EL MÉTODO PÓLYA: UNA ESTRATEGIA PARA COMPRENDER Y RESOLVER PROBLEMAS DE FÍSICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA

LILIANA ISABEL BENAVIDES LÓPEZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA VIRTUAL EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2020

EL MÉTODO PÓLYA: UNA ESTRATEGIA PARA COMPRENDER Y RESOLVER PROBLEMAS DE FÍSICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Autora
LILIANA ISABEL BENAVIDES LÓPEZ

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor
Mg. Juliana Murillo Mosquera

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA VIRTUAL EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2020

DEDICATORIA

A Dios, por mi vida y la de las personas que ha puesto en mi camino.

Con infinito cariño, a mi familia por su apoyo y amor incondicional.

A ti Ferchito, pese a las circunstancias has sido mi apoyo, mi amigo, mi todo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todos los demás.
A quienes de una alguna manera me apoyaron en el camino.
A mis estudiantes, por estar siempre prestos a colaborar.
A mi tutora, infinitas gracias por su dedicación y acompañamiento,
Dios bendiga su vida…
A los docentes y a la Universidad en general, por aportar en mi formación.

RESUMEN

En la actualidad, el proceso de la enseñanza y aprendizaje de la Física atraviesa por una crisis, no solo a nivel contextual, sino a nivel global. Algunos factores que generan esta crisis pueden ser evidenciados por el desconocimiento de métodos y estrategias de enseñanza, la falta de actualización docente, sumado a la falta de motivación e interés no solo de los estudiantes sino también de los docentes hacia dicho proceso.

En la Institución Educativa Municipal José Antonio Galán, se ha podido identificar que los estudiantes presentan dificultades en la asignatura de Física al momento de reconocer problemas, los cuales requieren la comprensión de enunciados y por ende la interpretación de resultados. Se ha determinado, además, que los estudiantes no tienen una metodología que les facilite la toma de decisiones en el abordaje, que guíe la solución de la situación problema que se les presenta.

Partiendo de esta realidad, se hace necesario mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, a través del adecuado uso de estrategias, pasos, técnicas, que le permitan a los estudiantes analizar problemas, partiendo de contextos reales y, por ende, fortalecer su aprendizaje de manera significativa.

El aprendizaje es una herramienta fundamental para los estudiantes, con la cual aprenden a descubrir, crear e imaginar, logrando capacidades propias para resolver problemas. George Pólya (1984), afirma que los estudiantes y docentes deben intercambiar experiencias de vivencias, costumbres, tradiciones, entre otras, fortaleciendo así el aprendizaje intelectual a largo plazo. A través del método de Pólya se puede mejorar la enseñanza y aprendizaje de la Física. En el alumno genera la intención de descubrir por sus propios medios, a través de la experiencia adquirida o por la información almacenada en su memoria. Al docente le enseña a ser más didáctico, dinámico y creativo en su quehacer docente.

Desarrollar la competencia en resolución de problemas es de vital importancia, ya que va de la mano con el desarrollo del pensamiento crítico y con el desarrollo de habilidades y destrezas, lo que generaría en los estudiantes un mejor desenvolvimiento en

el contexto real. Para alcanzar los objetivos planteados, se pretende llevar a cabo un estudio de caso desde el enfoque cualitativo, con el fin de recoger las argumentaciones de los estudiantes, lo que llevará a generar datos descriptivos y narrativos para proceder luego a su interpretación. Se aplicará una unidad didáctica y su posterior análisis dará cuenta de la eficacia de la misma.

Palabras clave: Resolución de problemas; Problemas de Física; Método de Pólya.

ABSTRACT

Nowadays teaching and learning Physics education processes is living through a crisis in our context and around the globe. Some possible factors that could generate this crisis can be: lack of knowledge in methodologies and teaching strategies, lack of motivation and interest, and lack of theory updating from teachers and students to this teaching and learning process.

In Institución Educativa Municipal José Antonio Galán, high school, could be possible to identify some difficulties in physics, where students cannot solve some physical problems related to states of comprehension, therefore it affects their resolution and as a result some difficulties in the moment to make interpretations. Moreover, it has been detected that the students do not have a method in their addressing to obtain practical resolutions in a problem situation.

Starting from this context, it is necessary to enhance the physics´ teaching-learning process through the use of appropriate strategies, steps and techniques that allow students analyze problems starting from real contexts and thus improve learning processes in a meaningful way.

Learning is an essential tool to students which they learn to create, discover and imagine obtaining own capabilities to solve problems related to physics. George Pólya (1984), claims that "teachers and students must interchange experiences of customs, habits and traditions among others strengthening therefore intellectual learning in a long-term process of the student". Through Pólya method it is possible to enhance the teaching and learning of physics. In the student, it leads the intention of discover by their own means, through an acquired experience or by their information stored in his or her memory. To a teacher, this process, demonstrate how to be didactic, dynamic and most of all creative with his /her teaching work. To develop the competence in a solving problem is really important due to it goes hand in hand with critical thinking and with the development of skills and abilities. All together will generate in students a better development in a real context.

To aim this posed goals, the present research intends to carry out from a qualitative approach with the aim to collect the students' experiences, with the purpose to generate descriptive and narrative data to proceed to a correct interpretation. A didactic unit will be applied and its analysis will be showed to measure how effective it was.

Key words: Solving problem – Physics Problems - Pólya method.

CONTENIDO

1 PRESENTACIÓN ---- 15

2 ANTECEDENTES ---- 18

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN ---- 21

4 JUSTIFICACIÓN ---- 23

5 REFERENTE TEÓRICO ---- 26

5.1 ¿QUÉ ES UN PROBLEMA? ---- 26

5.2 ¿EN QUÉ CONSISTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS? ---- 28

5.2.1 ¿Para Qué Tenemos Que Resolver Problemas? ---- 29

5.2.2 ¿Qué Dificultades Se Presentan En La Resolución De Problemas? ---- 29

5.2.3 Fases Para Solucionar Un Problema ---- 31

5.3 ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ---- 31

5.3.1 Didáctica En La Resolución De Problemas De Física ---- 32

5.4 MODELOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ---- 34

5.5 MÉTODO DE CUATRO PASOS DE PÓLYA ---- 37

5.6 MÉTODO PÓLYA EN EL MOVIMIENTO UNIFORME ACELERADO ---- 41

5.7 LINEAMIENTOS CURRICULARES PRESENTES EN LA INVESTIGACIÓN ---- 42

5.7.1 Estándares Básicos De Competencias En Ciencias Naturales ---- 42

5.7.2 Derechos Básicos de Aprendizaje. Vol1 ---- 42

5.7.3 Niveles de Desempeño Institucionales ---- 43

6 OBJETIVOS ---- 45

6.1 OBJETIVO GENERAL ---- 45

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ---- 45

7 METODOLOGÍA ---- 46

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN ---- 46

7.2 CONTEXTO EDUCATIVO ---- 47
7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES ---- 49
7.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS ---- 51
7.5 SISTEMA DE CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS ---- 52
7.6 UNIDAD DIDÁCTICA ---- 53
7.7 DISEÑO METODOLÓGICO ---- 54
8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ---- 60
8.1 ANÁLISIS DEL MOMENTO 1: UBICACIÓN ---- 60
8.2 ANÁLISIS DEL MOMENTO 2: DESUBICACIÓN ---- 70
8.3 ANÁLISIS DEL MOMENTO 3: REENFOQUE ---- 81
9 CONCLUSIONES ---- 94
10 RECOMENDACIONES ---- 96
11 REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS ---- 98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1**.** Estudiantes seleccionados para el análisis de datos obtenidos de la aplicación de la unidad didáctica. 51

Tabla 2. Sistema de categorías y subcategorías de análisis. 52

Tabla 3. Relación entre momentos, actividades, descripción, instrumentos, productos y categorías y subcategorías de la unidad didáctica. 55

Tabla 4 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas 60

Tabla 5 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas 63

Tabla 6 Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas 64

Tabla 7 Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas 66

Tabla 8 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas 67

Tabla 9 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación 72

Tabla 10 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación 73

Tabla 11 Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación 75

Tabla 12 Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación 76

Tabla 13 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación 77

Tabla 14 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final..... 83

Tabla 15 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final..... 85

Tabla 16 Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final..... 86

Tabla 17 . Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final..... 88

Tabla 18 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final..... 90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Panorámica del corregimiento de Santa Bárbara (Pasto)..... 47

Figura 2 Estudiantes de la Institución en formación. 49

Figura 3 Trabajo en equipo..... 50

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1Consentimiento informado 101

Anexo 2 Resumen del momento 1..... 101

Anexo 3 Cuestionario de ideas previas 105

Anexo 4 Lectura introductoria..... 107

Anexo 5 Resumen del momento 2..... 110

Anexo 6 Práctica determinación de la gravedad 112

Anexo 7 Resolución de una situación problema 114

Anexo 8 Cuestionario de evaluación formativa 115

Anexo 9 Resumen del momento 3..... 116

Anexo 10 Taller de resolución de problemas 118

Anexo 11 Taller de resolución de problemas 120

Anexo 12 Evaluación final 121

1 PRESENTACIÓN

En el presente trabajo se indagó, bajo la metodología de estudio de caso, algunas de las dificultades que pueden presentarse en el aprendizaje de la competencia de resolución de problemas en Educación Media, específicamente en el contexto rural al sur de Colombia (Municipio de Pasto). Considerando que ésta es una de las competencias más importantes dentro de la enseñanza de la disciplina, pues su desarrollo no se limita a la Física como una asignatura académica del currículo colombiano sino también, que se requiere para desenvolverse en diversos contextos cotidianos, es clave ofrecer evidencias sobre los factores que detallen su dificultad y, a la vez, un método alternativo que permita mejorar el aprendizaje de la competencia.

El presente estudio problematiza el supuesto generalizado de los docentes acerca de la idoneidad de las estrategias empleadas para la enseñanza de resolución de problemas, suposición que se refuta a sí misma cuando el estudiante se enfrenta a otro tipo de situaciones referidas al mismo concepto, incluso a situaciones similares, pues sus habilidades no pueden ser aplicadas, lo cual genera frustración e impotencia al descubrir que no cuenta con los elementos básicos para solucionar problemas. Además, el estudiante tampoco tiene la autonomía para comprender que hay una dificultad en el proceso de aprendizaje que le impide lograr los objetivos propuestos por el docente, similar situación acontece en el docente que sigue suponiendo que las fallas se centran en el estudiante y no en el proceso de enseñanza.

En el presente trabajo se reconoció que la enseñanza de la Física se basa tanto en la visión que el docente tiene sobre el contenido como en la percepción del estudiante sobre el mismo, sin embargo, dichas visiones, mediadas por el discurso, presentan un diferencia interpretativa y comprensiva y es aquí donde se acentúa la dificultad. Otro supuesto que se evidenció es la creencia errónea de que todos los estudiantes alcanzan un mismo nivel y que todos han comprendido los conceptos de la misma manera que el docente. Éste último se dedica a acumular conocimientos dejando de lado el proceso real de aprendizaje, en consecuencia, los estudiantes empiezan a presentar decepciones, falta de interés, dificultades en el aprendizaje, limitaciones en el desarrollo del pensamiento y deficiencias

en la comprensión de los conceptos teóricos y matemáticos implícitos en los enunciados de los problemas que se abordan. A partir de lo anterior, surgió la necesidad indagar por una estrategia metodológica que pueda implementarse en el aula para potenciar la competencia de resolución de problemas; así fue necesario plantearse la siguiente pregunta de investigación: **¿**Cuál es el aporte del uso del método Pólya como estrategia metodológica en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado en los estudiantes de grado décimo de la IEM José Antonio Galán del municipio de Pasto? Esta pregunta permitió acotar y enfocar el problema a una temática particular y bajo un método específico.

El objetivo de la investigación, de acuerdo con la pregunta planteada, fue describir el aporte del método de Pólya en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado en los estudiantes de grado décimo de la IEM José Antonio Galán. Para su desarrollo se tuvo en cuenta tres acciones claves: la primera, la identificación de las estrategias que emplean los estudiantes para resolver este tipo de problemas de la asignatura de Física; la segunda, el análisis de la pertinencia del método de Pólya para la resolución de problemas en la Educación Media y, finalmente, hacer un análisis del método de Pólya para resolver problemas de movimiento uniforme, a través de una Unidad Didáctica aplicada a los estudiantes.

De acuerdo a los resultados de indagación se pudo identificar que los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa José Antonio Galán del Municipio de Pasto, presentan dificultades en la asignatura de Física, específicamente para resolver problemas que requieren de la comprensión de enunciados, resolución y posterior interpretación de resultados. Para ofrecer una propuesta de solución a lo antes mencionado, fue necesario reconocer las dificultades específicas y, a partir de éstas, se analizó y propuso el método Pólya como alternativa metodológica pertinente para abordar esta problemática a través de la implementación y evaluación de una Unidad Didáctica que se enfocó en establecer un proceso de aprendizaje que facilite la resolución de problemas.

Cabe notar que resolver problemas de una asignatura en el contexto escolar es de suma importancia ya que va de la mano con el desarrollo del pensamiento crítico y con el

desarrollo de otras habilidades; por ello, este trabajo de investigación tiene la intención de generar motivación en los maestros y maestras para diseñar metodologías pertinentes a las problemáticas específicas de los estudiantes, y así lograr motivar también a los estudiantes hacia el aprendizaje de la Física, incrementando el conocimiento y las aplicaciones de esta ciencia y su conexión con la realidad; así como las implicaciones sociales y ambientales que poseen.

2 ANTECEDENTES

Enseñar a resolver problemas dentro de la Física, ha representado un gran conflicto desde la antigüedad, de igual manera para los estudiantes representa una barrera debido a la falta de comprensión del contenido de los enunciados, por tal motivo se han llevado a cabo numerosas investigaciones tanto para profundizar sobre cómo los estudiantes resuelven problemas como para evaluar la eficacia de propuestas metodológicas concretas encaminadas a favorecer la resolución de los mismos. En este capítulo, partiendo del objetivo de la propuesta se presenta una revisión bibliográfica de investigaciones y trabajos relacionados con el mismo propósito, además de un recorrido por los conceptos centrales a trabajar en el desarrollo de la propuesta. En este sentido se inicia con la presentación de los siguientes estudios:

En la investigación titulada Estrategias para la resolución de problemas de González (2008), la autora plantea como objetivo la planificación de una propuesta de intervención educativa, con el fin de buscar estrategias o propuestas que ayuden a los alumnos en la resolución de problemas. La propuesta se implementó en tres cursos de quinto grado de básica primaria de una escuela de Valladolid (España), en ella se realizó una actividad para determinar los procesos que utilizaban los estudiantes en la resolución de problemas, seguida de una serie de intervenciones basadas en el método heurístico de Pólya; la propuesta planteaba la utilización de una metodología basada en la participación activa del alumno, aprovechando las TIC y la importancia que para ellos tienen las redes sociales. Los resultados no fueron los esperados, observaron mejoría en los grupos, pero no lo suficiente, en los logros alcanzados se evidencia que hay personas que tienen más capacidad para resolver problemas que otras de su misma edad y formación. Esas personas suelen ser las que aplican toda una serie de métodos y mecanismos que suelen resultar especialmente indicados para abordar los problemas; son los procesos que se llaman “heurísticos”: operaciones mentales que se manifiestan típicamente útiles para resolver problemas.

Continuando con la misma línea, Silva (2009) en su estudio de tipo explicativo cuyo objetivo fue identificar los avances individuales en la resolución de problemas, así como las estrategias utilizadas; ubicadas en el contexto de la importancia que ha cobrado el tema de

la enseñanza y el aprendizaje de esta área en la esfera educativa realiza un cuestionario que consistió en un ambiente de colaboración, donde el investigador intervenía al plantear preguntas y proporcionar sugerencias a los estudiantes. La investigación se lleva a cabo con una muestra de 57 estudiantes con características de un sujeto activo que construye conocimientos y con ellos organiza el mundo, donde concluyó que el papel activo del sujeto cognoscente es llegar a conocer y descubrir un mundo fuera de la mente del conocedor. Su principal recomendación fue que los sujetos se presenten inmersos en un problema y no en un ejercicio, de hecho, un desequilibrio en las estructuras mentales del estudiante, que en su afán de ser equilibradas se produzca la construcción del conocimiento.

Cabe mencionar además el trabajo de Sancho (2011) con un estudio de tipo descriptivo cuyo objetivo fue promover actividades estratégicas bajo el método Pólya planteadas por el docente y estrategias de aprendizaje con del desarrollo de problemas. Realizó una evaluación de resolución de problemas. La investigación se realiza con una muestra de 70 estudiantes de tercer grado de la Institución Educativa Primaria de Jorata, Provincia de Huancané Distrito de Huancané departamento de Puno (Perú). En el trabajo se concluye que las estrategias más efectivas para estimular el pensamiento dependen del nivel de la transferencia de aprendizaje que se logre, su principal recomendación fue realizar actividades que destacan recordar lo memorizado.

Se considera ahora la investigación de Moreno (2012), quien se plantea como objetivo desarrollar una forma de pensamiento que les permita expresar matemáticamente situaciones que se presentan en diversos entornos socioculturales, así como utilizar técnicas adecuadas para reconocer, plantear y resolver problemas. Realizó una evaluación de resolución de ecuaciones, que consistió en una serie de pasos, que van dando cuenta de lo que está pasando con el problema planteado, donde cada paso es un planteamiento lógico de una nueva ecuación. El estudio se realiza con una muestra de 278 estudiantes de primer grado y 94 en segundo grado, se concluye que un aprendizaje significativo no puede reducirse a la memorización de hechos, definiciones y teoremas, ni tampoco a la aplicación mecánica de ciertas técnicas y procedimientos. Su principal recomendación fue producir un

cambio educativo en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en el planteamiento y resolución de ecuaciones.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En el proceso de formación en Ciencias Naturales, se presentan una serie de dificultades en lo referente al aprendizaje de la Física, más precisamente en la competencia concerniente a la resolución de problemas ya sean abiertos o cerrados, puesto que se están aplicando estrategias metodológicas poco efectivas para explotar la competencia mencionada; algunas de ellas se centran en la repetición y memorización de ecuaciones matemáticas, lo que resulta ser poco o nada eficaz. Según Dufresne, Leonard y Gerace (2002) es el hecho de dictar la clase y luego plantear una serie de ejercicios como tarea de repetición, reemplazar fórmulas y mecanizar ciertos procesos matemáticos lo que no contribuyen en la resolución de verdaderos problemas de la cotidianidad, es decir no contribuyen en la solución de problemas bien estructurados que van más allá de los ejercicios de lápiz y papel los cuales no garantiza aprendizajes profundos en lo conceptual, procedimental y actitudinal.

Por su parte Grisales, Gil y Palacios (2000) consideran que "dentro de la enseñanza tradicional han surgido dificultades que afectan la formación académica de los estudiantes, en la cual el aprendizaje memorístico contribuye al bajo nivel de profundización de los contenidos y escasa posibilidad de generar nuevos conocimientos" (p.21), en este sentido se puede afirmar que los estudiantes de grado décimo de la IEM José Antonio Galán se limitan a repetir los mismos patrones y reglas para la resolución de diferentes situaciones, dejando de lado la interpretación, argumentación y la comprensión de los nuevos conceptos para su aplicación a la cotidianidad.

Con el fin de que los estudiantes desarrollen las habilidades necesarias para mejorar o adquirir la competencia en resolución de problemas, es primordial que, en primer lugar, se aborde y se logre una comprensión profunda de la fundamentación conceptual del movimiento para luego ser aplicada a las situaciones del contexto local y más adelante a nivel global. Generalmente, en la asignatura lo que se hace es explicar de manera magistral una serie de contenidos, las ecuaciones y problemas modelo que no permiten que en el estudiante se despierte la curiosidad, el deseo de aprender a analizar y de buscar alternativas de solución a las situaciones que se le presenten, ya que su docente no lo ha

orientado adecuadamente sino más bien se ha limitado a repetir las mismas situaciones resueltas con anterioridad.

Por lo que se refiere a resultados de pruebas externas, se puede observar que en los últimos años los resultados obtenidos en las pruebas SABER once, en el área de Ciencias Naturales han sido muy bajos, puesto que los estudiantes tienen muchas dificultades en la comprensión de conceptos científicos y su aplicación en la explicación de fenómenos naturales y resolución de problemas del contexto. Generalmente, en la Institución el tiempo destinado para abordar y profundizar en la comprensión y apropiación de conceptos científicos propios de las Ciencias Naturales (Física) es muy limitado por lo que nos vemos obligados a acotar nuestras prácticas pedagógicas afectando de manera significativa los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y experimentales, tan importantes y aplicables en diversos contextos. Es posible motivar a los estudiantes hacia la resolución de problemas introduciendo situaciones reales presentes en su entorno cotidiano, lo que le brinda la posibilidad de tener en cuenta la importancia de analizar su realidad mediante la aplicación de saberes y conocimientos propios de las ciencias.

Como resultado de las consideraciones mencionadas y la problemática detectada en la Institución en el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, concretamente en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el aporte del uso del método Pólya como estrategia metodológica en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado en los estudiantes de grado décimo?

4 JUSTIFICACIÓN

En la IEM José Antonio Galán del municipio de Pasto, se logró identificar que los estudiantes de grado décimo tienen dificultad en la asignatura de Física para resolver problemas que requieren de la comprensión de enunciados, transcripción al lenguaje algebraico y aplicación de ecuaciones matemáticas para la resolución del problema y su posterior interpretación además de la contextualización de resultados. Se ha podido determinar que no existe un análisis metódico que facilite la toma de decisiones que guíen la solución de la situación que se les presenta, en este sentido se considera que el docente debe motivar a los alumnos para que pongan en juego sus competencias, tanto en forma individual para resolver el problema como mediante la interacción con sus compañeros.

Lo anterior no sólo ocurre a nivel local, dentro de las problemáticas que se presentan tanto en Colombia como en otros países se encuentra la dificultad en el desarrollo de la competencia interpretativa en la resolución de problemas en todos los campos del conocimiento. En este sentido cabe mencionar que, teniendo en cuenta que los estudiantes tienen diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, en la institución se plantean distintos niveles de desempeño que pueden alcanzar los estudiantes de acuerdo con su propio proceso; al analizar los desempeños que apuntan al fortalecimiento en la resolución de problemas se encuentra que un 63,63% del grupo llega al nivel esperado; y en lo referente a pruebas externas, en los últimos cinco años el puntaje en Ciencias Naturales en cuanto a resolución de situaciones problema es en promedio 57.9 sobre 100, puesto que los estudiantes tienen muchas dificultades en la comprensión de conceptos científicos y su aplicación en la explicación de fenómenos naturales y resolución de problemas del contexto.

Para solucionar esta dificultad se han propuesto diversas estrategias sin alcanzar avances significativos, es así como la investigación que se desea llevar a cabo permitiría generar un fortalecimiento de dicha competencia específicamente, ya que se pretende que el estudiante sea capaz de interpretar los datos de un problema, los lleve al lenguaje matemático, aplique la ecuación que necesaria y realice el análisis de los resultados obtenidos, a partir de la implementación de una unidad didáctica haciendo uso de los pasos

propuestos por George Pólya (1954), el cual está centrado en la resolución de problemas de la vida real para el desarrollo de contenidos y formación integral de los estudiantes logrando así hacerlos competentes en el mundo actual.

Desarrollar la competencia en resolución de problemas es de suma importancia ya que generaría en los estudiantes un mejor desenvolvimiento en el contexto; dicha competencia es una habilidad que debe usarse a lo largo de la vida y que se puede enseñar, por lo anterior la propuesta "*El método Pólya: una estrategia para comprender y resolver problemas de Física en la educación media"*, es una propuesta pertinente desde la asignatura de Física en la que se aplicará una unidad didáctica repartida en tres momentos.

La asignatura cuenta con diversas opciones para trabajar bajo la metodología propuesta, pero se eligió la cinemática y dentro de ella nos enfocaremos en el movimiento uniforme acelerado por ser considerado como la base que rige la mecánica del universo, en esta parte de la Física se estudia los movimientos de los cuerpos, prescindiendo de las causas que lo originan, por lo tanto, se preocupa específicamente de la descripción del movimiento. A partir de este movimiento se desarrollan los demás, es decir, nos servirá como modelo para posteriores estudios dentro de la cinemática y la dinámica; una vez comprendidas sus características, ecuaciones que lo rigen y sus aplicaciones, será más fácil establecer relaciones con los otros movimientos.

En este sentido, con la investigación se pretende mejorar las motivaciones y actitudes de los estudiantes de básica secundaria hacia el estudio y aprendizaje de la Física y la resolución de problemas, aumentando el conocimiento de las aplicaciones de esta ciencia y su conexión con la realidad; así como las implicaciones sociales y ambientales que poseen. Además, se pretende aumentar el sentido crítico al ver tanto las ventajas como inconvenientes frente a diversas situaciones, haciendo de los estudiantes ciudadanos más responsables y conscientes de sí mismos.

En síntesis, en el presente trabajo se reconoció la necesidad de replantear el proceso de enseñanza en la resolución de problemas de Física en educación media, con el fin de que el estudiante se apropie del conocimiento y sea capaz de aplicarlo en cualquier situación y contexto. Finalmente, se plantea, desde Quiceno (2008), la necesidad de hacer rupturas a

partir de las nuevas maneras de resolver los problemas planteados por las ciencias, estas rupturas deben generar cambios no sólo en el campo filosófico sino pedagógico, en tanto, evidencian que las estrategias empleadas para la enseñanza de las ciencias en el ámbito escolar desconocen las nuevas formas de abordar los mismos y no avanzan hacia esos nuevos caminos surgidos en el marco de un naciente paradigma.

5 REFERENTE TEÓRICO

En seguida se presentan los lineamientos teóricos a partir de los cuales se han elaborado categorías conceptuales para identificar el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje del movimiento uniforme acelerado en estudiantes de grado décimo. Las categorías abordadas son: resolución de problemas, el método de cuatro pasos de Pólya y conceptualización del movimiento uniforme acelerado, útiles en el proceso de investigación encaminada a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje bajo la pertinencia del aporte de distintos referentes teóricos.

Ahora bien, con el propósito de fundamentar la investigación es necesario precisar algunas definiciones y conceptos teóricos claves que permitan enriquecer y fortalecer las bases teóricas de cada parte del proceso investigativo, entre ellas podemos citar principalmente algunas definiciones que algunos autores le han dado a un problema.

5.1 ¿QUÉ ES UN PROBLEMA?

Conviene iniciar indagando sobre el significado de un *"problema"*, como lo expresa el diccionario de la Real Academia Española (2006), es un término de origen latino que proviene a su vez del griego y significa lanzar hacia adelante. Presenta además las siguientes denotaciones: cuestión que se trata de aclarar, proposición o dificultad de solución dudosa; conjunto de hechos y circunstancias que dificultan la consecución de algún fin; proposición dirigida a averiguar el modo de obtener un resultado cuando ciertos datos son conocidos.

Pólya (1962) establece que tener un problema significa "buscar conscientemente con alguna acción apropiada para lograr una meta claramente concebida pero no inmediata de alcanzar". Schoenfeld (1985) usa el término problema como "una tarea que es difícil para el individuo que está tratando de resolverla. Además, la dificultad debe ser un impase intelectual y no solamente al nivel operacional o de cálculo."

También, un problema es una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes, es así como Dumas, Gil, Martínez, Ramírez y Caillot (1988)

toman la definición de Kudlik y Rudnik, quien resume este consenso: “un problema es una situación, cuantitativa o no, que pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla”.

Para efectos de esta investigación se consideró la definición propuesta por Pólya y Schoenfeld agregando que el problema debe presentarse como algo desconocido que exige ser resuelto y debe ser capaz de provocar y activar el trabajo mental del alumno para encontrar la solución.

Tipos De Problemas

Los problemas pueden ser clasificados por el tipo de solución requerida y su ámbito de aplicación. Según el tipo de solución, Frazer (1982) clasifica los problemas como artificiales y reales; los primeros se consideran como ejercicios, puesto que tienen solución o soluciones conocidas y para los segundos no se conoce la solución y puede ser que no exista, con estos se pretenden resolver problemas científicos, tecnológicos o sociales; estos son verdaderos problemas y se distinguen porque representan novedad e interés para el estudiante.

En el mismo sentido, García (2003) asevera que los problemas se pueden clasificar en cuantitativos y cualitativos. Los problemas cuantitativos pueden ser genéricos o duros; los genéricos son problemas modeladores que para su solución requieren de un procedimiento algorítmico que se desarrolla en una serie de pasos para llegar a su solución, estos son ejercicios repetitivos. Los problemas duros son un tanto complejos tanto en su formulación como en su extensión y por ende en su solución, para la cual no existen algoritmos establecidos y requieren la utilización de un procedimiento nuevo. En la investigación se eligió el tipo de problemas cuantitativos con el fin de desarrollar habilidades cognoscitivas en los estudiantes, así como también fortalecer el pensamiento crítico y el pensamiento lógico.

Los problemas cualitativos son catalogados como verdaderos problemas puesto que ilustran situaciones físicas concretas que requieren un mínimo trabajo cuantitativo; estos

problemas se caracterizan por la ausencia de datos desde el principio, por ser ambiguos, hipotéticos e inciertos. La resolución de este tipo de problemas en ciencias reduce la ansiedad matemática, desarrolla la creatividad, además de mejorar la comprensión conceptual puesto que los estudiantes realizan un análisis de la situación para poder representarla y así saber qué estrategias utilizar para llegar a la explicación y solución requerida por el problema; el estudiante pone en juego los conceptos científicos con los que cuenta y así establece articulación con los principios científicos implicados, esta relación permite establecer la conexión entre las relaciones matemáticas y el contenido físico de la situación que se le presenta (García, 2003).

5.2 ¿EN QUÉ CONSISTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS?

Diferentes autores conciben la resolución de problemas de diversas maneras, para Garret (1988) por ejemplo, resulta más afortunado referirse a enfrentarse a un problema que a solucionarlo; en ese sentido considera que el enfrentarse a un problema implica un proceso de pensamiento creativo y define la creatividad en términos de originalidad y utilidad de una posible solución a una situación dada.

Frazer (1982), considera que la resolución de problemas constituye un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una determinada disciplina, así como las técnicas y habilidades de ella para salvar la brecha existente entre el problema y su solución. No obstante, debido a que en este tipo de definición no se consideran las condiciones propias del sujeto que resuelve el problema, los representantes de la psicología gestaltiana consideran a este proceso como algo productivo, donde el sujeto que resuelve un problema requiere un cierto periodo de incubación seguido de una repentina intuición, gracias a la cual logra reorganizar mentalmente el problema.

Otros autores como Kempa citado por Jessup (s.f.) consideran que la resolución de problemas constituye un proceso mediante el cual se elabora la información en el cerebro del sujeto que los resuelve; dicho proceso requiere el ejercicio de la memoria de trabajo así como de la memoria a corto y largo plazo, e implica no sólo la comprensión del problema sino la selección y utilización adecuada de estrategias que le permitirán llegar a la solución.

En el mismo sentido, Polya señala que resolver un problema consiste en encontrar un camino donde previamente no se conocía, encontrar una salida para una situación difícil, para vencer un obstáculo, alcanzar un objetivo deseado, que no puede ser inmediatamente alcanzado por medios adecuados.

5.2.1 ¿Para Qué Tenemos Que Resolver Problemas?

Una vez analizada la definición "problema", es importante hacerse la pregunta que hacen los estudiantes al exponerles un problema físico, ¿para qué tenemos que resolver problemas? Para dar la respuesta se recurre a Varela (1994), quien indica en su tesis doctoral que la resolución de problemas se hace con los siguientes fines:

- Educativos: la resolución de problemas constituye un procedimiento activo de aprendizaje donde los alumnos son los protagonistas. Puede resultar una tarea altamente motivadora colaborando eficazmente a modificar las posibles concepciones alternativas que tienen en un campo determinado.
- Científicos: los alumnos tienen la ocasión de familiarizarse con el modo en que 'trabajan los científicos" haciéndose conscientes de que la finalidad primordial de la ciencia es precisamente resolver los problemas que el hombre se ha ido planteando en el curso del tiempo. Este tipo de tareas va a favorecer en ellos actitudes científicas como la curiosidad, la perseverancia etc.
- Ideológicos: con actividades de resolución de problemas se pretende que los alumnos traspasen los límites de la escuela y se familiaricen con problemas del mundo real. En este sentido los problemas que se plantean en la clase deberían ser relevantes desde un punto de vista tecnológico y social.

5.2.2 ¿Qué Dificultades Se Presentan En La Resolución De Problemas?

Las dificultades a las que tienen que enfrentarse los estudiantes en el momento de resolver un problema, según García pueden ser clasificadas en las siguientes categorías:

- Dificultades de contexto, son generadas por factores ajenos al estudiante tales como el actuar del docente, la estructura y el tipo de problemas presentados. En

cuanto al actuar del docente se puede decir que se presentan creencias erróneas, tales como: pensar que no todos los estudiantes son capaces de resolver problemas; creer que se aprende a resolver problemas mediante la repetición, de esta manera no se está brindando herramientas eficaces para que el estudiante analice la información y formule estrategias de solución. Respecto a las dificultades relacionadas con la estructura y tipo de problemas, se tienen: la presentación compleja de la información e incluir toda la información de tal manera que el estudiante no necesita cuestionarse, es así como se genera una incapacidad funcional para la solución de problemas que no presenten un esquema de sobredireccionamiento.

- Dificultades de proceso, contemplan la comprensión del problema, la formulación de estrategias de solución y su regulación, y la construcción de respuestas al problema. La incomprensión del problema puede presentarse por: lectura superficial, dificultad para representar simbólicamente el problema y la omisión de información, lo que no permite la aplicación de estrategias adecuadas de solución. Respecto a las dificultades referentes a las estrategias de solución, se encuentran: los estudiantes diseñan estrategias sólo en el momento de la evaluación, desconocen técnicas eficaces de resolución y no hay representación y reformulación de la situación; las respuestas no son vistas en retrospectiva, no verifican si las estrategias fueron válidas y si las respuestas son correctas.
- Dificultades de orden interno, se relacionan con las carencias de habilidades cognitivas y cognoscitivas de los estudiantes, se presentan problemas en lo concerniente a: construcción de modelos procedimentales, representaciones esquemáticas, transferencia y relación entre áreas del conocimiento, conocimientos básicos escasos y errores conceptuales. Se pueden presentar otras dificultades, entre ellas: ausencia de análisis, síntesis, razonamiento, problemas de memoria y características de la personalidad como la autoconfianza y el autoconcepto (García, 2003).

5.2.3 Fases Para Solucionar Un Problema

En cuanto al trabajo dentro del aula, Varela y Martínez (1997), basándose en los trabajos realizados por Osborne y Freyberg, proponen las siguientes fases para solucionar un problema:

- Fase preliminar. El tratamiento comienza con el planteamiento de un problema de enunciado abierto para que los alumnos lo resuelvan, aunque no se consigan avances importantes, esta actividad tiene como finalidad que los alumnos se hagan conscientes de sus propias limitaciones cuando se encuentran un problema para cuya resolución no tienen las herramientas adecuadas.
- Fase de enfoque. Una vez creado el ambiente necesario, el profesor puede presentar un plan de actuación ante un problema de enunciado abierto. Este plan se concreta en las pautas de trabajo propuestas en el «modelo investigativo» seleccionado, las cuales reflejan unas orientaciones de tipo directivo, no normativo, propias de la metodología científica.
- Fase de confrontación y aplicación. En este punto los alumnos ya empiezan a estar en condiciones de resolver el tipo de tarea que se les propone. El profesor irá presentando diferentes problemas que, sometidos a discusión en pequeño grupo, pueden pasarse a debate general organizado.

5.3 ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

A través del planteamiento de problemas los docentes pueden despertar la curiosidad de los estudiantes. Es por esto, que se debe presentar a los alumnos situaciones variadas, donde se estimule la reflexión, pero también se debe facilitar las herramientas y recursos necesarios para que el alumno se atreva a descubrir las soluciones de problemas. Es así que se hace necesario que el docente tenga un conocimiento de las diferentes estrategias de resolución de problemas que han sido propuestos por varios investigadores y expertos en esta área. Pólya (1984) señala que: un gran descubrimiento resuelve un gran problema, pero en la solución de todo problema, hay un gran descubrimiento.

Poggioli (1999) menciona que: las estrategias para resolver problemas se refieren a las operaciones mentales utilizadas por los estudiantes para pensar sobre la representación de las metas y los datos, con el fin de transformarlos y obtener una solución. En este sentido, señala que estas estrategias comprenden los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente.

- Los métodos heurísticos: son estrategias generales de resolución y reglas de decisión que se utilizan con base en sus experiencias previas con problemas semejantes. Estas estrategias indican las vías o los posibles enfoques a seguir para poder alcanzar una solución.
- El uso de algoritmos: se refiere a procedimientos más específicos que indican paso a paso la solución de un problema. Los algoritmos constituyen estrategias específicas que garantizan la solución del problema, sin embargo, cabe destacar que los procedimientos heurísticos son más útiles que los algoritmos cuando no se conoce la solución del problema.
- Procesos de pensamiento divergente: se refiere a una estrategia relacionada con la creatividad, originalidad e inspiración, implica la generación de perspectivas o enfoques alternativos de solución.

5.3.1 Didáctica En La Resolución De Problemas De Física

Es conveniente hacer del aprendizaje algo atractivo y agradable para involucrar al estudiante en la aventura del conocimiento a fin de que encuentre la utilidad y aplicabilidad de lo aprendido. De esta manera surge la necesidad de hacer uso eficaz de la didáctica de las ciencias como un aporte significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje imprimiendo en los estudiantes una orientación cultural hacia la educación científica como una necesidad para transformar su realidad dando solución a los problemas de su contexto.

En el texto Didáctica: concepto, objeto y finalidades, Mallart realiza un corto recorrido histórico sobre el origen del término didáctica para señalar que la Didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza – aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando (Mallart, 2001, p.5). Al

respecto, es conveniente afirmar que en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias es fundamental reconocer la importancia de captar la atención y despertar el interés y la motivación requerida para relacionar la nueva información con los preconceptos con que cuentan los estudiantes, tal como lo afirma Tamayo: todo nuevo aprendizaje logrado se hace a partir del conocimiento y experiencias previas de quien aprende (Tamayo, s.f., p.19), de esta manera el docente adquiere información relevante que le ayudará a diseñar e implementar estrategias de enseñanza y en el estudiante se propicia el desarrollo de habilidades comunicativas, requeridas para la comprensión de los conceptos tanto teóricos como matemáticos; obteniendo además un intercambio de ideas que fortalezca los lazos de confianza, afianzando de esta manera las relaciones interpersonales y el intercambio cultural. Se debe tener en cuenta además que cada estudiante cuenta con su propio estilo y ritmo de aprendizaje, no todos alcanzan el mismo nivel ni comprenden los conceptos de la misma manera que el docente los enseña.

Cabe señalar, que es muy notoria la necesidad de emplear estrategias efectivas para la enseñanza de las ciencias, tanto a nivel conceptual y práctico, así como en resolución de problemas para la formación de habilidades que permitan al estudiante sortear cualquier tipo de situación sin generar frustración, que es lo que generalmente se observa cuando el educando descubre que no cuenta con las herramientas necesarias para solucionar problemas reales. Por tanto, para que esto no ocurra es necesario dar a conocer de manera clara y precisa la fundamentación teórica del cómo se construyó el conocimiento científico, el cual se ha construido a partir de la resolución de problemas, así comprenderán cómo ha cambiado con el tiempo y las formas en las que este conocimiento se relaciona con la sociedad, lo que permite que haya una comprensión amplia y profunda de los fenómenos a estudiar.

Es urgente realizar una reflexión acerca de los métodos de enseñanza, principalmente en lo concerniente a la resolución de problemas con el propósito de mejorar la práctica educativa, ya que, indiscutiblemente la enseñanza tradicional de la Física se ha basado en que la enseñanza y aprendizaje están orientados hacia el conocimiento que el docente imparte y el conocimiento que capta el estudiante y no hacia el proceso de

aprendizaje, por tal razón se presentan inconvenientes en la comprensión de los conceptos tanto teóricos como matemáticos implícitos en los enunciados de situaciones problema, lo cual indica la existencia de dificultades en el proceso enseñanza y aprendizaje.

Es imprescindible adecuar metodologías didácticas que favorezcan un aprendizaje significativo y funcional que preparen al estudiante para enfrentarse al mundo de hoy y que aprenda a saber qué hacer en cualquier contexto; es necesario diseñar estrategias encaminadas a enseñar a pensar a los alumnos y estrategias de aprendizaje para aprender a aprender y desarrollar habilidades comunicativas favoreciendo así su desenvolvimiento social así como también su crecimiento personal.

En síntesis, se reconoce la relevancia de innovar la manera cómo se está enseñando las ciencias para así transformar la realidad del aula mediante la inclusión de un currículo pertinente acorde a las necesidades y exigencias del contexto, apuntando hacia una formación humana y socio – cultural, lo cual conlleva a una formación disciplinar y a una formación en pensamiento a fin de que el estudiante sea capaz de resolver problemas que se presentan en su realidad. Como lo afirma Tamayo…la didáctica debe privilegiar el análisis de problemas cercanos al estudiante, centrados en los intereses de los alumnos y no en el campo disciplinar (Tamayo, s.f., p7). Es necesario replantear el proceso de enseñanza y aprendizaje, con el fin de que el estudiante se apropie del conocimiento, es momento de implementar nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias que se evidencien en el desarrollo y aprendizaje significativo de las mismas.

5.4 MODELOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Varios autores han investigado y analizado diferentes métodos para resolver problemas permitiendo el desarrollo de la capacidad mental de los estudiantes, siendo más creativos al momento de resolver los problemas. Al respecto, fue el matemático húngaro, George Polya (1887-1985) quien, en su libro publicado en el año 1945, *How to solve it*, sentó las bases modernas de esta línea de investigación. Así como Pólya (2005), diversos matemáticos y educadores han propuesto estrategias para enfrentar la resolución de

problemas coincidiendo en que es un proceso dividido en etapas. En seguida se presentan concretamente, algunas propuestas en este aspecto.

- Para iniciar, Poggioli (1999) referencia a Wallas quien suponía cuatro fases:

  Fase 1. Preparación: analizar la información e intentos preliminares de solución.

  Fase 2. Incubación: dejar el problema de lado para realizar otras actividades o dormir.

  Fase 3. Iluminación: aparece la clave para la solución de manera inesperada.

  Fase 4. Verificación: se comprueba la solución para estar seguros de que "funciona".

- A su vez, Mayer (1986) afirma que los problemas tienen cuatro componentes: las metas, los datos, las restricciones y los métodos.

Las metas constituyen lo que se desea lograr en una situación determinada. En un problema puede haber una o varias metas. Los datos consisten en la información numérica o verbal disponible para comenzar a analizar la situación. Al igual que las metas, los datos pueden ser pocos o muchos, pueden estar bien o mal definidos o estar explícitos o implícitos en el enunciado del problema. Las restricciones, son factores que limitan la vía para llegar a la solución. De igual manera, pueden estar bien o mal definidos y ser explícitos o implícitos. El cuarto componente son los métodos u operaciones, entendidos como los procedimientos utilizados para resolver el problema.

- Se analiza ahora a Schoenfeld (1985), quien a partir de los planteamientos de Pólya (1945), propone actividades de resolución de problemas para llevar a cabo en el aula; su modelo abarca los siguientes pasos: análisis, exploración y comprobación de la solución.

  Análisis: se propone trazar un diagrama, si es posible; examinar casos particulares y probar a simplificar el problema.

  Exploración: en este apartado se propone examinar problemas esencialmente equivalentes, replantear el problema, examinar problemas ligeramente modificados y

examinar problemas ampliamente modificados con el fin de tratar de sacar provecho de problemas afines que tengan parecido en su forma, en sus datos o en sus conclusiones.

Comprobación de la Solución Obtenida: verificar la solución obtenida siguiendo criterios tanto específicos como generales examinando la posibilidad de obtener la solución por otro método.

- De manera semejante se considera uno de los modelos más recientes, el de Guzmán (1991) quien parte de las cuatro etapas de Pólya para proponer las siguientes:

Familiarízate con el problema: invita a entender a fondo la situación con paz, con tranquilidad, a jugar con ella perdiéndole el miedo.

Búsqueda de estrategias: en este caso se propone empezar por lo fácil, experimentar, formular hipótesis, hacer esquemas, una figura o un diagrama, buscar un problema semejante, escoger un lenguaje apropiado, una notación apropiada, suponer el problema resuelto.

Lleva a cabo tu estrategia: para ello se debe seleccionar y llevar adelante las ideas de la fase anterior., ejecutar la estrategia escogida, actuar con flexibilidad, si las cosas se complican hay que buscar otra opción.

Revisa el proceso y saca consecuencias de él: se requiere examinar a fondo el camino seguido, tratar de entender no solo que funcionó, sino por qué funcionó, mirar si hay un camino más simple y reflexionar sobre el propio proceso de pensamiento.

- Posteriormente, Pozo y Postigo (1993) afirman que en la solución de un problema existen cinco procedimientos o estrategias: adquisición de la información, interpretación de la información, análisis de la información y realización de inferencias, comprensión y organización conceptual de la información, y comunicación de la información.

La etapa de la adquisición de la información está relacionada con las actividades de búsqueda y recogida de la información necesaria para plantear y resolver el problema.

Seguidamente, en la etapa de interpretación, se busca traducir la información un lenguaje con el que el estudiante esté familiarizado y así relacionarla con sus conocimientos previos.

En la etapa de análisis de la información el estudiante infiere el razonamiento que conduzca a una solución a partir de la extracción de conocimientos implícito.

La etapa de organización y comprensión de la información está influenciada por los conceptos que maneja el estudiante de manera verbal y escrita, y la manera cómo relaciona las variables que él considera manejar en la búsqueda de una posible solución.

Finalmente, los autores proponen la comunicación de los resultados obtenidos, donde los estudiantes utilizarán diversos recursos de expresión tales como gráficos, exposiciones, escritos o cualquier otro medio.

5.5 MÉTODO DE CUATRO PASOS DE PÓLYA

De acuerdo con los recientes aportes de modelos epistemológicos constructivistas, la resolución de problemas constituye una actividad privilegiada para introducir a los estudiantes en las formas propias del quehacer de las Ciencias Naturales. Lograr que los estudiantes desarrollen estructuras de pensamiento que les permitan solucionar situaciones, es una de las principales metas de la enseñanza actual; esta breve visión nos permite afirmar que esta estrategia cuando es cuidadosa y detalladamente planeada ofrece un ámbito productivo para adentrar a los estudiantes en los procesos de pensamiento requeridos para desarrollar o fortalecer la habilidad en cuestión.

George Pólya, mencionado anteriormente, estuvo interesado en el proceso de descubrimiento, afirmaba que, para entender una teoría, se debe saber cómo fue descubierta. En su enseñanza daba más importancia al descubrimiento que al desarrollo correcto. A pesar de que su libro fue escrito en 1957, su reflexión y su propuesta (método de los cuatro pasos) siguen siendo vigentes. Asimismo, se le atribuye a Pólya (1981) las cuatro libertades en clase, que se consideran de vital importancia para crear un buen clima en el aula. Estas libertades son:

1. La libertad de cometer errores. Todos cometemos errores, por ello es importante animar a los alumnos, que participen y tengan confianza. Llegará un momento en que sean capaces de resolver problemas a la primera.
2. La libertad de hacer preguntas. Las preguntas de los alumnos nos ayudan a determinar dónde están y a evaluar nuestra propia capacidad docente.
3. La libertad de pensar por uno mismo. Tienen que buscar sus propias soluciones, hay que dar a los alumnos la satisfacción de llegar a la meta: la solución.
4. La libertad de elegir su propio método de resolución. Cada niño tiene una forma diferente de pensar, y por tanto diferentes caminos para llegar a la solución.

Con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación se analizó la estrategia planteada por Pólya antes señalada, cuyo planteamiento ha cobrado gran importancia por ser retomada en muchos estudios concernientes a la resolución de problemas en las diferentes áreas del conocimiento. El método de Pólya consiste en un conjunto de cuatro pasos y preguntas que orientan la búsqueda y la exploración de las alternativas de solución que puede tener un problema. El plan muestra cómo afrontar un problema de manera eficaz, de tal modo que el estudiante examine y remodele sus propios métodos de pensamiento, eliminando obstáculos y llegando a establecer hábitos mentales eficaces, lo que se conoce como pensamiento productivo. Su método no garantizará que se llegue a la respuesta correcta del problema, sin embargo, ayuda a buscar la solución de una manera ordenada y sistemática.

Para efectos de la investigación se utilizaron problemas cerrados algorítmicos, ya que este tipo de problemas se caracterizan por tener una formulación clara, de manera que el estudiante pueda reconocer con exactitud a través de su lectura y análisis, cuáles son las condiciones y exigencias de la situación; este tipo de problemas se pueden solucionar siguiendo un algoritmo o una regla conocida y se caracterizan por tener solución única, la cual puede ser comprobada.

Retomando la formulación de la metodología a aplicar, a continuación, se presenta una breve descripción de cada paso del método de resolución de problemas de George

Pólya (1984), que inicia con entender el problema, luego configurar un plan, ejecutarlo y finalmente, mirar hacia atrás.

1. **Comprender el problema:** hace referencia a que lo primero que debe hacer el estudiante es comprender el problema, ya que no podría contestar una pregunta que no comprende. Es así como el docente debe verificar si el estudiante entiende el enunciado del problema, para ello, es conveniente que se le formulen preguntas acerca de la situación; así, el estudiante podrá identificar la o las incógnitas que debe resolver y cuáles son los datos junto con la condición que se establezca, lo que le ayudará representar el problema en esquemas o gráficos de apoyo. Las preguntas que sugiere Pólya sean formuladas son las siguientes:
    - ¿Cuál es la incógnita?
    - ¿Cuáles son los datos?
    - ¿Cuál es la condición?
    - ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita?
    - ¿Es insuficiente?
    - ¿Es redundante?
    - ¿Es contradictoria?

2. **Concepción de un plan:** Pólya (1945) señala que "tenemos un plan cuando sabemos, al menos, grosso modo, qué cálculos, qué razonamientos o construcciones habremos de efectuar para determinar la incógnita". Es por esto que una vez que el estudiante ha comprendido el problema es cuando debe pasar a la siguiente fase, es decir debe pensar un plan de resolución; esto va a depender tanto de los conocimientos previos como de la experiencia que posea. En esta etapa, el docente debe ayudar a sus alumnos a concebir el plan a través de preguntas y sugerencias y de esta forma el estudiante irá formulando la idea, hasta que logre completar el plan que lo llevará a la solución del problema. En este paso se recomienda hacer las siguientes preguntas:
    - ¿Se ha encontrado con un problema semejante?
    - ¿Ha visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente?

- ¿Conoce un problema relacionado?
- ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil?
- ¿Podría enunciar el problema en otra forma?
- ¿Podría plantearlo en forma diferente nuevamente?

3. **Ejecución del plan:** según Pólya (1984) este paso se refiere a "el proceso donde el estudiante deberá aplicar el plan que ha concebido, para ello hace falta que emplee los conocimientos ya adquiridos, haga uso de habilidades del pensamiento y de la concentración sobre el problema a resolver". Es importante que sea el estudiante quien haya elaborado el plan a ejecutar, es decir, que no sea impuesto por el docente, de esta manera le será más fácil identificar los errores y así garantizar el éxito del proceso. Cada paso se ejecutará cuidadosamente, revisando y verificando cada uno de ellos;además de la implementación de la estrategia de solución, se debe conceder un tiempo prudente para la solución del problema y de ser necesario, volver a empezar porque esto no es fracaso si no una prueba más para alcanzar buenos resultados. Para esta etapa se realizan las siguientes preguntas:
    - ¿Puede ver claramente que el paso es correcto?
    - ¿Puede demostrarlo?
4. **Examinar la solución obtenida (visión retrospectiva):** es momento de que el estudiante examine el plan aplicado, así como su resultado, en esta fase logrará consolidar sus conocimientos, además de comprender la solución y de esta manera le será fácil la transferencia a otras situaciones similares que se le presenten. En este momento conviene realizar las siguientes preguntas:
    - ¿Puede verificar el resultado?
    - ¿Puede verificar el razonamiento?
    - ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
    - ¿Puede verlo de golpe?
    - ¿Puede emplear el resultado o el método en algún otro problema?

El método propuesto por George Pólya ha sido tomado como referente en la mayoría de los modelos posteriores a él y en diversas investigaciones llevadas a cabo en el campo de la resolución de problemas. Se toma como referente para la presente investigación porque su método invita al estudiante a utilizar su razonamiento en la búsqueda de soluciones a situaciones problema, de tal manera que sea él mismo quien conciba un plan o una estrategia que lo conduzca al resultado esperado. Es así como el educando busca y planea por sus propios medios y haciendo uso de su conocimiento, dar solución a diversas situaciones que se le plantean en clases y luego podrá extender su aprendizaje a las exigencias del contexto de manera interdisciplinar.

5.6 MÉTODO PÓLYA EN EL MOVIMIENTO UNIFORME ACELERADO

Dentro de las ciencias, existen distintas ramas de la Física que se encargan de analizar y estudiar los diversos movimientos, entre ellas tenemos a la cinemática y a la mecánica. Su campo de aplicación es amplio, nos permite analizar movimientos rectilíneos horizontales, caída libre, lanzamiento vertical, parabólicos, semiparabólicos y circulares; todos ellos implican el estudio del movimiento uniforme acelerado, convirtiéndose éste en la base de estudio para comprender la parte teórica, conceptual y aplicativa para los movimientos mencionados.

Con ayuda del método Pólya se pone a prueba la curiosidad de los estudiantes, planteándoles problemas adecuados a sus conocimientos, y se les ayuda a resolverlos por medio de preguntas estimulantes, lo cual podrá despertarles el gusto por el pensamiento independiente y proporcionarles ciertos recursos para ello. De tal manera que ellos, deseen resolver situaciones que se les presenten más adelante dentro de la asignatura, teniendo en cuenta que los problemas base dentro de la temática mencionada son similares y sirven como referente y guía a futuro.

En este sentido, Pólya plantea que cuando se resuelve un problema (que es en sí el objetivo inmediato), también se están creando habilidades posteriores para resolver cualquier tipo de problema. Es decir, cuando se resuelve un problema, se puede utilizar

tanto la solución que se encuentra como el método de solución; este último podrá convertirse en una nueva herramienta a la hora de enfrentar otro problema cualquiera.

5.7 LINEAMIENTOS CURRICULARES PRESENTES EN LA INVESTIGACIÓN

Considerando la importancia de esta temática dentro del currículo escolar, la presente investigación se interesó en analizar y aplicar los fundamentos teóricos y metodológicos tanto, de la resolución de problemas como de las estrategias para su enseñanza. Ahora bien, teniendo presente las acepciones de los diversos autores acerca de lo que constituye realmente un problema y su importancia para el desarrollo de habilidades cognoscitivas en los estudiantes, se entiende que el mismo tome parte de los Estándares Básicos de Competencias (2006) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (2016) formulados por el Ministerio de Educación Nacional, y los Niveles de Desempeño Institucionales para grado décimo contenidos en el PEI (2020) como una guía orientadora fundamental para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. En tal sentido, se tuvieron en cuenta los siguientes ítems de cada referente:

5.7.1 Estándares Básicos De Competencias En Ciencias Naturales

- ✓ Identifico aplicaciones de diferentes modelos matemáticos en procesos físicos y analizo las aplicaciones de los mismos.
- ✓ Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos sin tener en cuenta las causas que lo producen.

5.7.2 Derechos Básicos de Aprendizaje. Vol1

- ✓ Describe el movimiento de un cuerpo (rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado en dos dimensiones) en gráficos que relacionan el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.
- ✓ Soluciona situaciones problema mediante la aplicación de expresiones matemáticas con las que se relaciona, según el caso, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.

5.7.3 Niveles de Desempeño Institucionales

- ✓ Desempeño 2: verifica relaciones entre distancia, velocidad y aceleración involucradas en diversos tipos de movimiento mediante la aplicación de ecuaciones matemáticas en la formulación y solución de problemas.
- ✓ Desempeño 5: soluciona situaciones problema que impliquen los movimientos estudiados mediante la aplicación de las ecuaciones correspondientes en cada caso y la interpretación de las gráficas respectivas.
- ✓ Desempeño 6: construye explicaciones que dan razón de fenómenos naturales, así como también establece la validez de una afirmación o un argumento derivado de un fenómeno o problema.

Las orientaciones anteriores confirman que la resolución de problemas ocupa un lugar central en la enseñanza, pues estimula la capacidad de crear, inventar, razonar y analizar situaciones para luego resolverlas. De la misma manera puede afirmarse que la resolución de problemas es una estrategia globalizadora en sí misma, debido a que permite ser trabajada en todas las asignaturas, por lo tanto, es necesario que cada docente se forme y actualice con respecto a los fundamentos teóricos y metodológicos propios de la resolución de problemas.

En lo que se refiere a la aplicación del método elegido, se optó por la temática correspondiente al movimiento uniforme acelerado, puesto que los conceptos que permite incorporar son considerados como ejes básicos en el estudio del movimiento, permitiendo generar un contexto para que los estudiantes construyan nuevos conceptos físicos, descubran vínculos entre entidades matemáticas y elaboren redes de conocimiento. Las situaciones problemáticas referentes al movimiento uniforme acelerado, se plantearon en contextos de la vida real con la finalidad de que los estudiantes se interesen en el eje temático, le encuentren significado y puedan establecer relaciones de funcionalidad con situaciones de la vida real; en los planteamientos se propusieron desafíos que motivaron el desarrollo de capacidades tales como: la matematización, representación, comunicación, argumentación, razonamiento y el trabajo en equipo.

El enfoque de resolución de problemas en el eje temático elegido constituyó una vía potente y eficaz para desarrollar actitudes positivas hacia la asignatura, permitió que cada estudiante se sintiera capaz de resolver situaciones problema, considerándolo útil y con sentido para la vida cotidiana.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el aporte del método de Pólya en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado en los estudiantes de grado décimo.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las estrategias que aplican los estudiantes al resolver problemas de movimiento uniforme acelerado.
- Describir la pertinencia del método Pólya para la resolución de problemas de Física en la educación media.
- Caracterizar el aporte del método de Pólya en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado al finalizar la unidad didáctica.

7 METODOLOGÍA

Con el objetivo de analizar a profundidad el impacto de la propuesta didáctica orientada hacia la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado y valorar la contribución del método de los cuatro pasos de Pólya en un grupo de estudiantes de grado décimo de la IEM José Antonio Galán, se realizó en la investigación un estudio de cinco casos. La definición del tipo de estudio de caso estuvo orientada por la clasificación hecha por Stake (1998) acerca de los estudios de caso, y bajo la cual para llegar a la denominación de un estudio como colectivo, se hace necesario entender otro de los procesos que es el estudio de caso instrumental; pues el autor afirma que en un estudio de caso instrumental, "*el caso representa un instrumento para conseguir la comprensión de algo diferente al caso específico con que se hace la investigación"* (p.16) y que un estudio de caso colectivo es "*el estudio de varios casos dentro de un mismo proyecto",* (p.18); Neiman & Quaranta (2006), aseveran que el estudio de caso instrumental puede constituirse a partir del interés en un problema conceptual o empírico más amplio que el caso puede iluminar y el estudio de caso colectivo resulta de la suma de estudios de caso similares. Es así como se busca a partir del análisis de la información aportada contribuir a que el estudiante alcance una mejora en la competencia referente a la resolución de problemas

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En su obra *Metodología de la Investigación*, Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirman que: "el enfoque de la investigación es un proceso sistemático, disciplinado, controlado y está directamente relacionado a los métodos de investigación que son dos: método inductivo, generalmente asociado con la investigación cualitativa, que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; y el método deductivo asociado habitualmente con la investigación cuantitativa cuya característica es ir de lo general a lo particular".

La presente investigación se fundamenta en un enfoque cualitativo, el cual permite una comprensión y análisis profundo del problema, además de una descripción amplia fundamentada en modelos descriptivos e interpretativos como resultado del análisis de la información que aporta el estudiante a través de instrumentos de indagación acordes a dicha

metodología. Cabe señalar que la investigación cualitativa con su sentido humanista aporta información sobre las motivaciones profundas de las personas, cuáles son sus pensamientos y sus sentimientos, en consecuencia, ésta técnica proporciona una mayor profundidad en las respuestas y así una mayor comprensión del fenómeno estudiado; posibilitan, además, una amplia participación de la muestra que aportará desde diferentes puntos de vista, lo que permite tener una visión más amplia del problema en cuestión. Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación por medio de este enfoque, se recurrió a una de sus herramientas denominada estudio de caso, ya mencionada, para ello se hará uso de medios teóricos, conceptuales y técnicos con el fin de recoger las argumentaciones de los estudiantes, lo que llevará a generar datos descriptivos y narrativos para proceder luego a su interpretación.

7.2 CONTEXTO EDUCATIVO

Figura 1 Panorámica del corregimiento de Santa Bárbara (Pasto)



La investigación se llevó a cabo en la IEM José Antonio Galán ubicada en la población del corregimiento de Santa Bárbara, que corresponde a las comunidades asentadas en el municipio de Pasto, espacio socio geográfico que cuenta con un alto porcentaje de habitantes pertenecientes a la etnia Quillacinga. El corregimiento de Santa Bárbara se ubica al sur oriente del Municipio de Pasto, posee una diversidad climática y

ecológica; el 51% del área total corresponden al clima frío con alturas entre los 2.200 metros y 3.200metros y una temperatura promedio de 14 grados centígrados, en esta zona los cultivos predominantes son trigo, cebada, papa, cebolla, oca y quina. Por último, el 49% del área territorial corresponde a las tierras de páramo con alturas entre 3.400metros y 4.000 metros, en esta zona las temperaturas son muy bajas y la vida vegetal y animal es escasa, destacándose algunas plantas enanas y el frailejón, especie propia de los Andes Páramo. El ecosistema Andino alberga gran variedad de especies entre las que se destacan el nogal, la palma de cera, el cedro, el aliso, el motilón, el impamo y animales como el ardillo, el venado, el oso, la danta, el tigrillo y la pintadilla.

Para las comunidades del corregimiento de Santa Bárbara, la tierra es fundamento de sus sueños, conflictos, y transformaciones políticas económicas y sociales, es el elemento fundamental en la construcción de su tejido social, además de ser el medio indispensable para la subsistencia, la tierra es la que posibilita la formación de sus valores socioculturales, fortalece el sentido de cohesión social coadyuvando a la reafirmación de su identidad; además de la producción agrícola, en los últimos tiempos se ha fortalecido la producción pecuaria a través de la explotación extensiva de ganado vacuno, cada familia procura tener una o dos vacas lecheras cuya producción se vende a “Colácteos”, empresa que posteriormente trata el producto y los distribuye en el departamento de Nariño.

En este orden, cada familia organiza el trabajo de tal manera que a cada miembro le competen unas actividades específicas, las cuales se regulan por el sexo y edad. La mujer además de los oficios de casa como la preparación de los alimentos, atención de los niños, esposo y ocasionalmente a los peones, el cuidado de los animales, la recolección de la leña, yerba, participa también en las labores de la siembra y cosecha, especialmente de la chagra donde se encuentran hortalizas para el consumo familiar, y algunas plantas medicinales.

Los hombres ya sean esposos, hermanos o hijos, tienen a su cargo el cuidado de los cultivos y el sostenimiento de la familia (PEI IEM José Antonio Galán, 2018).

Figura 2 Estudiantes de la Institución en formación.



7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Anterior a la selección de casos, se aplicó una actividad de resolución de problemas a todo el grupo, la que permitió observar que hay estudiantes que tienen más capacidad para resolver situaciones que otros de su misma edad y formación, por ende, los restantes necesitan de una preparación previa. En la actividad se pudo ver que la mayoría de los estudiantes presentan dificultades de tipo procedimental al resolver problemas, puesto que: no escriben los pasos que siguen para resolver los problemas, no simbolizan, ni esquematizan los problemas y no estructuran su solución, lo que significa que no comprenden el problema.

Para la realización de la investigación se seleccionaron cinco casos de los treinta y dos estudiantes que conforman el grado décimo uno; al seleccionarlos se tuvo en cuenta además de la actividad previa, que presentaran características diversas en cuanto a comportamiento, motivación, participación en clase, rendimiento académico, capacidad de cuestionamiento y capacidad argumentativa. La elección de los casos atendiendo a estas características, se hizo con el fin de poder observar el avance de los estudiantes desde diferentes puntos de partida y poder así evaluar el impacto de la propuesta didáctica,

además de hacer un análisis partiendo de situaciones y comportamientos naturales dentro del ámbito educativo teniendo como base una población representativa de todo un grupo.

Figura 3 Trabajo en equipo.



El grupo seleccionado cuenta con dos niñas y tres niños con edades comprendidas entre los 15 y 16 años, como se mencionó anteriormente, para la elección se tuvo en cuenta la diversidad en diferentes aspectos tanto a nivel comportamental como actitudinal. En general, a los estudiantes del grado décimo de esta Institución, les cuesta desarrollar procesos de aprendizaje de orden superior a partir de la conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos naturales observables y no observables del universo.

Para llevar a cabo la investigación se informó a los participantes y acudientes sobre el proceso del que van a participar, quienes, a su vez, firmaron su libre consentimiento de colaboración (ver anexo 1). Con la finalidad de desarrollar las actividades de la unidad didáctica y el análisis de los datos obtenidos, el grupo de estudiantes se divide en 6 equipos de trabajo, 4 grupos con 5 estudiantes y 2 grupos con 6 estudiantes. Para el análisis se

seleccionó los 5 estudiantes de diferentes grupos los cuales fueron identificados como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1.*Estudiantes seleccionados para el análisis de datos obtenidos de la aplicación de la unidad didáctica.*

Código	Estudiante	Sexo/Edad	Criterio de selección
E1	Uno	Femenino. 15 años.	No le fue muy bien en la actividad previa y solicitó estar en el grupo.
E2	Dos	Masculino. 16 años.	Participa muy poco en clases y su rendimiento académico es bajo.
E3	Tres	Masculino. 16 años.	Desinterés en el trabajo en clases por indisciplina.
E4	Cuatro	Masculino. 15 años.	Es muy curioso en temas de científicos y le gusta leer al respecto.
E5	Cinco	Femenino. 16 años.	Muestra interés permanente hacia el estudio de la Física.

Fuente: elaboración propia

7.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas utilizadas permiten flexibilidad en su aplicación y apuntan a procedimientos concretos y particulares con el fin de recogerla información necesaria acerca de las creencias, actitudes y aptitudes de la población en estudio, favoreciendo de ésta manera un vínculo más estrecho con los estudiantes.

Para recoger la información se inició con la aplicación de un cuestionario de manera individual, el cual contiene preguntas abiertas que dieron cuenta de los conceptos previos con que cuentan los estudiantes en lo referente al movimiento uniforme acelerado y sus aplicaciones; y el otro instrumento, también con preguntas abiertas permitió identificar en qué etapa se encontraban los estudiantes en cuanto a la resolución de problemas según los cuatro pasos de Pólya. Los instrumentos mencionados forman parte de la unidad didáctica junto con las actividades previamente elaboradas; la aplicación de la propuesta didáctica se

llevó a cabo en sesiones distribuidas en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque, cada una de estas fases con sus respectivos instrumentos y procedimientos.

De manera simultánea se aplicaron tres técnicas referenciadas por Campoy y Gomes, la técnica observación participante con el objetivo de llevar a cabo una intervención directa con el grupo; entrevistas y grupos de discusión, con el fin de hacer un seguimiento continuo a la investigación e ir analizando la efectividad en la aplicación de cada instrumento (Campoy y Gomes, 2016).

7.5 SISTEMA DE CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Para el análisis e interpretación de los datos cualitativos, se eligieron dos categorías atendiendo a los temas principales planteados en la investigación: dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado y resolución de problemas, en cada categoría se discriminaron las subcategorías relacionadas con los temas principales de la propuesta, tal como se detallan en la Tabla 2. Lo anterior permitió hacer manejable la información recogida durante la investigación y presentar los resultados en función de los objetivos propuestos. Para la organización de las categorías en la tabla se tuvo en cuenta el orden en que fueron tomadas en la aplicación de los momentos de la unidad didáctica.

Tabla 2.Sistema de categorías y subcategorías de análisis.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado.	Dificultades asociadas a la conceptualización.
	Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.
	Dificultades asociadas al tratamiento matemático.
Resolución de problemas.	Método de los cuatro pasos de Pólya.
	Pasos de Pólya:
	Comprender el problema.

	Trazar un plan.
	Poner en práctica el plan.
	Comprobar los resultados.

Fuente: elaboración propia.

7.6 UNIDAD DIDÁCTICA

El diseño y aplicación de la presente Unidad Didáctica (UD) se orientó hacia el fortalecimiento de la competencia en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado a través de la aplicación del método de Pólya. Las actividades de aprendizaje de la UD están organizadas en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque(ver anexos 2, 5 y 9),el desarrollo de las mismas dio cuenta de los aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales de los participantes durante el proceso; en este sentido, se procuró generar ambientes de aprendizaje en los cuales se favorezca el aprendizaje en profundidad de los estudiantes, considerando en diferentes momentos sus ideas respecto al tema en cuestión y sus experiencias cotidianas.

A continuación, se presenta una síntesis de la UD aplicada con las actividades planteadas, descripción e instrumentos aplicados y los productos que finalmente debían entregar los estudiantes con el fin de ser analizados y sacar las respectivas conclusiones y recomendaciones sobre la metodología implementada.

Objetivos De Aprendizaje

- Identificar la importancia del dominio conceptual referente al movimiento uniforme acelerado para su posterior aplicación en la resolución de situaciones problema.
- Aplicar el método de Pólya en la resolución de problemas contextualizados dentro del movimiento uniforme acelerado.
- Valorar la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, posterior a la aplicación de la UD.

La presente propuesta se construyó partiendo de la observación de los procesos de aprendizaje en los estudiantes no sólo en este año escolar sino también con base en la experiencia de años anteriores, se pudo notar que los estudiantes tienen dificultades para diferenciar y caracterizar tipos de movimiento en su contexto y por consiguiente en su aplicación, tal situación se evidencia en la primera actividad de la UD.

En este orden de ideas, se introdujeron los conceptos propios del movimiento enfocados a la resolución de problemas partiendo de las vivencias e ideas previas de los estudiantes; de esta manera se pretendía avanzar hasta alcanzar el objetivo de la investigación mediante la siguiente metodología:

7.7 DISEÑO METODOLÓGICO

Para desarrollar las actividades de la mejor manera, donde sea posible notar el avance en la aplicación conceptual al enfrentar a los estudiantes a situaciones problema de su interés, se adoptó una metodología dividida en tres momentos.

Momento 1: ubicación. En esta fase se pretendía indagar sobre las ideas previas que poseían los estudiantes respecto al movimiento uniforme acelerado y las estrategias utilizadas en la resolución de problemas. Para el desarrollo de esta fase se diseñaron dos actividades: en la primera, se indagaron las ideas previas del estudiante acerca del movimiento uniforme acelerado y la resolución de situaciones problema, para tal fin, se solicitó responder de manera individual cinco preguntas abiertas. En la segunda actividad, a través de una lectura se averiguó sobre los conceptos que poseen los estudiantes frente a la categoría propuesta para su posterior aplicación al contexto tanto local como global. Cabe mencionar que en los dos casos se hizo retroalimentación posterior a la discusión y puesta en común.

Momento 2: desubicación. En esta fase, se desarrollaron tres actividades: en primer lugar, mediante la realización de una práctica de campo se pretendía solucionar una situación problema que implicaba mediciones y procesamiento de las anteriores. En la segunda actividad se planteó una situación que permitió identificar la manera cómo los

estudiantes resolvían problemas. Finalmente, se aplicó un cuestionario autoevaluativo cerrando el proceso con una discusión y retroalimentación de los resultados obtenidos.

Momento 3: reenfoque. En esta fase se aplicaron tres actividades, en las dos primeras se puso en práctica el método de Pólya como un elemento auxiliar en la resolución de problemas, posteriormente se evaluó la apropiación y/o aprendizaje del método bajo la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, así como su proceso integral de aprendizaje.

La Tabla 3 indica una síntesis de las actividades propuestas.

Tabla 3. Relación entre momentos, actividades, descripción, instrumentos, productos y categorías y subcategorías de la unidad didáctica.

Momento	**Actividad**	**Descripción**	**Instrumentos**	**Producto final**	**Categorías y subcategorías**
Ubicación	1. Examino mis ideas previas sobre el movimiento uniforme acelerado. (Individual)	Se solicita a los estudiantes responder de manera individual cinco preguntas abiertas con el objetivo de identificar las ideas previas con que cuentan respecto al movimiento uniforme acelerado y los pasos seguidos para la resolución de	Cuestionario de preguntas abiertas. Puesta en común (ver anexo 3).	Los estudiantes entregan el instrumento propuesto para esta actividad con las respuestas a los ítems planteados por el docente y se realiza la puesta en común.	**Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado.** / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.
	2. Lectura introductoria. (Equipo)		Texto y taller (ver anexo 4). Socialización.	Los estudiantes entregan el taller propuesto con las respuestas a los	

		situaciones problema. En equipos de trabajo se analizan movimientos en el contexto con el objetivo de distinguir tipos de movimiento de acuerdo a su velocidad en objetos del entorno.		ítems planteados y se realiza la socialización por grupos.	
Desubicación	3. Determinación de la gravedad. (Equipo)	En equipos de trabajo se lleva a cabo una práctica con elementos del contexto donde se propone determinar la aceleración gravitatoria mediante la caída libre de un cuerpo.	Práctica de campo (ver anexo 6). Socialización de resultados.	Los estudiantes después de realizar el análisis de datos, socializan sus resultados argumentando la manera como llegaron a ellos.	**Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado.** / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema. Dificultades asociadas al

					tratamiento matemático.
	4. Situación problema. (Individual)	Se plantea una situación que se deberá solucionar de manera individual con el propósito de identificar la manera como los estudiantes se enfrentan y abordan la resolución de un problema.	Situación problema (ver anexo 7). Retroalimentación.	Los estudiantes entregan el paso a paso seguido en la resolución de la situación para realizar la retroalimentación conjunta.	
	5. Evaluación formativa. (Individual)	Una vez finalizadas las actividades anteriores, de manera individual se resuelve un cuestionario para evaluar y autoevaluar el trabajo y lo aprendido en el momento.	Cuestionario de preguntas abiertas (ver anexo 8). Puesta en común.	Cada estudiante entrega su cuestionario y sustenta algunas de las respuestas.	
Reenfoque	6. Taller resolución de problemas. (Grupal)	Solución guiada de algunos ejercicios de aplicación contextualizados	Taller grupal (ver anexo 10). Retroalimentación.	Cada grupo socializará la solución de un problema elegido al azar	**Resolución de problemas./** Método de los cuatro pasos de Pólya.

	con situaciones del entorno con el objetivo de familiarizar al estudiante con el método de Pólya, útil para la solución de problemas dentro de la Física.		exponiendo cada uno de los cuatro pasos y al final se hará la retroalimentación general.	Comprender el problema. Trazar un plan. Poner en práctica el plan. Comprobar los resultados.
7. Taller resolución de problemas. (Individual)	A manera de evaluación de la aplicación del método se desarrolla un taller para determinar la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, posterior a la aplicación de la UD.	Taller individual en casa con situaciones problema (ver anexo 11). Retroalimentación.	Una vez verificado que los estudiantes hayan resuelto el taller, para cada uno de ellos se elegirá al azar y sin repetición una de las situaciones para socializar su solución mediante la implementación de los cuatro pasos de Pólya, la docente hará las correcciones pertinentes.	
8. Evaluación final. (Individual)	Se aplica una autoevaluación	Cuestionario individual para la autoevaluación(ver anexo 12). Retroalimentación.	Se recogerá las respuestas del cuestionario para su revisión	

	del proceso y se evalúa la participación de los estudiantes durante el desarrollo de la UD en cuanto a aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales.	y voluntariamente los estudiantes expresarán sus ideas, dudas, sugerencias y opiniones sobre todas las actividades desarrolladas a lo largo del proceso. Cada estudiante se evaluará con una nota teniendo en cuenta su desempeño y los aprendizajes alcanzados en las diferentes actividades.

Fuente: elaboración propia.

8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se realizará un análisis por momentos y categorías las cuales son vinculadas a sus respectivas subcategorías de investigación, los momentos de la investigación están distribuidos como se menciona a continuación:

- Momento 1: ubicación.
- Momento 2: desubicación.
- Momento 3: reenfoque.

Para su análisis respectivo, se tuvieron en cuenta las respuestas que los estudiantes dieron a los interrogantes planteados en cada actividad propuesta en la UD, así como las socializaciones y puestas en común de cada actividad desarrollada.

8.1 ANÁLISIS DEL MOMENTO 1: UBICACIÓN

En esta fase, la categoría analizada pertenece a las dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado, en cuanto a la conceptualización y comprensión de situaciones problema y, se requería identificar las estrategias que aplican los estudiantes al resolver problemas. Las actividades aplicadas se describen a continuación.

Actividad 1: examino mis ideas previas sobre el movimiento uniforme acelerado.

En esta primera parte del momento se identificaron las ideas previas de los estudiantes del grado décimo uno sobre el concepto de movimiento uniforme acelerado y los pasos que siguen para resolver problemas, para ello se aplicó a los 5 estudiantes un cuestionario de 5 preguntas abiertas de las cuales para el presente análisis se han tomado los ítems 2, 3 y 3a de la actividad de ideas previas aplicada el 3 de febrero de 2020 (ver anexo 3).

Actividad 2: lectura introductoria.

Una vez realizada la retroalimentación de la actividad anterior se pasa a la actividad 2 para analizar si hubo o no apropiación del concepto de aceleración y lo que este implica.

En esta parte del momento, en equipos de trabajo se analizaron movimientos en el contexto apoyándose en un texto informativo con el objetivo de distinguir tipos de movimiento de acuerdo a su velocidad en objetos del entorno. Después de realizar la lectura y entablar conversaciones en el grupo, se desarrolló un taller donde se debía llenar una tabla y responder algunas cuestiones, para el análisis se toma el numeral 2d de la actividad aplicada el 4 de febrero de 2020 (ver anexo 4).

A continuación, se presenta el análisis para cada estudiante y las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8 con las preguntas de cada actividad y las respuestas dadas por cada uno de los estudiantes (E1, E2, E3, E4 y E5).

Estudiante E1. De la Tabla 4 se puede notar que el estudiante E1 está en capacidad de distinguir en su contexto cuáles de los movimientos que observa a diario son acelerados y cuáles son no acelerados, pero se presentó dificultad al indagar sobre la caída de un objeto puesto que desacertadamente respondió que la velocidad del objeto es constante y no hay aceleración. Dentro del mismo ítem, al cuestionar por los pasos a seguir para solucionar la situación, se tenía la intención de que el estudiante enumerara el paso a paso para solucionar el problema, pero al parecer la pregunta está mal formulada o no fue comprendida en la explicación puesto que la respuesta dada es realizar el experimento. Una vez se hizo la retroalimentación con ejemplos contextualizados para consolidar o corregir sus concepciones, en la última respuesta se puede afirmar que hubo seguridad en la definición del concepto aceleración.

Tabla 4 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.	1	¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?	Acelerado: cuando un balón lo patean duro va a una gran velocidad. No acelerado: el reloj, porque el reloj tiene una velocidad constante, no aumenta. (tomada del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2).
		Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia hasta que finaliza?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?	Su velocidad es la misma, porque su velocidad no cambia y no hay aceleración.
		a. ¿Qué pasos debo seguir para solucionar la situación?	Los pasos que debo seguir para su solución es comprobar su movimiento experimentando. (tomada del instrumento de indagación de ideas alternativas ítem 3 y 3.a).
	2	¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?	Nos referimos cuando una velocidad aumenta. Se sabe que hay aceleración si la velocidad aumentó. (tomadas del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2.d).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E2. Al analizar la Tabla 5 correspondiente a las respuestas del estudiante E2, es posible afirmar que pudo dar ejemplos de al menos un caso que indique cuando hay o no hay aceleración en una situación y que, además, reconoce que en una caída la velocidad aumenta, pese a que afirma de manera errada que la aceleración aumenta. Al indagar respecto a los pasos seguidos para la resolución de la situación, no hay claridad ni precisión en la respuesta puesto que afirma que va a ver qué pasa con la aceleración al lanzar el objeto; para terminar, es posible resaltar que después de la puesta en común y las explicaciones pertinentes, en la respuesta final hay claridad conceptual.

Tabla 5 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.	1	¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?	Acelerado: cuando el corazón late muy fuerte. No acelerado: cuando duerme. (tomada del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2).
		Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia hasta que finaliza?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?	Lo que ocurrió con el borrador es que empieza con una velocidad menor y finaliza con una velocidad mayor porque cuando empezó estaba estable y después tomó una velocidad mayor. La aceleración aumenta.
		a. ¿Qué pasos debo seguir para solucionar la situación?	Los pasos son lanzar el borrador para ver qué pasa con su aceleración. (tomada del instrumento de indagación de ideas alternativas ítem 3 y 3.a).

	2	¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?	Cuando aumenta la velocidad. Está acelerado porque va más ligero y no está cuando va lento al mismo ritmo. (tomadas del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2.d).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E3. De la Tabla 6, para el estudiante E3 se puede deducir que el término aceleración no le es desconocido, al parecer comprende la condición necesaria para clasificar un movimiento como acelerado o no acelerado, respecto a la caída de los cuerpos se puede ver que no hay conocimiento de las características de este caso y por ende, no formula de manera acertada los pasos para solucionar la situación. Después de realizar la discusión y aclarar dudas, se nota que el concepto estudiado quedó claro.

Tabla 6 Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización Dificultades asociadas a la comprensión de	1	¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?	Acelerado: cuando hacemos un jugo en la licuadora. No acelerado: cuando el profe Edgar va a una velocidad constante. (tomada del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2).
		Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia	Su velocidad y su aceleración son constantes.

situaciones problema.		hasta que finaliza?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?	
		a. ¿Qué pasos debo seguir para solucionar la situación?	Los pasos son experimentar con cronómetro la caída del borrador.
	2	¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?	(tomada del instrumento de indagación de ideas alternativas ítem 3 y 3.a). Cuando aumenta la velocidad y aumenta la distancia del objeto. Cuando su velocidad es constante no está acelerado. (tomadas del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2.d).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E4. Continuando con el análisis, se tomaron las respuestas de la Tabla 7 para el estudiante E4. En este caso no hay discriminación entre movimiento acelerado y no acelerado en las situaciones que plantea, ello puede dar a entender poca claridad en el concepto o que, si hay claridad, pero no se percató de clasificar cada situación. Respecto a la caída de los cuerpos, sus respuestas son correctas y afirmó que la aceleración es la gravedad, siendo el único caso que expresó este conocimiento; propone como pasos para solucionar la situación, dejar caer el objeto para ver qué pasa. La respuesta a la última pregunta analizada dio cuenta de la consolidación del concepto estudiado.

Tabla 7 Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización	1	¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?	Cuando van vehículos en la vía y cuando las personas están practicando deportes. Estas situaciones aplican en los dos sentidos: aceleración y no aceleración. (tomada del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2).
Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.		Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia hasta que finaliza?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?	La velocidad del borrador va aumentando a medida que va cayendo hasta que cae, mientras que la aceleración será la misma porque la gravedad siempre será 9,8 en la tierra.
		a. ¿Qué pasos debo seguir para solucionar la situación?	El paso que hay que hacer es hacer caer el borrador a ver qué pasa. (tomada del instrumento de indagación de ideas alternativas ítem 3 y 3.a).
	2	¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?	Aceleración cuando un cuerpo avanza y aumenta su velocidad. Si un cuerpo acelera avanza más rápido y cada vez más rápido y que su movimiento no sea constante. (tomadas del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2.d).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E5. Para finalizar con el análisis de cada caso, se tomó la Tabla 8 correspondiente al estudiante E5. De la primera respuesta se pudo inferir que reconoce un movimiento acelerado, pero no tiene claridad acerca de movimientos no acelerados puesto que describió una caída libre afirmando que no hay aceleración, sin embargo, más adelante se refirió correctamente la caída del objeto diciendo que sí hay aceleración; dentro de la misma actividad al indagar sobre los pasos para resolver la situación, dejó ver que tiene una idea de los pasos a seguir para encontrar la solución del problema. Finalmente, se notó apropiación conceptual después de aclarar ciertas dudas.

Tabla 8 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría subcategoría de análisis y concepciones de movimientos acelerados y no acelerados para la resolución de problemas

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización	1	¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?	Acelerado: es cuando se juega un partido de fútbol, al momento en el que se va a realizar un tiro para lograr un gol se presenta una aceleración en el tiro. No acelerado: es cuando una hoja de árbol o de cuaderno cae no tiene una aceleración precisa, ni tampoco una dirección. (tomada del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2).
		Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia hasta que finaliza?, ¿por	La velocidad del borrador desde su inicio de caída hasta el final es que aumenta debido a que según el peso cae de forma rápida. Si hay aceleración.

Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema.		qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?	
		a. ¿Qué pasos debo seguir para solucionar la situación?	Los pasos que debo seguir para una solución son: sacar los datos, realizar la práctica de lo dicho en el ejercicio, analizar la pregunta y sacar una posible respuesta. (tomada del instrumento de indagación de ideas alternativas ítem 3 y 3.a).
	2	¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?	El término aceleración se refiere a variación que indica la variación de la velocidad por unidad de tiempo. El cuerpo está en movimiento acelerado cuando el cuerpo tiene velocidad rápida. (tomadas del instrumento de indagación de ideas previas ítem 2.d).

Fuente: elaboración propia.

En este primer momento fue posible identificar las diferentes ideas que tenían los estudiantes sobre conceptos relacionados con movimientos uniformes acelerados y no acelerados; inicialmente estas concepciones fueron consideradas como errores conceptuales que obstaculizan la resolución de problemas, pero a medida que se avanzó en la investigación fueron vistas como estructuras cognitivas que los estudiantes han adquirido de acuerdo con la información que llega desde su contexto y que juegan un papel esencial en el aprendizaje de conceptos relacionados con las ciencias, útiles para la resolución de problemas. Bajo este análisis, se confirmó que el aprendizaje memorístico dificulta alcanzar niveles de profundización de contenidos, en concordancia con Grisales, Gil y Palacios (2000).

A nivel conceptual, se pudo inferir que los estudiantes E1, E2, E3 y E5 están en capacidad de distinguir en su contexto cuáles de los movimientos que observan a diario son acelerados, pero el estudiante E4, no discriminó entre acelerado y no acelerado en las situaciones que planteó, ello puede dar a entender poca claridad en el concepto o que si hay claridad, pero no se percató de clasificar cada situación.

En el caso de movimientos no acelerados se podría afirmar que el estudiante E5 no tiene claridad acerca de movimientos no acelerados puesto que describe caída libre sin percatarse de que la aceleración corresponde a la gravedad terrestre. Los estudiantes E1 y E3 sí tienen claridad respecto a lo ocurrido en un movimiento no acelerado, en cuanto a E2 y E4 parecen no tener en claro la razón principal por la que un movimiento es no acelerado.

Es posible, además, deducir que los estudiantes E2, E4 y E5 saben que la velocidad de un cuerpo que cae aumenta hasta que llega al final de recorrido pese a que no especifican que aumenta desde cero siendo esta la velocidad inicial; E1 y E3 coinciden en afirmar que la velocidad es constante. Al cuestionar sobre la aceleración de un objeto que cae, E4 da la respuesta correcta afirmando que la aceleración es la gravedad, los estudiantes E2, E3 y E5 saben que hay aceleración, pese a que E2 afirma de manera errada que esta aumenta. Finalmente, E1 asevera que no hay aceleración.

Bajo las anteriores consideraciones, mediante el diálogo y retroalimentación se intentó dar claridad respecto a las condiciones que cumple un cuerpo para estar en movimiento uniforme acelerado y se habla de casos particulares del mismo como es la caída libre de los cuerpos.

En cuanto a la indagación de los pasos que siguen los estudiantes para solucionar problemas, se tenía la intención de que los estudiantes enumeraran el paso a paso para solucionar el problema, pero no se obtuvieron respuestas puntuales. En su totalidad, los estudiantes responden que el paso a seguir es hacer el experimento de dejar caer el borrador y nada más que eso, sin dejar en claro que se hará posteriormente.

Se puede afirmar que ellos no conocen una metodología específica o una receta a seguir, por consiguiente, según la clasificación de Varela y Martínez (1997), los estudiantes

se encuentran en la fase preliminar, donde se hacen conscientes de sus limitaciones al enfrentarse a un problema para cuya resolución no tienen las herramientas necesarias. En el próximo momento se inicia abordando una situación sencilla para dar paso a la introducción de un método que les ayude a solucionar problemas de cualquier tipo: abiertos o cerrados.

Por consiguiente, el análisis del momento permitió revalidar los aportes de Dufresne, Leonard y Gerace (2002),respecto a que los ejercicios repetitivos y la mecanización de procesos matemáticos, no contribuyen en la resolución problemas y no garantiza aprendizajes profundos en lo conceptual, procedimental y actitudinal.

Para finalizar, con ayuda de las respuestas dadas en la actividad 2 es posible afirmar que hubo apropiación del concepto de aceleración, puesto que los estudiantes en su totalidad coinciden en contestar que la aceleración hace referencia a un cambio en la velocidad de un móvil, esto se dio gracias a la retroalimentación y la lectura guiada con situaciones del mundo real para esta actividad. El haber clasificado objetos de su entorno con diferentes tipos de movimiento ayudó a reforzar el concepto mediante la búsqueda de situaciones contextualizadas, se hace necesario que incluyan además ejemplos donde haya desaceleración ya que no sólo se dan incrementos de velocidad sino también disminución de la misma.

8.2 ANÁLISIS DEL MOMENTO 2: DESUBICACIÓN

En este momento, la categoría analizada es dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado, en cuanto a la conceptualización, comprensión de situaciones problema y el tratamiento matemático de un problema. Las actividades que se desarrollaron se describen a continuación.

Actividad 3.El objetivo de la actividad es determinar la aceleración gravitatoria mediante la caída libre de un cuerpo, la práctica se realizó con elementos del contexto; una vez se recolectaron los datos, se procesaron y analizaron tratando de aplicar el método de Pólya. Para el análisis se toma la pregunta 2 de la actividad práctica aplicada el 6 de febrero de 2020 (ver anexo 6).

Actividad 4. En ésta actividad se planteó una situación que se deberá solucionar de forma individual con el propósito de identificar la manera como los estudiantes se enfrentan y abordan la resolución de un problema. Se propone responder las preguntas orientadoras de Pólya sin ayuda de la docente, las respuestas dadas son el objeto de análisis para la categoría. La actividad se aplicó el día10 de febrero de 2020 (ver anexo 7).

SITUACIÓN

Andrés se desplaza en su motocicleta a una velocidad de 43,2Km/h, nota que va a llegar tarde a una cita entonces acelera a $5m/s^2$; en el mismo momento un peatón que se encuentra 60m más adelante pretende cruzar la calle que tiene 12m de ancho con una velocidad constante de 4m/s. Si Andrés no frena, ¿atropellará al peatón?

Actividad 5.Con el fin de que el estudiante evalúe y autoevalúe el trabajo realizado y lo aprendido en las actividades 3 y 4, individualmente resolvieron un cuestionario de preguntas abiertas, tomando la pregunta 5 para el análisis. La actividad fue aplicada el día11 de febrero de 2020 (ver anexo 8).

Seguidamente, se presenta el análisis para las Tablas 9, 10, 11, 12 y 13 que contienen las preguntas de cada una de las tres actividades y las respuestas dadas por los estudiantes (E1, E2, E3, E4 y E5).

Estudiante E1. Para este segundo momento, se inició con el análisis de la Tabla 9 correspondiente al estudiante E1, quien afirmó y justificó que logró el objetivo gracias a que siguió los pasos de manera de correcta. Para resolver la situación de la actividad 4 se presentó dificultad ya, que al parecer, la situación no fue comprendida, se evidencia que ideó un plan de solución adecuado y acorde a los pasos sugeridos por Pólya, pero, finalmente falló en la solución porque al no comprender el problema le fallaron los procesos matemáticos.

Tabla 9 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
	3	¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?	Si porque seguimos bien los pasos de la guía y tomamos los datos exactos del tiempo. (tomada del taller de la práctica ítem 2).
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema. Dificultades asociadas al	4	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Está un poco difícil porque me faltan datos, falta el tiempo del conductor y no se sabe si se puede resolver así.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Con el resaltador pinto los datos. Veo que me pide el problema. Busco la formula. Hago operaciones. Escribo la respuesta.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	El procedimiento para la primera parte estuvo bien pero para la segunda parte no me sirvió porque me falta el tiempo del conductor y en la fórmula me lo pide. No puedo encontrar otra forma de hacerlo sin el tiempo.
	5	Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Se tenía que seguir un planteamiento, es decir primero comprender, después sacar los datos que nos brindaba el problema, luego intentamos resolver

tratamiento matemático.	el problema para contestar la pregunta que se formuló en el problema. (tomada del instrumento de evaluación y autoevaluación ítem 5).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E2. De la Tabla 10 se puede notar que el estudiante E2 no obtuvo el resultado esperado, aunque recolectó bien la información, hubo un manejo inadecuado de los procesos matemáticos; al solucionar la situación de la actividad 4, formuló de manera acertada el paso a paso a seguir, pero persiste el problema matemático que le impidió llegar a la respuesta correcta. En conclusión, identifica los pasos para resolver problemas, sin embargo, su dificultad con el manejo de ecuaciones le impide alcanzar su objetivo.

Tabla 10 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
	3	¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?	No, tomé bien los datos pero había aplicado mal la ecuación y despejé mal sino si me daba. (tomada del taller de la práctica ítem 2).
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento	4	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Lo difícil del problema es que toca convertir la medida de la velocidad y a veces sale mal y se daña todo. Saco los datos que dan y lo que piden. Paso a las mismas unidades.

uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema. Dificultades asociadas al tratamiento matemático.	5	**PASO 2.** Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir? Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Reemplazo los datos y hago las operaciones. El procedimiento que hice si me sirvió porque si pude convertir y la fórmula está bien pero me confundí para despejar y me ha dado mal un resultado. Sigo los procedimientos primero de reconocer los datos y plantearme la solución del problema, convierto todos los valores y realizó un gráfico correspondiente a la situación aunque no sabía cómo encontrar el último valor. (tomada del instrumento de evaluación y autoevaluación ítem 5).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E3. De la Tabla 11, para el estudiante E3 se puede deducir que realizó un proceso adecuado y pertinente, puesto que logró encontrar el valor solicitado; la situación planteada en la actividad 4, al parecer fue entendida y hay claridad en el procedimiento a seguir para dar solución; su preocupación radicaba en la dificultad para el momento del tratamiento matemático de los datos, lo que efectivamente lo condujo a la no obtención del resultado que esperaba.

Tabla 11Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema. Dificultades asociadas al tratamiento matemático.	3	¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?	Si, el valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria. (tomada del taller de la práctica ítem 2).
	4	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Ya entendí que es lo que pasa y lo que toca hallar, pero cuando voy a buscar las fórmulas me confundo y me da más problema si me toca despejar.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Hago un dibujo y le pongo los datos. Busco la ecuación que tenga los datos. Pongo los datos en la ecuación y despejo lo que toca hallar.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	El procedimiento no me sirvió todo porque me olvidé de convertir y despeje mal, no me dio bien ningún resultado. En el procedimiento me falta convertir.
	5	Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	El procedimiento que se sigue es comprender la situación, analizar los datos, tener en cuenta los datos y también aplicar ecuaciones para poder tener el resultado que se pide. (tomada del instrumento de evaluación y autoevaluación ítem 5).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E4. Continuando con el análisis, se tomaron las respuestas de la Tabla 12 para el estudiante E4. En este caso, el resultado no fue el esperado debido a diferentes factores de tipo procedimental en la toma de datos, según lo afirma el estudiante, puede ser que no haya seguido el paso a paso de manera adecuada. Se pudo notar que la situación

propuesta en la actividad 4 no fue comprendida, ya sea porque no leyó bien o como él lo afirma, se le dificulta el manejo de datos con sus respectivas unidades de medida; el procedimiento a seguir no es lo suficientemente claro y preciso, por ende lo conduce a una solución errada.

Tabla 12 Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
	3	¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?	No me dio el valor de la gravedad porque creo que afectó el viento y la naranja que use se partió y cuando usaba otra naranja ya no daba los mismos tiempos. (tomada del taller de la práctica ítem 2).
Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de	4	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	No entiendo la segunda pregunta, no sé cómo van los datos para esa parte del problema y me falta la aceleración del peatón. No se las unidades de medida de cada cosa, no me las he aprendido.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Sacar los datos que da y los que pide. Buscar una ecuación fácil que no toque despejar tanto. Dar las respuestas.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución.	Lo que hice no sirve porque estaba mal todo. No pude despejar las fórmulas,

situaciones problema. Dificultades asociadas al tratamiento matemático.		El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	estaba viendo otro problema pero había sido diferente. Me di cuenta que no hacía falta aceleración para el peatón tarde.
	5	Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	No tuve muy en claro los procedimientos pero primero se tiene que sacar los datos luego conversión y aplicar la fórmula. (tomada del instrumento de evaluación y autoevaluación ítem 5).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E5. Para finalizar con el análisis de cada caso, se tomó la Tabla 13 correspondiente al estudiante E5. Se pudo observar y verificar que obtuvo el valor solicitado al haber realizado el paso a paso recomendado en la guía, además de ser persistente en la búsqueda de la información necesaria. La situación propuesta en la actividad 4 fue comprendida, pero afirmó presentar dificultad al procesar los datos, lo que dificultó la obtención de la respuesta correcta; al principio faltó precisión en el procedimiento, lo cual fue mejorado en la última actividad del momento.

Tabla 13 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la práctica, la resolución del problema y la autoevaluación

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
	3	¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?	Si me dio porque repetí varias veces la toma del tiempo y me quedé con los datos que si me servían. (tomada del taller de la práctica ítem 2).

Dificultades de aprendizaje asociadas al movimiento uniforme acelerado. / Dificultades asociadas a la conceptualización. Dificultades asociadas a la comprensión de situaciones problema. Dificultades asociadas al tratamiento matemático.	4	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	El problema si se entiende pero uno se confunde cuando ya toca sacar los datos y convertir las medidas.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Primer hago un esquema del problema y le pongo los datos viendo que estén bien y encuentro las fórmulas que sirven y ya sale.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	El procedimiento si me sirvió porque iba bien todo y cuando revisé con la profesora me di cuenta que no use la aceleración y por eso contesté mal la pregunta.
	5	Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Entender bien de qué se trata y lo que se quiere saber. Dibujar el problema. Sacar los datos. Usar el factor de conversión. Aplicación de las fórmulas para llegar al resultado. (tomada del instrumento de evaluación y autoevaluación ítem 5).

Fuente: elaboración propia.

En este segundo momento se analizó la manera cómo los estudiantes abordaban problemas para tratar de darles solución. Respecto al cálculo de la gravedad, se puede afirmar que en su mayoría lograron sortear dificultades ambientales y procedimentales para culminar con éxito su práctica; se evidenció, además, cómo de manera indirecta, se aplicaron los cuatro pasos de Pólya para resolver la situación planteada. La situación problema formulada de manera teórica permitió examinar la forma cómo los estudiantes afrontaban el problema para darle solución, cada uno de ellos trató de comprenderlo y aplicar los procedimientos necesarios que lo condujeran al resultado esperado, en algunos

casos no se alcanzó tal propósito ya sea por no llevar una secuencia lógica o por fallas de procedimiento.

Al analizar las respuestas numéricas del valor de la gravedad, se pudo notar que los estudiantes E2 y E4 no obtuvieron el resultado esperado, no lograron resolver el problema por diversas circunstancias que ellos exponen; ya sea porque no manipularon adecuadamente el cronómetro, aplicaron mal la ecuación para obtener el valor buscado o no usaron otros materiales de manera correcta y por ello su trabajo se vio frustrado en gran medida.

Por su parte, los estudiantes E1, E3 y E5 lograron su objetivo gracias a que fueron persistentes y siguieron los pasos de manera de correcta, tal como lo indican en sus respuestas.

Se pudo observar mientras realizaban la práctica, la manera como buscaban sortear algunas dificultades como el clima: viento y lluvia, manipulación de su material de trabajo y diversas circunstancias que se presentaron como la presencia de estudiantes de otros grados que perturbaban su trabajo, razón por la cual algunos de los estudiantes decidieron acertadamente tomar datos en sus casas. Lo anterior hace que se desarrollen competencias y habilidades que conllevan a la resolución de problemas de las ciencias vividos en su contexto.

Según la clasificación de García (2003), se pudo identificar que al intentar dar solución al problema se presentan dificultades de proceso al formularlas estrategias de solución y la construcción de respuestas al problema, así como también, en la falta de verificación de las respuestas. Se distinguieron también dificultades de orden interno, en lo referente a la aplicación conceptual errónea de conocimientos básicos y a la falta de confianza en sus capacidades.

Al proponer como problema práctico el cálculo de la gravedad en la región, se buscaba despertar la curiosidad y conducir a los estudiantes hacia la búsqueda de estrategias para la solución de la situación. De acuerdo con las estrategias citadas por Poggioli (1999), los estudiantes usaron métodos heurísticos al buscar problemas similares

como modelo y acudieron a procesos de pensamiento divergente al desarrollar la creatividad para buscar alternativas de solución.

Se analizaron de manera general las respuestas a las preguntas correspondientes a los pasos seguidos por los estudiantes al tratar de resolver una situación planteada en relación con el contexto:

Paso1: comprender el problema. Los estudiantes E1 y E4 presentan dificultad en esta etapa puesto que creen que las condiciones no son suficientes lo cual indica que la situación no ha sido comprendida; caso contrario ocurre con los estudiantes E2, E3 y E5 quienes afirman que comprenden el problema, pero encuentran dificultad en el manejo matemático de ecuaciones y los procesos implicados en su desarrollo.

Paso 2: concebir un plan. Los estudiantes están en capacidad de plantear la estrategia a usar para resolver el problema; ellos coinciden en algunos aspectos, lo que indica que ya se han enfrentado a otras situaciones de este tipo, habría que examinar si su plan les permite llegar a la solución.

Pasos 3 y 4: ejecutar el plan y examinar la solución, respectivamente. Los estudiantes E1, E2, E3 y E4 fallaron en los procesos matemáticos, ya sea en el cambio de unidades, despejar de manera inadecuada o usar mal la calculadora para dar la respuesta requerida por el problema. El estudiante E5 sólo falló en un paso que lo llevó a dar una respuesta no valida, pero siguió el procedimiento de manera correcta y logró identificar y sortear su dificultad. Con la retroalimentación, cada uno revisó su trabajo para replantear el proceso de resolución.

Al cuestionar lo referente al procedimiento que deben seguir para solucionar un problema, se pudo inferir que E1, E2, E3 y E5 tienen establecido de manera clara un paso a paso para solucionar la situación propuesta. Si bien es cierto lo expresan en diferentes maneras, los cuatro coinciden correctamente en el plan a seguir, plan que seguramente los llevará a encontrar la respuesta adecuada si lo aplican como lo enuncian y realizan un buen tratamiento matemático de las ecuaciones y los cálculos pertinentes.

El estudiante E4, acierta al afirmar que no tiene claro el procedimiento a seguir, esto es notorio puesto que en su respuesta redactada hace ver como algo muy simple el resolver un problema, que es cuestión de sacar datos y aplicar formulas.

Finalmente, en la última actividad del momento, los estudiantes coincidieron en afirmar que la resolución de problemas contextualizados ayudaba a mejorar el aprendizaje porque los retos motivan a pensar y aplicar lo aprendido, siendo más productivo su proceso de aprendizaje. En este momento, los estudiantes se encuentran en la fase de enfoque, de acuerdo a la clasificación de Varela y Martínez (1997), en el sentido del seguimiento de pautas y orientaciones de trabajo.

8.3 ANÁLISIS DEL MOMENTO 3: REENFOQUE

En este momento final se abordó como categoría la resolución de problemas aplicando el método de los cuatro pasos de Pólya, siendo esta una estrategia que permite incorporar los conceptos de diferentes disciplinas al pensamiento del estudiante, construir relaciones significativas y que se reconozcan los procedimientos asociados. Esta categoría permitió indagar en los estudiantes cómo el método en estudio facilita la resolución de problemas y genera cambios en la forma de ver y pensar las situaciones cotidianas que se presentan en su entorno. A continuación, se describen las actividades aplicadas.

Actividad 6.La actividad pretendía familiarizar al estudiante con el método de Pólya, útil para la resolución de problemas dentro de la Física mediante la solución guiada de algunos ejercicios de aplicación contextualizados con situaciones del entorno. Para el análisis se toma la situación problema número 5 de la actividad práctica aplicada el 11 de febrero de 2020 (ver anexo 10). La situación que se resolvió siguiendo el método de los cuatro pasos de Pólya fue la siguiente:

Una vaca corre a una velocidad de 4m/s en el momento en el que visualiza una gallina atravesada en la carretera a unos 20m. ¿Cuál debe ser la desaceleración de la vaca para parar justo antes de atropellar a la gallina?

Actividad 7.Con el fin de determinar la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, se entregó un taller con cinco situaciones para resolver en casa aplicando el método aprendido. Para el análisis se toma la situación problema número 5 de la actividad práctica aplicada el 13 de febrero de 2020 (ver anexo 11). La situación elegida al azar se indica a continuación.

David debe recoger a Juliana en 2min. Si Juliana vive a 20Km desde su casa y acelera en su moto uniformemente a razón de $4m/s^2$; ¿alcanzará a recogerla a tiempo?

Actividad 8.En la etapa final se evaluó la participación de los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica en cuanto a aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales, evidenciables durante el proceso; para ello se aplicó un cuestionario de autoevaluación que consta de 6 preguntas abiertas, se toma la pregunta número 6 para el análisis puesto que en este ítem los estudiantes reflexionan su aprendizaje con el método implementado. La actividad fue aplicada el día14 de febrero de 2020 (ver anexo 12).

A continuación, se presenta el análisis de las Tablas 14, 15, 16, 17 y 18 donde se presentan las preguntas seleccionadas de cada actividad y las respuestas dadas por los estudiantes (E1, E2, E3, E4 y E5).

Estudiante E1. Para analizar el momento final, se inició con el estudio de las respuestas contenidas en la Tabla 14 correspondiente al estudiante E1, quien dejó deducir que comprendió las situaciones propuestas en las actividades 6 y7, y presentó una buena estrategia para identificar los datos; el procedimiento seguido fue acertado e incluye buscar apoyo en un ejercicio similar, sólo en un problema no obtuvo el resultado al no manejar de manera correcta una ecuación, tal como lo expresó en su respuesta. Se puede deducir que los estudiantes se cuestionaron de manera adecuada y consciente su reflexión y evaluación sobre el proceso y el trabajo desarrollado durante las actividades propuestas; cabe resaltar que este estudiante solicitó conformar el grupo a ser intervenido al darse cuenta que tenía algunas dificultades en el tema en cuestión. En la parte final, el estudiante realizó procesos metacognitivos para evaluar su desempeño y así pudo identificar sus fortalezas y

debilidades respecto a los aprendizajes alcanzados; estos procesos son fundamentales para el desarrollo integral durante el aprendizaje.

Tabla 14 Relación entre las respuestas del estudiante E1, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Resolución de problemas. / Método de los cuatro pasos de Pólya. Comprender el problema.	6	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Este problema si esta fácil porque se puede imaginar lo que pasa con la vaca y la gallina y sé que busco. Lo voy a hacer así: Con el resaltador pinto los datos. Veo que me pide el problema.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Voy a buscar un problema parecido y hago los pasos que se pueda hacer aplicando las fórmulas necesarias.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	En mi procedimiento busqué la fórmula, hice las operaciones y escribí la respuesta. El procedimiento estuvo bien pero despeje mal una fórmula entonces el resultado no dio.
	7	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	El problema no está difícil de entender porque se puede imaginar como el otro y sé que es lo que busco. Lo voy a hacer como los otros. Con el resaltador pinto los datos. Veo que me pide el problema.

Trazar un plan. Poner en práctica el plan. Comprobar los resultados.		**PASO 2.** Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Busco un problema parecido y hago los pasos que pueda hacer de la misma forma. Encontré las fórmulas, hice las operaciones y escribí la respuesta. El procedimiento estuvo bien y el resultado es el mismo de otros compañeros.
	8	¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?	Aprendí a leer bien para entender los problemas y después ya se pueden seguir los pasos, también que hay que tener buena actitud y ganas de hacer las cosas. (tomada del instrumento de evaluación final ítem 6).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E2. Al analizar la Tabla 15 correspondiente a las respuestas del estudiante E2, es posible afirmar que hubo comprensión de cada una de las situaciones e identificó los datos proporcionados y solicitados, además de relacionarlas con situaciones similares que guiaron su solución. Pese a que los procedimientos utilizados fueron apropiados, se sugirió reforzar en lo referente a procesos matemáticos, tal como él mismo lo reconoció. En el numeral de evaluación se pudo inferir que el estudiante cuestionó conscientemente su proceso, lo que lo condujo a la reflexión y evaluación del trabajo desarrollado durante las actividades propuestas y examinó sus debilidades comprometiéndose al mismo tiempo con su aprendizaje, consideración que fue digna de resaltar al igual que el avance en su rendimiento académico.

Tabla 15 Relación entre las respuestas del estudiante E2, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final.

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Resolución de problemas. / Método de los cuatro pasos de Pólya. Comprender el problema. Trazar un plan.	6	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Lo bueno es que se puede entender y no tengo que convertir nada porque todo está en metros. Para resolver: Saco los datos que dan y lo que piden.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Ya entendí el problema y me acuerdo que la profe nos hizo hacer uno parecido con un auto y una persona ese me sirve para guiarme.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Los pasos de reemplazar los datos y hacer las operaciones si me sirvió hacerlos y la formula está bien pero me confundí para despejar y me ha dado mal un resultado.
	7	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Si lo puede entender y veo que tengo que convertir los kilómetros en metros. Para resolver voy a sacar los datos que dan y lo que piden.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Hay situaciones que se parecen y ahora me parece más fácil resolver sin verlas.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la	Reemplace los datos, despejé, hice las operaciones y otra vez me confundí para despejar y no me salió el resultado y respondí mal. Tengo que aprender a despejar.

Poner en práctica el plan.	8	situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	
Comprobar los resultados.		¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?	Ahora entiendo que es importante ser ordenado en hacer los pasos para hacer bien un problema y no darse por vencido, aprendí a no desesperarme por hacer el problema, tengo que estar concentrado. (tomada del instrumento de evaluación final ítem 6).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E3. De la Tabla 16, para el estudiante E3 fue posible afirmar que realizó un buen análisis de las situaciones para llegar a comprenderlas y representarlas en esquemas gráficos que le fueron de mucha ayuda puesto que logró su objetivo y se notó entusiasmo y motivación en sus respuestas. En la respuesta de autoevaluación se apreció una reflexión profunda referente al proceso desarrollado durante las actividades; reconoció la importancia que juega el papel de la concentración, la disciplina, el interés y la confianza en sí mismo, lo que le ayudó a mejorar su aprendizaje y fortalecimiento de sus habilidades.

Tabla 16 Relación entre las respuestas del estudiante E3, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final

Categoría/ Subcategoría	**Número de actividad**	**Preguntas**	**Respuestas**
	6	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	La situación si se puede entender, está claro lo que pasa y a que toca llegar. Lo puedo solucionar haciendo esto: Hago un dibujo con los datos. Puedo explicar el problema con mis palabras o dibujándolo y después

Resolución de problemas. / Método de los cuatro pasos de Pólya. Comprender el problema. Trazar un plan. Poner en práctica el plan. Comprobar los resultados.	7	**PASO 2.** Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir? **PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación? **PASO 2.** Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	aplicar los pasos de los datos con la ecuación. En el procedimiento yo busco la ecuación que tenga los datos, pongo los datos en la ecuación y despejo lo que toca hallar y si me sirvió porque encontré la respuesta bien y me di cuenta que se podía con otra ecuación más fácil. Está claro lo que pasa y lo que se quiere saber. Lo puedo solucionar como ya lo hago antes y es haciendo un dibujo y poniendo los datos. Ahora ya se puede analizar los datos porque se entiende muy bien. Busqué la forma más fácil y solo use una ecuación, reemplace los datos en la ecuación y despejé bien y si me sirvió porque encontré la respuesta bien y me puse feliz.
	8	¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?	Yo ya sabía algunos pasos pero entendí que no es necesario saberse los pasos si los aplica mal hay que analizar bien y tener confianza en lo que uno sabe. (tomada del instrumento de evaluación final ítem 6).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E4. Avanzando con el análisis, se tomaron las respuestas de la Tabla 17 correspondientes al estudiante E4, quien dio a entender que las situaciones que se le presentaron fueron comprensibles, tenía claridad en el plan a seguir y la estructura dada al paso a paso le ayudó a encontrar las respuestas solicitadas en cada problema notando al final que había opciones más sencillas para la solución. Al final, en la actividad de autoevaluación dejó apreciar que superó una debilidad que posiblemente afectaba su rendimiento anteriormente, la reflexión ayudó a identificar y fortalecer algunos aspectos que entorpecían el proceso de aprendizaje y aplicación del mismo, además delos aspectos comportamentales y procedimentales.

Tabla 17 . Relación entre las respuestas del estudiante E4, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Resolución de problemas. /	6	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	Este problema no está difícil y las unidades están bien todas ya sé que es lo que dan y que es lo que piden. Voy a seguir unos pasos: Sacar los datos que da y los que pide.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Busco problemas que se parezcan para guiarme solamente porque cada problema tiene algo diferente y toca estar atento de eso porque a veces son otras fórmulas.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Como ya tenía los datos busqué una ecuación fácil que no toque despejar tanto, hice operaciones y la respuesta dio bien. Vi lo que hacían los compañeros y hay otra forma de resolver con una sola fórmula.

Método de los cuatro pasos de Pólya. Comprender el problema. Trazar un plan. Poner en práctica el plan. Comprobar los resultados.	7	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación? **PASO 2.** Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Si se entiende este problema y me toca convertir la distancia y el tiempo, ahora saco los datos que me dan y lo que me piden. Encontré problemas parecidos y me guie un poco para no confundirme y que salga bien. Busqué otra vez una ecuación fácil, hice operaciones y la respuesta si estaba bien. Ya aprendí más a resolver los problemas.
	8	¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?	Aprendí a hacer los ejercicios con calma y con paciencia porque la profe dice que del afán queda el cansancio y uno hace las cosas a medias. (tomada del instrumento de evaluación final ítem 6).

Fuente: elaboración propia.

Estudiante E5. Para terminar con el análisis de cada caso, se tomó la Tabla 18 correspondiente al estudiante E5, quien confirmó como también lo hicieron los compañeros, su agrado e interés por la resolución de problemas relacionados con el contexto, esto le permitió comprender las situaciones facilitándole la formulación del plan a seguir. El plan concebido funcionó de tal manera que le ayudó a buscar diferentes estrategias y quedarse con la más adecuada para llegar de manera acertada a sus respuestas, esto se dio gracias a su interés y gusto por la asignatura. En la última respuesta que corresponde a la actividad 8, hizo una reflexión profunda en cuanto al desarrollo del problema y a la importancia de analizar las respuestas obtenidas y no conformarse con un valor numérico, esto indicó una autoevaluación consciente sobre el proceso y el trabajo

realizado durante la unidad didáctica, su proceso metacognitivo ayudó a identificar sus fortalezas en diferentes aspectos de su aprendizaje y formación integral.

Tabla 18 Relación entre las respuestas del estudiante E5, categoría, subcategoría de análisis y resultados de la resolución de problemas y evaluación final

Categoría/ Subcategoría	Número de actividad	Preguntas	Respuestas
Resolución de problemas. / Método de los cuatro pasos de Pólya. Comprender el problema. Trazar un plan.	6	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	La situación es entendible y me gusta porque es con cosas que conozco en mi región entonces me parece interesante.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?	Solucionó el problema haciendo lo siguiente: Hago un esquema del problema y le pongo los datos viendo que estén bien. Como el problema ya lo entendí lo puedo explicar y sé que lo puedo hacer siguiendo los pasos y no necesito buscar uno parecido.
		PASO 3. Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Comprendí la situación ahora encuentro la fórmula que sirve y ya sale. El procedimiento si me sirvió porque la profesora tenía la misma respuesta mía entonces no voy a usar otra forma porque hice la más fácil.
	7	**PASO 1.** Comprender el Problema. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?	La situación es muy clara y me parece interesante como muchas que nos pone la profe. Voy a seguir estos pasos:

Poner en práctica el plan. Comprobar los resultados.			Hago un esquema del problema y le pongo los datos y los convierto.
		PASO 2. Concebir un Plan. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir? **PASO 3.** Ejecución del Plan. **PASO 4.** Examinar la Solución. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así ¿qué otro procedimiento debo seguir?	Puedo explicarlo a mis compañeros y sigo con todos los pasos que me ayudan a encontrar la respuesta. La situación se puede resolver de dos maneras escogí la más fácil y rápida y el procedimiento me sirvió porque comparé con otros compañeros y daba lo mismo.
	8	¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?	Que no debo dudar de mis capacidades y si un problema no da el resultado hay que intentar una y otra vez y cuando ya se puede hay que analizar el resultado porque no es solo sacar un número. (tomada del instrumento de evaluación final ítem 6).

Fuente: elaboración propia.

En la etapa final, según Varela y Martínez (1997), entramos a la fase de confrontación y aplicación, donde los estudiantes están en condiciones de resolver diferentes problemas que se les proponga, puesto que vienen de un proceso de aprestamiento. Es aquí donde se implementó el método de los cuatro pasos de Pólya en la resolución de problemas obteniendo como resultado un avance significativo en la competencia mencionada y generando cambios evidenciables en la forma de ver y pensar las situaciones cotidianas que se presentan en su entorno. Tomando como referente comparativo la investigación de González (2008), quien no obtuvo los resultados esperados al aplicar el método, coincidimos al notar que los estudiantes aplican de manera alternativa

métodos heurísticos y mecanismos que suelen resultar útiles para abordar y resolver los problemas.

Al proponer las situaciones problema, se tomó en cuenta la recomendación de Silva (2009) respecto a que se deben plantear problemas y no ejercicios si lo que se desea es producir construcción del conocimiento. En las situaciones expuestas, los cuatro pasos de Pólya fueron visto como una metodología auxiliar eficiente en la resolución de problemas, puesto que permite al estudiante llevar un orden que en la mayoría de los casos dio resultado, en uno de los estudiantes se presentó dificultad, pero de carácter procedimental en el manejo matemático, lo que no lo llevó a obtener los resultados esperados.

Se analizó la parte final de la resolución de problemas mediante la aplicación del método de Pólya, para ello se tomaron las respuestas a las preguntas correspondientes a los pasos seguidos por los estudiantes para dar solución a la situación planteada:

Paso 1: comprender el problema. En su totalidad, los estudiantes afirman comprender la situación, al analizar sus respuestas se puede decir que es verdad puesto que han identificado las incógnitas y los datos, saben que es necesario realizar conversión de unidades, proponen pintar los datos y realizar un esquema de apoyo. Lo anterior demuestra que hay un avance significativo en este paso fundamental y básico, comprender la situación marca un buen inicio para llegar a lo requerido.

Paso 2: concebir un plan. Los estudiantes, E1, E2 y E4 al trazar o idear un plan, continúan creyendo que es necesario y de gran apoyo buscar una situación similar como guía para enfrentarse al problema que se les presente. E3 y E5, no creen necesitar de una situación similar para apoyarse y solucionar el problema porque lo entienden muy bien y saben lo que tiene que hacer; su metodología les ha funcionado y es su manera de utilizar los conocimientos adquiridos.

Pasos 3 y 4: ejecutar el plan y examinar la solución, respectivamente. En esta parte, el trabajo de los estudiantes fue exitoso, se pudo notar que pusieron en juego sus conocimientos, su capacidad de análisis, sus competencias y habilidades. E2afirma no haber llegado a la respuesta correcta para responder a la pregunta de la situación al no

despejar de manera correcta las fórmulas utilizadas; E1, E3, E4 y E5 lograron encontrar la respuesta al problema y lo saben porque compararon entre compañeros al hacer su socialización.

Desde que se expuso el método se considera conveniente y necesario que cada paso, más no cada problema, sea memorizado para que el estudiante lleve un esquema mental que le guie la resolución de las situaciones presentadas; al respecto, Sancho(2011) recomienda realizar actividades que destacan recordar lo memorizado, discrepando con Moreno(2012) quien concluye que un aprendizaje significativo no puede reducirse a la memorización, ni tampoco a la aplicación mecánica de ciertas técnicas y procedimientos.

En conclusión, se puede manifestar que al aplicar la estrategia se obtuvieron excelentes resultados, notándose apropiación y aprendizaje del método. Cada uno de los pasos fue llevado a cabo cuidadosamente una y otra vez, es así como los estudiantes ejercieron las libertades expuestas por Pólya (1981), pensando por sí mismos, cuestionando y sin temor a equivocarse practicaron hasta conseguir sus objetivos. Lo anteriormente expuesto se puede evidenciar en los diferentes momentos de la evaluación durante el proceso, realizada por los estudiantes y la docente; estos momentos de reflexión y cuestionamiento fueron de gran utilidad, puesto que llevaron a los estudiantes y al docente a identificar fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

9 CONCLUSIONES

Tal como la investigación lo ha demostrado, parece ser necesario abordar las situaciones problema que se plantean a los estudiantes desde una perspectiva más analítica y menos mecánica, en este sentido, se afirma que la persistencia en el mecanicismo ha obstaculizado la comprensión de las situaciones problema y el avance a las siguientes etapas propuestas por Pólya (1954) para solucionar el problema como un todo.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la intención del primer objetivo apuntaba a identificar las estrategias que aplican los estudiantes al resolver problemas de movimiento uniforme acelerado y en concordancia con las respuestas analizadas, se concluye que los estudiantes no cuentan con estrategias y metodologías coherentes para solucionar situaciones, por consiguiente se precisa la implementación de un método que permita abordar el análisis y la solución de problemas de cualquier tipo, ya sean abiertos o cerrados. La implementación del método Pólya resultó ser eficaz en la medida que se mejoró la posibilidad de consolidar el dominio conceptual en la estructura cognitiva de los estudiantes, y permitió a la docente adquirir y aplicar nuevas herramientas en el aula para reforzar la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, el cual representa la base de las aplicaciones posteriores.

Con respecto al segundo objetivo, al examinar la pertinencia del método Pólya para la resolución de problemas de Física en la educación media, se puede manifestar que la investigación demuestra que la estrategia de enseñanza - aprendizaje desarrollada en el marco de la resolución de problemas, permitió mejorar la motivación, la participación, la capacidad para observar, predecir, y expresar libremente sus posturas frente a la resolución de un problema; además, se generaron cambios evidenciables en la forma de ver y pensar las situaciones cotidianas que se presentan en el entorno.

Por consiguiente, teniendo presente el tercer objetivo, identificar el aporte del método de Pólya en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado al finalizar la unidad didáctica, se podría inferir que la implementación de este tipo de metodologías da la posibilidad al estudiante el pasar de ser mecánico y pasivo a ser un individuo activo, propositivo y creativo; el hecho de crear un plan, aplicarlo y verificarlo lo

hace artífice directo de su propio aprendizaje y le permite desarrollar la habilidad para resolver problemas en diferentes campos del conocimiento, así como también en diversos contextos utilizando esta habilidad en su entorno laboral, cultural y familiar.

Para finalizar, se puede decir que al aplicar la estrategia hubo apropiación y aprendizaje del método; por tal razón es conveniente continuar en esta línea, de tal manera que los docentes se responsabilicen de los procesos de formación en este campo y puedan aplicar la resolución de problemas de manera interdisciplinar.

10 RECOMENDACIONES

Dentro de la investigación se desea que haya una mejora continua de la misma, por lo tanto, se sugieren algunas recomendaciones con base en los resultados y las conclusiones a que se llegó luego del presente estudio.

Desde el punto de vista metodológico, se sugiere que la resolución de problemas en Física no se limite a solucionar ejercicios repetitivos y buscar la fórmula más apropiada para ser aplicada en su proceso de solución, sino más bien se opte por diferentes metodologías donde se involucren problemas del contexto, propiciando así un aprendizaje óptimo debido a que los retos a través de situaciones reales motivan a pensar y aplicar lo aprendido.

En lo referente a la parte académica, es conveniente que en los procesos de aula se insista más en la aplicación de estrategias innovadoras que mejoren el aprendizaje, que permitan desarrollar en los estudiantes las habilidades mentales donde se privilegie el aprendizaje reflexivo, sobre la enseñanza transmisioncita y donde el estudiante sea el responsable de su aprendizaje. La investigación en el aula junto con la estrategia metodológica adecuada, deben estar inmersas dentro del currículo de Ciencias Naturales con el fin de unificar criterios en beneficio del proceso enseñanza-aprendizaje, de tal manera que se construyan nuevos saberes centrados en el estudiante como sujeto activo y participativo.

Se considera relevante, además, adecuar el desarrollo temático de la asignatura más a lo práctico que a lo teórico para que los estudiantes entiendan y comprendan lo interesante y aplicativo de la Física dentro del desarrollo humano y tecnológico, con ello se conseguirá un compromiso de aprendizaje que conlleve a potenciar sus habilidades y creatividad en la puesta en marcha de estrategias y métodos que ofrecen buenos resultados académicos.

Mediante la aplicación de diferentes estrategias de enseñanza, se crea la necesidad del cambio de rol del docente, de transmisor de conocimientos a un ser reflexivo, que interprete la realidad y cree situaciones nuevas a partir de los problemas de la cotidianidad

de sus estudiantes con el fin de transformarla y lograr así, un mejoramiento de la calidad de la educación.

11 REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Campoy, A., Tomás, J. y Gomes, E. (2016). *Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación.* Editorial EOS. p. 273-300.

De Guzmán, M. (1991). *Para pensar mejor: desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos.* Labor, Barcelona.

Dufresne, R. J., Leonard, W. J., & Gerace, W. J. (2002). *Marking sense of students´ answers to multiple - choise question.*The physics teacher. *40*(3), 174-180.

Dumas, A., Gil, D., Martínez, J., Ramirez, L. y Caillot, M. (1988). *La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. Investigación en la escuela,* (6), 3–20.

Frazer, M.J, (1982). *Solving Chemical Problems.*Chemical Society Review. 11(2), p. 171-190.

García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad.* Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. 300p.

Garrett, R. M. (1988). *Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea], Vol. 6, n.º 3, pp. 224-30.

González, L. (2008). *Estrategias para la resolución de problemas*. (Trabajo de grado)Universidad de Valladolid. Facultad de Educación y Trabajo Social. Departamento de Matemáticas.

Grisales, G., Gil, G.y Palacios, J. I. (2000). *La resolución de problemas para el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores: una propuesta a la enseñanza de la Física Newtoniana.*

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación.* Quinta edición. DF México- México: Mc Graw Hill.

Jessup, M. (s.f.). *Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales.* Departamento de Biología Universidad Pedagógica Nacional. Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación. Red académica. 1-11.

Mallart, J. (2001). Artículo: *Didáctica: concepto, objeto y finalidad.* 1-31.

Mayer, R. (1986). *Pensamiento, Resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós.

Ministerio de Educación Nacional (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje Vol.1*. Colombia: Panamericana Formas E Impresos S.A.

Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. Colombia: Revolución Educativa Colombia Aprende.

Moreno, R. (2012). *Influencia de la resolución de problemas en el aprendizaje de las ecuaciones de primer grado en la escuela secundaria* (Tesis de maestría).

Neiman, G. & Quaranta G. (2006). L*os estudios de caso en la investigación sociológica.* En: Vasilachis, I. E*strategias de investigación cualitativa.* España. Gedisa. 213-237

PEI IEM. José Antonio Galán (2018).

PEI IEM. José Antonio Galán (2020).

Poggioli, L. (1999). *Estrategias de resolución de problemas. S*erie enseñando a aprender. Caracas: Fundación Polar.

Polya, G. (1945). *Cómo plantear y resolver problemas*. Colección "Serie de Matemáticas". Traducción de: How to solve it. Princeton University Press, EEUU.

Pólya, G. (1954). *Matemáticas y razonamiento plausible: inducción y analogía en matemáticas.*Princeton: Princeton University Press.

Pólya, G. (1962). *Mathematical discovery: On understanding, learning, and teaching problem solving*. New York: John Wiley.

Pólya, G. (1981). *Matemática y razonamiento plausible*. Madrid: Tecnos.

Pólya, G. (1984). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Pólya, G. (2005). *Cómo plantear y resolver problemas.* México: Trillas.

Pozo, J. y Postigo, Y. (1993). *La solución de problemas como contenido procedimental de la educación obligatoria*. (s. ed.). La solución de problemas. (p.p.180-212). Madrid: Santillana.

Quiceno, H. (2008). *La Tesis de Inconmensurabilidad en Thomas. S. Kuhn y el reconocimiento a Ludwik Fleck.* (Tesis maestría en Filosofía). Universidad de Caldas. p. i – ix.

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española(2006). 1ª edición. Madrid: Espasa Calpe. Edición en cartoné.

Sancho, J. (2011). *Dos actividades matemáticas enriquecedoras*. Planteamiento y resolución de problemas; el método Pólya. 30, 27-36.

Schoenfeld, A. (1985). *Ideas y tendencias en la resolución de problemas. La Enseñanza de la matemática a debate.* Madrid: MEC.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving.* Orlando: Academic Press.

Silva, M. (2009). *Método y estrategias de resolución de problemas matemáticos.* (Tesis de doctorado).

Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudios de caso.* Madrid: Morara, S.L,

Tamayo, O. (s.f.). Artículo: *Caracterización general de la didáctica de las ciencias.* 16p. p. 7.

Tamayo, O. (s.f.). Artículo: *Enseñanza de las Ciencias Naturales: aspectos epistemológicos, pedagógicos y curriculares.* 1-47.

Varela, M. (1994). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos* (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. España. 1-305.

Varela, M. y Martínez, M. (1997). *Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación.* Universidad Complutense de Madrid. Investigación didáctica. Enseñanza de las ciencias, 15(2), 173-188.

ANEXOS

Anexo 1Consentimiento informado

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN

Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

Consentimiento informado para participantes de la investigación y sus acudientes

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes y a sus acudientes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación será conducida por la docente Liliana Isabel Benavides López, aspirante al título de Magister en enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, bajo la aprobación de la señora rectora María Clemencia Prado. La investigación tiene como objetivo comprender cuál es el aporte del método de Pólya en la resolución de problemas de movimiento uniforme acelerado en los estudiantes de grado décimo, es decir, se va a aplicar una metodología para la resolución de problemas que facilite el aprendizaje del movimiento uniforme acelerado en el grado mencionado.

La investigación que se desea llevar a cabo permitiría fortalecer habilidades y competencias en el estudiante, de tal manera que adquiera un mejor desenvolvimiento en el contexto, aumentando el conocimiento de las aplicaciones de las ciencias y su conexión con la realidad. En síntesis, se busca que el estudiante se apropie del conocimiento y sea capaz de aplicarlo en cualquier situación y contexto.

Si usted accede para que su hijo participe en este estudio, se le pedirá al estudiante realizar una serie de talleres en clase, se tomarán, además, algunos registros fotográficos y videos del alumno y de sus trabajos, de modo que la docente pueda analizar el desempeño y avances del estudiante.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya agradezco su participación.

Una vez informado(a), aceptamos la participación voluntaria en esta investigación.

Nombre y firma del acudiente:

_____

Nombre y firma del participante:

_____

Nombre y firma de la docente:

_____

Nombre y firma de la rectora de la institución:

_____

Lugar y Fecha:

Corregimiento de Santa Bárbara, municipio de Pasto. Enero 31 de 2020.

Anexo 2 Resumen del momento 1

ASIGNATURA: física.	**ÁMBITO:** mecánica clásica.	**COMPETENCIA:** resolución de problemas.	**CONTENIDOS:** movimientos uniformes.
MOMENTO 1: ubicación.		**DURACIÓN DEL MOMENTO:** dos sesiones de clase.	
OBJETIVO DEL MOMENTO: indagar sobre las ideas previas que poseen los estudiantes respecto al movimiento uniforme acelerado.			
DOCENTE: Liliana Isabel Benavides López.			
ACTIVIDADES DE INICIO: • En este instante se observará un vídeo corto de cuatro minutos llamado "clasificación de los movimientos" (https://www.youtube.com/watch?v=OzOubWEBqVk) con el fin de recordar conceptos previos relacionados con el movimiento, en seguida se indaga respecto a la solución que se daría a un sencillo problema de dos móviles que aparece en el vídeo. • A continuación, se dará a conocer el objetivo del momento y los objetivos de cada una de las actividades programadas, advirtiendo que la evaluación (diagnóstica) se hará de manera continua y permanente durante el proceso.			
ACTIVIDADES DE DESARROLLO: • **Actividad 1.**Con el objetivo de identificar las ideas previas con que cuentan los estudiantes respecto al movimiento uniforme acelerado y los pasos seguidos para la resolución de situaciones problema, se les solicita responder de manera individual cinco preguntas abiertas. • **Actividad 2.** Con el objetivo de distinguir tipos de movimiento de acuerdo a su velocidad en objetos del entorno, en equipos de trabajo se analizan movimientos en el contexto con ayuda de un texto informativo. Una vez realizada la lectura y entablar conversaciones en el grupo, se desarrolla un taller donde se debe llenar una tabla y responder algunas cuestiones.			
ACTIVIDADES DE CIERRE: • **Actividad 1.**Cada grupo hará una breve socialización de las respuestas a las preguntas contenidas en el taller; expondrán, además, sus dudas e inquietudes. Se hará la retroalimentación de las respuestas y conclusiones de cada grupo. Se indagará acerca del cumplimiento del objetivo de la actividad. • **Actividad 2.** De manera voluntaria se hará una puesta en común de las respuestas a las preguntas. Complementaremos, reforzaremos o modificaremos las ideas expresadas. Para terminar, de manera individual se reflexionará sobre los interrogantes finales del cuestionario para			

definir si el objetivo de cada actividad se cumplió. Se deja como actividad para la próxima clase consultar individualmente diferentes métodos para solucionar problemas y hacer un ejemplo.
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE: Propone una posible solución a problemas sencillos. Clasifica diferentes tipos de movimiento en su contexto. Establece la diferencia principal entre movimiento uniforme y acelerado. Evalúa y cuestiona su propio aprendizaje.
RECURSOS: Vídeo– texto – taller – cuestionario – socialización – retroalimentación.

Anexo 3 Cuestionario de ideas previas

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimientos uniformes.		
NOMBRE:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO:** 1H
ACTIVIDAD 1: Examino mis ideas previas. (Individual)	**MOMENTO:** Ubicación.	**OBJETIVO:** Identificar las ideas previas con que cuentan los estudiantes respecto al movimiento uniforme acelerado y los pasos seguidos para la resolución de situaciones problema.		

EXAMINO MIS IDEAS PREVIAS SOBRE EL MOVIMIENTO UNIFORME ACELERADO

1. Al conducir su motocicleta hacia el colegio, ¿cuándo podría decir que el movimiento es o no acelerado?

_____

_____

_____

_____

2. ¿En qué situaciones del contexto puede identificar movimientos acelerados y no acelerados?

_____

_____

_____

_____

3. Al caminar por el segundo piso se cae un borrador de su bolsillo, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que el movimiento inicia hasta que finaliza?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?

Para resolver esta situación es necesario que primero se conteste la siguiente pregunta:

a. ¿Qué pasos debo seguir para su solución?

_____

_____

_____

_____

4. Si ahora baja y lanza el borrador a su compañero que está en el segundo piso, ¿qué ocurrirá con su velocidad desde que sale de la mano hasta que regresa?, ¿por qué? y ¿qué ocurre con su aceleración?

Para resolver esta situación es necesario que primero se conteste la siguiente pregunta:

a. ¿Qué pasos debo seguir para su solución?

_____

_____

_____

_____

5. Ahora se hará una puesta en común y finalmente, de manera individual se reflexionará sobre lo siguientes interrogantes:

¿Estoy en capacidad de diferenciar entre movimientos acelerados y no acelerados?

¿Qué conceptos previos tenía?

¿Qué información errónea encontré?

¿Qué conceptos, ideas o conocimientos confirme?

¿Cuánto más sé ahora sobre el tema?

¿Aprendo mejor resolviendo problemas?

¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con esta actividad?

Anexo 4 Lectura introductoria

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimientos uniformes.		
NOMBRES:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO:** 1H
ACTIVIDAD 2: Lectura introductoria. (Equipo)	**MOMENTO:** Ubicación.	**OBJETIVO:** Distinguir tipos de movimiento de acuerdo a su velocidad en objetos del entorno.		

LECTURA INTRODUCTORIA: ***Los animales más veloces del planeta: Dejando en ridículo a Usain Bolt***

Aprovechando los Juegos Olímpicos de Londres, en Science Daily se ha publicado un artículo muy interesante con los animales más veloces del planeta. Hace unas semanas descubríamos el por qué los guepardos pueden ser tan veloces y hoy vamos a hacer un recorrido por algunos de los animales que pasarían a Usain Bolt sin problemas en la prueba de los 100 metros lisos.

Como norma general, los seres humanos pueden correr a una velocidad máxima de 37,6 Km/h o lo que es lo mismo a una velocidad de 10.4 metros por segundo, lo que nos aporta ventaja sobre muchos animales terrestres. Sin embargo, hay otros muchos que nos superan con creces, animales que incluso se podría pensar que son lentos. Veamos algunos de estos ejemplos.

Animales más veloces que Usain Bolt

Lo primero hay que aclarar que las velocidades tan altas que se alcanzan en un momento dado no pueden mantenerse de manera sostenida. Son velocidades que se alcanzan durante un corto período de tiempo, por ejemplo, cuando algún animal se dispone a cazar o cuando emprenden una huída.

1. Tierra

Empecemos con los camellos y dromedarios. Son animales que se utilizan para grandes travesías en el desierto, pero si se asustan y salen corriendo podemos despedirnos de ellos, ya que pueden alcanzar una velocidad de 35,3 Km/h o 9,3 metros por segundo.

Ya vimos que el guepardo (Acinonyx jubatus) puede alcanzar una velocidad de 104 Km/h , lo que significa que recorren 29 metros por segundo , siendo entre 2-3 veces más rápidos que los corredores más rápidos del planeta. Pero el berrendo o antílope americano (Antilocapra americana) no se queda lejos. Es un antílope americano que vive desde Canadá hasta México en grandes espacios abiertos. Este animal alcanza los 89 Km/h, suponiendo 24,6 metros por segundo.

No olvidemos los caballos de carrera pura sangre, con 88 Km/h, y los galgos de carrera, con 69 Km/h .

Los avestruces (Struthio camelus), esas aves con tan mala uva, alcanzan una velocidad de 64 Km/h o 18 metros por segundo, convirtiéndola en el ave corredora más rápida del mundo.

2. Aire

El halcón peregrino (Falco peregrino) puede alcanzar velocidades de 259 Km/h mientras que los patos y gansos igualan a los guepardos con una velocidad de 103 Km/h.

3. Agua

El pez vela (género Istiophorus) alcanza una velocidad de 108 Km/h o 30 metros por segundo.

Atletas de élite vs. Mundo animal

Comparemos ahora a los seres humanos más veloces con los animales terrestres más veloces.

- Usain Bolt corrió los 100 m lisos en 9,58 segundos, un guepardo corre la misma distancia en 5,8.
- Usain Bolt corrió los 200 m lisos en 19,19 segundos, pero los guepardos cubren la misma distancia en 6,9, un caballo de carreras lo hace en 9,98 y los galgos lo hacen en 11,2 segundos.
- Michael Johnson corrió los 400 m en 43,18 segundos mientras que los caballos de carreras corren esa misma distancia en 19,2 y los galgos en 21,4 segundos.
- David Rushida corrió los 800 metros en 1 minuto 41 segundos. El antílope americano lo hace en 33 segundos y los galgos en 49,2 segundos.
- En cuanto al maratón, el corredor Patrick Makau Musyoki lo hizo en 2 horas, 3 minutos y 38 segundos mientras que un caballo de resistencia lo hizo en 1 hora y 18 minutos y 29 segundos. Pero también existen especies perfectamente adaptadas a las largas travesías: los camellos pueden mantener una velocidad de 16 Km/h durante más de 18 horas y los famosos Huskies siberianos establecieron un nuevo récord en 2011, compitiendo durante 8 días, 19 horas y 47 minutos con una media de 183 Km diarios.
- Y ahora hablemos de saltos. En el salto de longitud, el atleta Mike Powell saltó 8,95 metros mientras que el canguro rojo puede saltar 12,8.EL mismo animal salta 3,1 metros de alto, superando a Javier Sotomayor con sus 2,45. Pero ambos son superados por el pez cabeza de serpiente, que puede saltar 4 metros.

El autor del artículo, Craig Sharp, del Centro de Medicina Deportiva y Rendimiento Humano en la Universidad de Brunel, dice que "aún con estos ejemplos no hay ningún animal tan versátil físicamente hablando como nosotros". Comparto la opinión pero lógicamente somos animales muy distintos, nosotros podemos permitirnos el dedicarnos a entrenar un deporte durante años para conseguir ser los mejores. ¿Os imagináis a los guepardos echando carreras entre sí para ver quién corre más? Yo tampoco.

Aitor Díez Fernández Delegado Comercial. Osteógenos10/8/2016.
https://www.bebee.com/producer/@aitordiez/los-animales-mas-veloces-del-planeta-dejando-en-ridiculo-a-usain-bolt

1. Llenar una tabla con 10 objetos del entorno, animales o personas que se muevan rápido, lento y que lleven un mismo ritmo.

No	RÁPIDO	LENTO	IGUAL RITMO
1			
2			
3			

4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

2. Socializar la tabla, comparar entre grupos y responder en conjunto las siguientes cuestiones:
   a. ¿Cuál es el más rápido de todos?
   b. ¿Cuál es el más lento de todos?
   c. ¿Cómo varían la distancia y la velocidad en los casos anteriores?
   d. ¿A qué nos referimos con el término aceleración?, ¿cómo puedes saber si un cuerpo está o no acelerado?

3. Conclusiones finales.

Anexo 5 Resumen del momento 2

<table>
<tr><td>ASIGNATURA: física.</td><td>ÁMBITO: mecánica clásica.</td><td>COMPETENCIA: resolución de problemas.</td><td>CONTENIDOS: movimiento uniforme acelerado.</td></tr>
<tr><td colspan="2">MOMENTO 2: desubicación.</td><td colspan="2">DURACIÓN DEL MOMENTO: cuatro sesiones de clase.</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO DEL MOMENTO: identificar la manera cómo los estudiantes afrontan situaciones problemas y los pasos que siguen para resolverlos, además de dar a conocer el método de Pólya.</td></tr>
<tr><td colspan="4">DOCENTE: Liliana Isabel Benavides López.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE INICIO:
Socialización breve de la consulta asignada en la clase pasada desarrollando el ejemplo.
Presentación del vídeo “estrategia de estudio (Método POLYA): ¿cómo resolver problemas?” (https://www.youtube.com/watch?v=919CQtH2H2w) con el fin de dar a conocer la estrategia didáctica a utilizar en la resolución de situaciones problema. Los estudiantes deberán tomar los apuntes necesarios.
Para cerrar la actividad se dará a conocer el objetivo del momento y los objetivos de cada una de las actividades del mismo, resaltando que para la evaluación se tendrá en cuenta la participación, el trabajo en equipo, la creatividad, el análisis, el liderazgo y la reflexión.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE DESARROLLO:
Actividad 3. El objetivo de la actividad es determinar la aceleración gravitatoria mediante la caída libre de un cuerpo, para lograrlo se formarán equipos de trabajo quienes desarrollarán una práctica con elementos del contexto. Una vez se recolecten los datos, se procesan y analizan tratando de aplicar el método de Pólya.
Actividad 4. En ésta actividad se plantea una situación que se deberá solucionar de forma individual con el propósito de identificar la manera como los estudiantes se enfrentan y abordan la resolución de un problema. Se propone analizar las preguntas orientadoras de Pólya sin ayuda de la docente.
Actividad 5. Con el fin de que el estudiante evalúe y autoevalúe el trabajo realizado y lo aprendido en las actividades 3 y 4, individualmente resolverá un cuestionario de preguntas abiertas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE CIERRE:
Actividad 3.Cada grupo apuntará en el tablero el valor de la gravedad que obtuvo en el procesamiento de datos. Si hay resultados que se alejen mucho del valor esperado, el grupo deberá argumentar los posibles errores cometidos durante el proceso.
Cada grupo socializará algunas de sus respuestas a las preguntas orientadoras de Pólya.</td></tr>
</table>

Se hará la retroalimentación general.

- **Actividad 4.** A cada estudiante se le entregará una ficha donde escribirá su nombre y responderá afirmativa o negativamente a la pregunta de la situación problema.

  De los estudiantes que acierten se elegirá a alguien para que exponga en el tablero la manera como llegó a la solución; si nadie acertó, la docente solucionará la situación siguiendo los cuatro pasos de Pólya.
- **Actividad 5.**Se recogerá las respuestas del cuestionario para su posterior revisión.

  Voluntariamente los estudiantes expresarán sus ideas, dudas, sugerencias y opiniones sobre las tres actividades desarrolladas.

  Cada estudiante se evaluará con una nota teniendo en cuenta su desempeño y los aprendizajes alcanzados en las diferentes actividades.

Para terminar, en conjunto determinaremos si el objetivo de cada actividad se cumplió.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:

Creatividad en la preparación del montaje y en la toma de datos.

Capacidad de análisis.

Trata de aplicar adecuadamente los pasos para resolver las situaciones planteadas.

Propone y explica su solución a las situaciones planteadas.

Realiza procesos metacognitivos cuestionando su propio aprendizaje.

RECURSOS:

Práctica en contexto – vídeo – situación problema – exposición– cuestionario – retroalimentación.

Anexo 6 Práctica determinación de la gravedad

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.	
NOMBRES:	**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO:** 2H
ACTIVIDAD 3: Determinación de la gravedad. (Equipo)	**MOMENTO:** Desubicación.	**OBJETIVO:** Determinar la aceleración gravitatoria mediante la caída libre de un cuerpo.	

PRÁCTICA: DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD

MATERIALES

- Un cronometro que mida al menos décimas de segundo.
- Una pesa pequeña o bola de plastilina.
- Cinta métrica.
- Lápiz, papel y calculadora

PROCEDIMIENTO

1. Me ubico en lugar a determinada altura y tomo este dato.
2. Desde dicho lugar dejo caer libremente un cuerpo (pesa o bola de plastilina) y con el cronómetro tomo el tiempo que tarda en llegar al piso. Repito el procedimiento 5 veces.
3. Registro los datos.

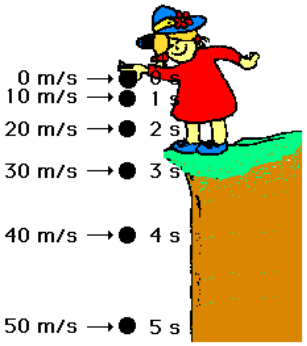


TABLA DE DATOS

Organizo los datos en la siguiente tabla:

Longitud (m)	**Tiempo 1**	**Tiempo 2**	**Tiempo 3**	**Tiempo 4**	**Tiempo 5**	**Tp=tiempo promedio**	**Tp^2**

ANÁLISIS

1. De los datos obtenidos calculo el valor de la gravedad con ayuda de la ecuación de posición para el M.U.A.

$$x = \frac{g.t^2}{2} + v_0.t \quad con \quad v_0 = 0$$

2. ¿El valor obtenido si corresponde al valor real de la aceleración gravitatoria? de no ser así, ¿qué factores influyeron en el experimento?
3. Según las mediciones y los cálculos realizados, ¿el valor de la masa utilizada, el material y la forma influye en el cálculo de la gravedad?, de no ser así ¿de qué depende dicho valor?

4. Para la solución del problema, el grupo tendrá en cuenta las siguientes preguntas orientadoras (pasos de Pólya) y elegirá un representante para la socialización de las respuestas:
   - **a.** ¿Comprende el problema?
   - **b.** ¿Cuál es el plan solución?
   - **c.** ¿El plan dio resultado?
   - **d.** ¿La solución obtenida es correcta?

Anexo 7 Resolución de una situación problema

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.		
NOMBRE:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO: 1**H
ACTIVIDAD 4: Situación problema. (Individual)	**MOMENTO:** Desubicación.	**OBJETIVO:** Identificar la manera como los estudiantes se enfrentan y abordan la resolución de un problema.		

La finalidad general de la resolución de problemas es la de mejorar la confianza del alumno en su propi pensamiento, potenciar las habilidades y capacidades para aprender, comprender y aplicar los conocimientos y favorecer la consecución de un grado elevado de autonomía intelectual que le permita continuar su proceso de formación. También contribuye al desarrollo de otras competencias básicas como el trabajo en equipo, la creatividad, el análisis y el liderazgo.

A continuación el estudiante analizará y resolverá una situación, para ello se deben utilizar las ecuaciones del movimiento uniforme rectilíneo (antes vistas) y las del movimiento uniforme acelerado, relacionadas a continuación:

Movimiento Uniforme Rectilíneo

$$x = x_0 + v.t$$

Movimiento Uniforme Acelerado

$$x = \frac{a.t^2}{2} + v_0.t$$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2a.x$$

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

SITUACIÓN
Andrés se desplaza en su motocicleta a una velocidad de 43,2Km/h, nota que va a llegar tarde a una cita entonces acelera a 5m/s^2; en el mismo momento un peatón que se encuentra 60m más adelante pretende cruzar la calle que tiene 12m de ancho con una velocidad constante de 4m/s. Si Andrés no frena, ¿atropellará al peatón?.

Para la solución del problema, se tendrá en cuenta las siguientes preguntas (pasos de Pólya) cuyas respuestas serán consignadas al respaldo de la hoja:

1. ¿Qué dificultades encontré en el momento de comprender la situación?
2. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?
3. El procedimiento propuesto ¿cómo me ayudó a solucionar la situación?, de no ser así:
4. ¿Qué otro procedimiento debo seguir?

Solución del problema: Corrección:

Anexo 8 Cuestionario de evaluación formativa

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.		
NOMBRE:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO: 1**H
ACTIVIDAD 5: Evaluación formativa. (Individual)	**MOMENTO:** Desubicación.	**OBJETIVO:** Evaluar y autoevaluar mi trabajo y lo aprendido respondiendo a los interrogantes planteados.		

Una vez terminada la práctica y la solución de la situación problema con su respectiva retroalimentación y discusión, reflexiono de manera individual, evalúo mi trabajo y lo aprendido respondiendo a los siguientes interrogantes.

PREGUNTAS REFERENTES A LA PRÁCTICA: DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD.

1. ¿De qué otra manera podría encontrar el valor de la gravedad?
2. Si el valor de la gravedad es una constante, ¿por qué cada grupo tiene respuestas distintas?
3. Con el desarrollo de la práctica, ¿qué ha aprendido de usted mismo y de sus compañeros? y ¿qué habilidades ha desarrollado?
4. ¿Aprendo mejor solucionando problemas mediante prácticas de campo?

PREGUNTAS REFERENTES A LA SITUACIÓN PROBLEMA

5. Una vez he leído el problema ¿qué procedimiento debo seguir?
6. ¿Puedo identificar qué conocimientos necesito para resolver la situación?
7. ¿Puedo realizar los cálculos necesarios para responder la pregunta?
8. ¿Qué habilidades desarrollé?

Anexo 9 Resumen del momento 3

<table>
<tr><td>ASIGNATURA: física.</td><td>ÁMBITO: mecánica clásica.</td><td>COMPETENCIA: resolución de problemas.</td><td>CONTENIDOS: movimiento uniforme acelerado.</td></tr>
<tr><td colspan="2">MOMENTO 3: reenfoque.</td><td colspan="2">DURACIÓN DEL MOMENTO: cinco sesiones de clase.</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO DEL MOMENTO: aplicar el método de Pólya como un elemento auxiliar en la resolución de problemas y posteriormente evaluar la apropiación y/o aprendizaje del método bajo la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado.</td></tr>
<tr><td colspan="4">DOCENTE: Liliana Isabel Benavides López.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE INICIO:
Recordar en conjunto cada uno de los pasos recomendados por Pólya para resolver problemas.
Los estudiantes comentarán acerca de la importancia de fortalecer la competencia que estamos trabajando.
Hacer y discutir algunas recomendaciones útiles para mejorar la competencia en resolución de problemas.
Finalmente se dará a conocer el objetivo de este último momento y los objetivos de cada una de las actividades del mismo; se recordará a los estudiantes que la evaluación tendrá en cuenta la participación durante el desarrollo de la unidad didáctica en cuanto a aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales, evidenciables durante el proceso.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE DESARROLLO:
Actividad 6. La actividad pretende familiarizar al estudiante con el método de Pólya, útil para la solución de problemas dentro de la Física mediante la solución guiada de algunos ejercicios de aplicación contextualizados con situaciones del entorno.
Actividad 7. Con el fin de determinar la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, se entrega un taller con cinco situaciones para resolver en casa aplicando el método aprendido. Lo anterior ayudará a evaluar la unidad didáctica.
Actividad 8. En la etapa final se evaluará la participación de los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica en cuanto a aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales, evidenciables durante el proceso, para ello se aplicará un cuestionario de autoevaluación.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACTIVIDADES DE CIERRE:
Actividad 6. Cada grupo socializará la solución de un problema elegido al azar exponiendo cada uno de los cuatro pasos.
Se hará la retroalimentación general.</td></tr>
</table>

- **Actividad 7.** Se verificará que todos los estudiantes hayan resuelto el taller en casa.

  Para cada estudiante se elegirá al azar y sin repetición una de las situaciones para socializar su solución mediante la implementación de los cuatro pasos de Pólya.

Todos compararán sus resultados para elegir la solución correcta.

De ser necesario, la docente hará las correcciones pertinentes.

- **Actividad 8.**Se recogerá las respuestas del cuestionario para su revisión.

  Voluntariamente los estudiantes expresarán sus ideas, dudas, sugerencias y opiniones sobre todas las actividades desarrolladas a lo largo del proceso.

  Cada estudiante se evaluará con una nota teniendo en cuenta su desempeño y los aprendizajes alcanzados en las diferentes actividades.

Para terminar, en conjunto determinaremos si el objetivo de la unidad se cumplió.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:

Capacidad de análisis.

Aplica adecuadamente los pasos para resolver las situaciones planteadas.

Propone y explica su solución a las situaciones planteadas.

Realiza procesos metacognitivos cuestionando su propio aprendizaje.

RECURSOS:

Taller guiado – taller en casa – situaciones problema – exposición– cuestionario – retroalimentación.

Anexo 10 Taller de resolución de problemas

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.		
NOMBRES:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO: 2**H
ACTIVIDAD 6: Taller resolución de problemas. (Grupal)	**MOMENTO:** Reenfoque.	**OBJETIVO:** Familiarizar al estudiante con el método de Pólya, útil para la solución de problemas dentro de la Física.		

A continuación, en conjunto resolveremos algunas situaciones problema aplicando los cuatro pasos propuestos por Pólya, pero antes analicemos algunas recomendaciones para mejorar esta competencia.

RECOMENDACIONES. Para ser eficaz resolviendo problemas, es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

La actitud es importante. Cuando nos enfrentamos a un problema es muy importante la actitud que se tiene ante él, es decir las ganas de resolverlo, buenas condiciones físicas, curiosidad, disposición de aprender, gusto por el reto, etc.

Tener confianza en las capacidades. Con frecuencia, no es necesario saber mucho para resolver bien un problema, basta con pensar correctamente. Actuar sin miedo, con tranquilidad, convencido de que está a nuestro alcance.

Ser paciente y constante. No abandonar el problema a la menor dificultad, no darse por vencido sino pensar en un nuevo enfoque del problema.

Concentración en lo que se hace. Resolver problemas es una actividad mental compleja, requiere poner en tensión todos nuestros resortes mentales.

Busca el éxito a largo plazo. Los frutos tardarán un cierto tiempo en llegar pero cuando se nota los progresos se siente una gran satisfacción.

Una vez hechas las recomendaciones vamos a trabajar.

TALLER RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

UNA PERSONA INTELIGENTE RESUELVE PROBLEMAS,

UNA PERSONA SABIA LOS EVITA.

"ALBERTH EINSTEIN"

Vamos a analizar y resolver cada situación haciendo uso del método Pólya (cuatro pasos) y al final cada grupo socializará la solución de un problema elegido al azar exponiendo cada uno de los cuatro pasos.

1. En la finca de María hay un aljibe vacío y nadie ha podido medir su profundidad. El hijo de María afirma que al medir el tiempo que tarda una piedra en tocar el fondo sería posible conocer su profundidad. ¿La afirmación es verdadera?, de ser así ¿cuál es la profundidad si la piedra tarda 1,5sg en llegar al fondo?
2. Una motocicleta viaja a 30m/s cuando se encuentra con una vaca en medio de la carretera a 85 m de distancia. Suponiendo que el conductor frena en ese instante con una aceleración de frenado de $5m/s^2$, ¿es posible que atropelle a la vaca? Demuestre su respuesta calculando la distancia que tarda en detenerse.
3. Un ciclista en competición desea obtener la medalla de oro, para ello se mueve con una velocidad de 5m/sg y adquiere una aceleración de $0,2m/sg^2$ durante 10sg para sobrepasar la meta que se encuentra a 65. ¿Gana la medalla? Justifique su respuesta.
4. Una canoa debe atravesar la represa en 1min, el conductor va a una velocidad de 5m/sg; luego acelera hasta que la velocidad sea de 8m/sg. Sabiendo que el ancho del lago es de 400m, ¿logrará atravesarlo? , de no ser así ¿qué propone modificar al conductor?
5. Una vaca corre a una velocidad de 4m/s en el momento en el que visualiza una gallina atravesada en la carretera a unos 20m. ¿Cuál debe ser la desaceleración de la vaca para parar justo entes de atropellar a la gallina?

Anexo 11 Taller de resolución de problemas

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.	
NOMBRE:	**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO: 2**H
ACTIVIDAD 7: Taller resolución de problemas. (Individual)	**MOMENTO:** Reenfoque.	**OBJETIVO:** Determinar la evolución de los estudiantes frente a la resolución de problemas dentro del movimiento uniforme acelerado, posterior a la aplicación de la unidad didáctica.	

ACELERAR UN ACONTECIMIENTO ES CONDENARLO AL FRACASO,

TOMA EL TIEMPO NECESARIO PARA TOMAR TUS DECISIONES, SÉ INTELIGENTE!

ANÓNIMO.

TALLER EN CASA

Mediante la aplicación del método de Pólya analizar y resolver las siguientes situaciones:

1. ¿Qué distancia recorre una motocicleta que durante 1min acelera $2m/sg^2$ si parte del reposo?
2. ¿Qué velocidad logra un atleta que acelera partiendo del reposo a razón de $2m/s^2$ en una pista de 100m?
3. Un cuerpo parte del reposo acelerando hasta obtener una velocidad de 15m/s en un tiempo de 0.5min.
   a. ¿Cuál fue su aceleración?
   b. ¿Qué distancia recorrió?
4. David va en su bicicleta diariamente hasta el colegio que dista de su casa 2,8Km. ¿Cuánto tiempo tarda en llegar si acelera uniformemente con una aceleración de $0,5m/min^2$?
5. David debe recoger a Juliana en 2min. Si Juliana vive a 20Km desde su casa y acelera en su moto uniformemente a razón de $4m/s^2$; alcanzará a recogerla a tiempo?

A manera de evaluación del trabajo realizado se debe elegir al azar una de las situaciones para socializar su solución mediante la implementación de los cuatro pasos de Pólya.

Anexo 12 Evaluación final

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL JOSÉ ANTONIO GALÁN
Corregimiento de Santa Bárbara – Municipio de Pasto

DOCENTE: Liliana Benavides.	**ASIGNATURA:** Física.	**CONTENIDO:** movimiento uniforme acelerado.		
NOMBRE:		**GRADO:** 10.	**FECHA:**	**TIEMPO: 1**H
ACTIVIDAD 8: Evaluación final. (Individual)	**MOMENTO:** Reenfoque.	**OBJETIVO:** Evaluar la participación de los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica en cuanto a aspectos comportamentales, curriculares y procedimentales, evidenciables durante el proceso.		

EVALÚO MI APRENDIZAJE

Una vez finalizadas las actividades, de manera individual evalúo mi trabajo y lo aprendido respondiendo a los siguientes interrogantes:

1. ¿Puedo identificar qué conocimientos necesito para realizar las actividades?
2. ¿Puedo realizar los cálculos necesarios para encontrar los valores solicitados en cada ejercicio propuesto?
3. ¿Qué dificultades encontré al desarrollar los ejercicios propuestos?, ¿cómo se resolvieron?
4. ¿Qué habilidades desarrollé?
5. ¿Cómo me pareció la estrategia de Pólya aplicada para la resolución de problemas? ¿Por qué?
6. ¿Cuáles fueron los aprendizajes alcanzados con la metodología de Pólya?