda a las preguntas implícitas del resumen crítico.

(Adaptado de: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL / FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA / DEPARTAMENTO DE QUÍMICA/ SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I / MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA - Docente: Victoria Agudelo para Proyectos de Investigación Escolar en la I.E.D. Pompilio Martínez)

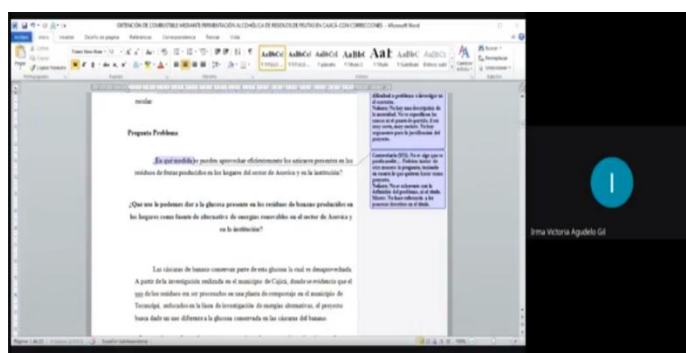
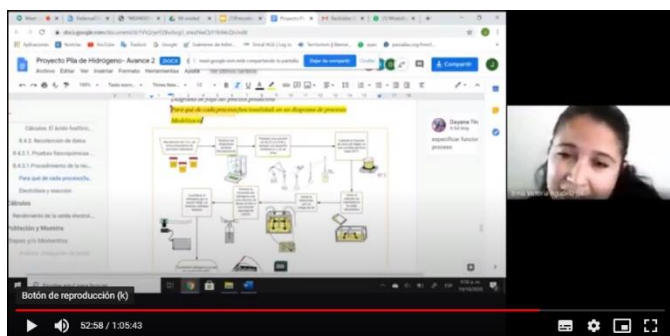
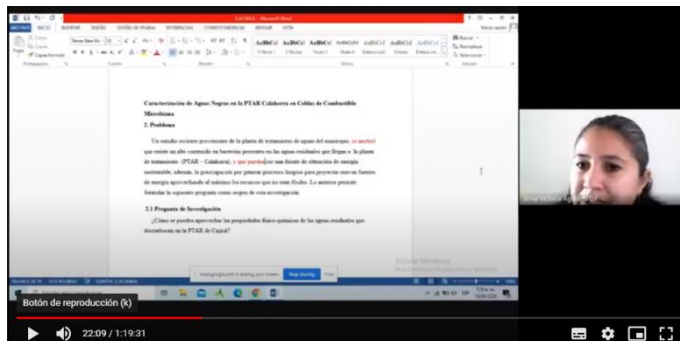
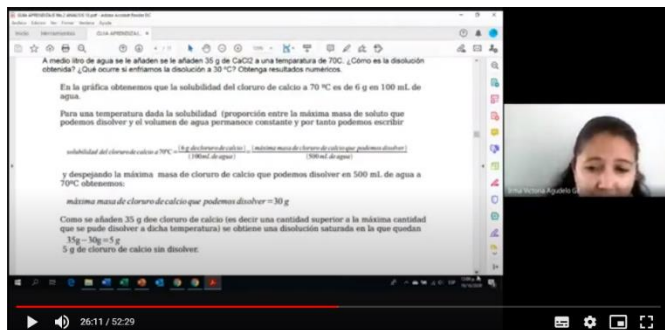
Anexo E. Esquema de síntesis de investigación

TÍTULO:			
Estudiantes:		Palabras clave:	
Pregunta de Investigación / problema			
Objetivo general			
Objetivos Específicos (3)			
DELIMITACIÓN		JUSTIFICACIÓN / IMPORTANCIA	
METODOLOGIA	TIPO DE INVESTIGACION		POBLACIÓN / MUESTRA
	DISEÑO		ETAPAS / MOMENTOS
RESULTADOS ESPERADOS			
CONCLUSIONES			

Anexo F. Imágenes de trabajo colaborativo durante la elaboración de los proyectos de investigación escolar



Anexo G. Imágenes de grabaciones de asesorías



Anexo H. Diseños experimentales de celdas en los proyectos de investigación escolar

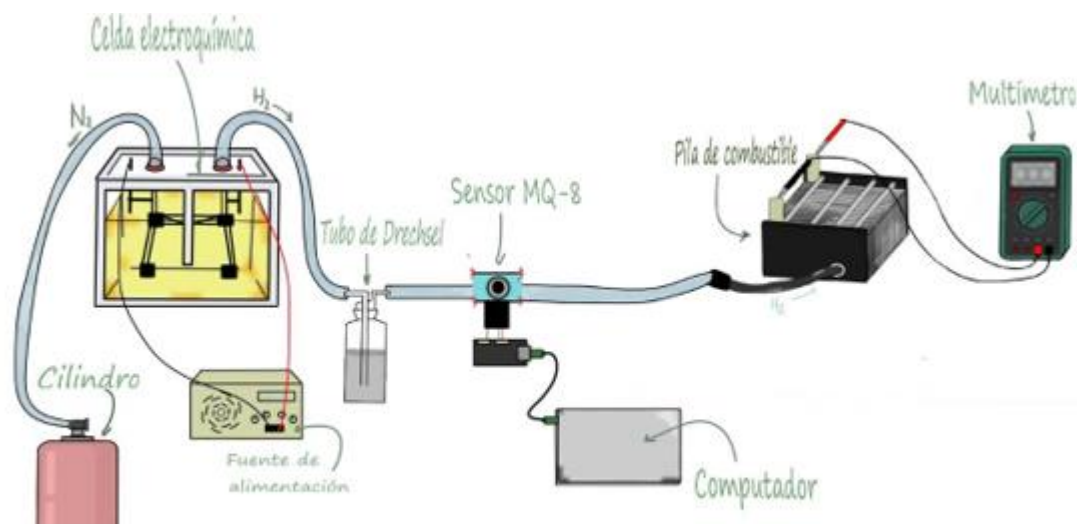


Figura. Elaboración propia

Fuente: diseño presentado por los estudiantes del grupo 4: "Transformación de la energía química de hidrógeno en electricidad"

Anexo I. Enlace de video de sustentaciones de proyectos de investigación escolar

https://www.youtube.com/watch?v=0HpRZ_YOqtU

Anexo J. Resumen analítico de proyectos

Resúmenes Analíticos De Proyectos De Investigación Escolar En Energía Química (Rap) Análisis De Muestras Químicas

Título	Modelización del proceso de obtención de combustible mediante fermentación alcohólica de cáscaras de banano en Cajicá
Identidad corporativa	Nombre de la empresa: Maison Du Bioéthanol. Slogan: “Cuida tu salud, cuida tu vida, cuida tu mundo”
Síntesis	<p>Las cáscaras de banano en el municipio de Cajicá son recolectadas y llevadas junto con los demás residuos orgánicos a la planta de compostaje de Tocancipá, dónde al producir abono se desaprovecha los azúcares especialmente la glucosa que está presentes en los residuos orgánicos, el cual mediante un proceso de recolección, lavado, cortado y molienda de cáscaras de banano, para luego pasarla a un proceso de fermentación anaeróbica con la levadura (<i>Saccharomyce Cerevisiae</i>) se genera un líquido fermentado el cual se lleva a un proceso de destilación fraccionada que produce etanol el cual se puede implementar como combustible.</p> <p>El proyecto busca obtener, verificar y comprobar que el etanol obtenido sea apto para implementarlo en una chimenea de ornamentación, la verificación del etanol se procede con la prueba de Lucas este clasifica el etanol como primario secundario o terciario, por último, se realiza la prueba de alcoholímetro densímetro que da el porcentaje de etanol y se realizan los cálculos estequiométricos para determinar el rendimiento de la misma.</p>
Objetivos	<p>General:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Generar bioetanol mediante el aprovechamiento de la glucosa presente en las cáscaras de banano a partir de los procesos de fermentación, filtración y destilación fraccionada <p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Diseñar la modelización adecuada para la obtención del alcohol a partir de la glucosa presente en las cáscaras de banano2. Identificar el alcohol obtenido del proceso de destilación fraccionada mediante de pruebas fisicoquímicas3. Implementar el alcohol como combustible en chimeneas de ornamentación.
Autores	Grupo 1

Título	Estandarización de aguas tratadas de Calahorra como sustrato en las celdas de combustible microbianas.
Identidad corporativa	Nombre de la empresa: ELECMICE. Slogan: “Cada día más brillante”
Síntesis	<p>En el tratamiento del agua residual se busca optimizar los procesos, para realizar una disminución en los costos y procedimientos. Por ello se indagan diferentes maneras de aprovechar las sustancias resultantes en el tratamiento del agua; según distintos estudios el agua residual puede ser una fuente de energía eléctrica gracias a la implementación de una celda de combustible microbiana. Este dispositivo utiliza los procesos metabólicos de los microorganismos presentes en el agua residual, estos requieren condiciones ideales referentes a ciertos parámetros fisicoquímicos tales como pH, temperatura y DQO.</p> <p>Debido a que en el municipio de Cajicá se ha evidenciado un crecimiento exponencial (DANE, 2018), por ello podemos deducir un aumento de aguas residuales provenientes de los hogares. En nuestro municipio el agua residual es tratada en la PTAR Calahorra tratando 66 l/s de agua (EPC, 2019). Es por esto que el proyecto de investigación se realiza para la estandarización de las aguas residuales tratadas en el municipio de Cajicá; enfocándose en los análisis fisicoquímicos de pH, temperatura y DQO que son parámetros necesarios en una CCM sugiriendo su adecuación en un prototipo prediseñado de CCM.</p>
Objetivos	<p>General:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarizar aguas tratadas de la PTAR Cajicá para su adaptación en un prototipo de celda microbiana. <p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar análisis físico-químicos del agua para determinar la adaptabilidad en un prototipo de celda. 2. Utilizar un prototipo de celda de combustible microbiana con aguas tratadas para producir energía eléctrica como una alternativa para la obtención de energía. 3. Comparar los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas con los requeridos en una CCM, para determinar su adaptabilidad en el prototipo de celda.
Autores	Grupo 2:

Título	Modelización del proceso de formación de cristales salinos como fuente alternativa en la obtención de energía eléctrica
Identidad corporativa	Nombre de la empresa: Cristalloy Slogan:
Síntesis	<p>Este proyecto se desarrolla con el fin de aportar en la búsqueda de fuentes de obtención de energía eléctrica, utilizando sales como el sulfato de cobre y aluminio como generador de esta energía debido a sus propiedades conductivas y su capacidad de formar cristales. Teniendo en cuenta las competencias del programa técnico, que aplicadas, favorecen el proyecto productivo en cuanto al aspecto del producto donde se tiene presente la forma cristalina de la sustancia que hace parte del eje central de esta investigación; como segunda competencia está la realización de montajes, con el fin de ejecutar el proceso de cristalización por disolución, además de implementar las técnicas destinadas tanto para la limpieza y desinfección, como para disposición final de los reactivos usados, con el fin de no generar efectos adversos para el ambiente y que sea beneficioso en la producción energética. Los sulfatos de cobre y aluminio cristalizan en el sistema cristalográfico triclinico, es decir que sus vectores tienen una longitud desigual y ninguno es ortogonal a otro. De los 32 grupos cristalinos existentes 20 que presentan piezoelectricidad directamente. Entre estos está el grupo 1 y -1 que son pertenecientes al sistema triclinico. De esto podemos concluir que los sulfatos de cobre y aluminio cristalizan de la forma triclinica y pueden clasificarse como materiales piezoeléctricos.</p> <p>La producción de energía de los materiales piezoeléctricos se basa en que al aplicar presión se establece una polarización, (Cúpich Rodríguez, M.2000), lo que da origen a la transformación de energía mecánica en energía eléctrica, los cuales experimentan cierta deformación produciendo cargas eléctricas, esto es una relación entre una tensión mecánica y un voltaje eléctrico en materiales sólidos. Los cristales de sulfato de cobre y aluminio presentan una ventaja, esta es que, sus propiedades casi no varían con el tiempo, aunque las cargas que produce son menores a la de las cerámicas.</p>
Objetivos	<p>General:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener a través de métodos de cristalización por disolución, cristales de sales iónicas ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) que puedan ser aprovechados como fuente de energía en un circuito eléctrico para encender un diodo led. <p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Demostrar si la variación del tamaño del cristal influye en la producción energética. 2. Comprobar la capacidad eléctrica de los sulfatos, mediante un circuito eléctrico, con el objeto de encender un diodo led de 1.7 voltios. 3. Determinar el periodo de vida útil de los cristales, teniendo en cuenta condiciones del medio en el que se encuentre. 4. Someter a los cristales a diferentes pesos para verificar su resistencia y la presión que soportan.
Autores del PIE	Grupo 3

Título	Modelización de Procesos para la Generación de Electricidad Mediante Pila de Hidrógeno Obtenido por Electrólisis de Orina
Identidad corporativa	Nombre de la empresa: WRICIDAD Slogan: "Electricity from hydrogen"
Síntesis	El presente proyecto de investigación está basado en la modelización de los procesos necesarios para la generación de energía eléctrica por medio de la reacción de óxido reducción que se da dentro de una pila de combustible, utilizando hidrógeno obtenido mediante la electrólisis de orina humana. En la modelización planteada se recogen las muestras de orina y se someten a pruebas fisicoquímicas, posteriormente se adiciona a la orina una solución de NaCl para que actúe como electrólito y se calienta la muestra a 35°C para luego verterla en una celda electrolítica donde se le aplica 6V de electricidad con los cuales el proceso de electrólisis inicia. El hidrógeno obtenido en este proceso es llevado por medio de una manguera hasta un tubo de Drechsel donde se eliminan los posibles residuos de humedad que pueda contener el gas y luego es dirigido a un sensor MQ-8 para la cuantificación de este. En los pasos finales se adiciona hidrógeno al ánodo de una pila de combustible de membrana de intercambio protónico (PEM) y oxígeno proveniente del aire al cátodo; la reacción de estos dos elementos genera electricidad.
Objetivos	General: <ol style="list-style-type: none"> 1. Generar electricidad mediante una pila de combustible a partir del hidrógeno obtenido por electrólisis de la orina humana. Específicos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la orina humana para establecer las condiciones ideales en la producción de hidrógeno. 2. Obtención del Hidrógeno a partir de la orina mediante la implementación de una celda electrolítica. 3. Medir y establecer la cantidad de voltaje producido en la pila de combustible a partir del hidrógeno extraído en la electrólisis de la orina.
Autores del PIE	Grupo 4