



APORTE DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS REFERENTES A LA ECUACION DE BERNOULLI CON
ESTUDIANTES DE GRADO DECIMO

DIEGO ARMANDO DIAZ MUÑOZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2021

APORTE DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS REFERENTES A LA ECUACION DE BERNOULLI CON
ESTUDIANTES DE GRADO DECIMO

Autor

DIEGO ARMANDO DIAZ MUÑOZ

Asesora

MSc VALENTINA CADAVID ALZATE

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2021

DEDICATORIA

A Dios por permitirme vivir con salud y superar las dificultades.
A mi hijo Juan Esteban Díaz por ser comprensivo frente a todas las adversidades.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Valentina Cadavid Alzate, por su inmenso apoyo acompañamiento y paciencia durante toda la investigación.

A todos los estudiantes del grado decimo y al cuerpo de docentes de la Institución Educativa Manuel Briceño, por su colaboración y entrega en el proceso investigativo.

A todos los docentes, tutores y evaluadores de la maestría, por su calidez humana y por sus aportes que permitieron el logro de esta meta.

RESUMEN

Es posible identificar en la mayoría de estudiantes las dificultades que presentan en la resolución de problemas físicos, en tal sentido, el rol de la regulación metacognitiva es fundamental como estrategia didáctica en los procesos de aprendizaje de la física. En el presente trabajo se muestran los resultados de una investigación cuyo objetivo consistió precisamente en analizar el rol de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de dinámica de fluidos aplicando la ley de Bernoulli en estudiantes del grado decimo de la Institución Educativa Manuel Briceño. El estudio se desarrolló mediante un enfoque de investigación cualitativo de tipo descriptivo, la recolección de la información se realizó a través de la aplicación de una unidad didáctica con una serie de instrumentos dispuestos en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque.

Inicialmente los resultados evidenciaron procesos de regulación metacognitiva incipientes, pero progresivamente mejoraron. La regulación metacognitiva fortaleció en los estudiantes los procesos de resolución de problemas, identificando tanto sus fortalezas como sus debilidades y logrando una reflexión profunda en la articulación y aplicación de conocimientos conceptuales y procedimentales. Consideramos que, la implementación de la regulación metacognitiva demostró ser una herramienta valiosa a la hora de resolver problemas de dinámicas de fluidos, favoreciendo tanto la participación reflexiva de los estudiantes como también la aplicación y regulación de proceso cognitivos para el aprendizaje de la física.

Palabras claves: Metacognición, regulación metacognitiva, solución de problemas, enseñanza, aprendizaje, Ley de Bernoulli.

ABSTRACT

It is possible to identify in most students the difficulties they present in the resolution of physical problems, in this sense, the role of metacognitive regulation is fundamental as a didactic strategy in the learning processes of physics. This paper shows the results of a research whose objective was precisely to analyze the role of metacognitive regulation in the resolution of fluid dynamics problems applying Bernoulli's law in students of the tenth grade Manuel Briceño Educational Institution. The study was developed through a qualitative research approach of descriptive type; the collection of the information was carried out through the application of a didactic unit with a series of instruments arranged

The results show that initially the metacognitive regulation processes were incipient, but progressively improved. Metacognitive regulation strengthened the problem-solving processes in students, identifying both their strengths and weaknesses and achieving deep reflection in the articulation and application of conceptual and procedural knowledge. We consider that the implementation of metacognitive regulation proved to be a valuable tool when solving fluid dynamics problems, favoring both the reflective participation of students as well as the application and regulation of cognitive processes for the learning of physics.

Keywords: Metacognition, metacognitive regulation, problem solving, teaching, learning, Bernoulli's Law.

CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	11
2	ÁREA PROBLÉMICA	13
3	JUSTIFICACIÓN.....	17
3.1	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
4	OBJETIVOS.....	19
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	19
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5	ANTECEDENTES	20
6	REFERENTE TEÓRICO	25
6.1	METACOGNICIÓN.....	25
6.2	DIMENSIONES DE LA METACOGNICIÓN	27
6.2.1	El Conocimiento Metacognitivo.....	27
6.2.2	La Conciencia Metacognitiva.....	29
6.2.3	La Regulación Metacognitiva.....	30
6.3	LA REGULACIÓN METACOGNITIVA Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE.....	31
6.4	REGULACIÓN METACOGNITIVA Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	35
6.4.1	Modelado Metacognitivo.....	40
6.4.2	Practica Guiada.....	41
6.4.3	Actividad Predecir-Observar-Explicar	41
6.5	LA LEY DE BERNOULLI	42
7	METODOLOGÍA.....	44
7.1	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	44
7.1.1	Triangulación De La Información	44
7.1.2	Categorías Subcategorías E Indicadores	45
7.2	CONTEXTO.....	46
7.3	UNIDAD DE TRABAJO	46
7.4	UNIDAD DE ANÁLISIS	47

7.5	INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	47
7.5.1	Unidad Didáctica	47
7.6	DISEÑO METODOLÓGICO.....	49
8	RESULTADOS	51
8.1	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	51
8.2	MOMENTO DE UBICACIÓN	52
8.2.1	Análisis de la primera parte momento ubicación	56
8.2.2	Resultados Del Segundo Instrumento Momento De Ubicación	59
8.2.3	Análisis Segunda Parte Del Momento De Ubicación.....	64
8.3	MOMENTO DE DESUBICACIÓN.....	68
8.3.1	Análisis Del Momento De Desubicación	79
8.4	MOMENTO DE REENFOQUE.....	83
8.4.1	Análisis Del Momento De Reenfoque.....	88
9	CONCLUSIONES.....	95
10	RECOMENDACIONES	96
11	REFERENCIAS	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categoría, subcategorías e indicadores.....	45
Tabla 2. Instrumento N° 1 primera parte. Exploración de ideas y procesos de metacognición inicial predicción de un evento en experimento de la dinámica de fluidos	53
Tabla 3. Instrumento 2: indagación de regulación metacognitiva inicial en la solución de un problema de dinámica de fluidos mediante la comparación y el contraste de dos situaciones	59
Tabla 4. Instrumento 3: Aplicación de modelado Metacognitivo para el desarrollo de los procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problema de física.	69
Tabla 5. Indagación final de procesos de regulación metacognitiva en resolución de problemas de dinámica de fluidos	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación algebraica y grafica de la ley de Bernoulli	43
Figura 2. Ruta metodológica	50
Figura 3. Instrumento 1: ideas previas, procesos de metacognición inicial	53

LISTA ANEXOS

Anexo A. Formato de unidad didáctica	1021
Anexo B. Exploración de ideas previas y regulación metacognitiva inicial	1063
Anexo C. Indagación de regulación metacognitiva inicial en resolución de problema de dinámica de fluidos.....	1074
Anexo D. Modelado metacognitivo	1106
Anexo E. Indagación final de procesos de regulación metacognitiva en resolución de problemas de dinámica de fluidos.	1138

1 INTRODUCCION

La presente investigación tiene el propósito de identificar la incidencia de la regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación) en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos aplicando la ley Bernoulli con estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Manuel Briceño de San Pablo Nariño. De igual manera, pretende hacer un aporte en los procesos de aprendizaje de la física, considerando el carácter heterogéneo de los estudiantes, explorando tanto sus potencialidades como sus dificultades, identificando los procesos de regulación metacognitiva iniciales y finales.

El objetivo está orientado en caracterizar el rol de la regulación metacognitiva durante la resolución de problemas de dinámica de fluidos aplicando la ley de Bernoulli, considerando su importancia como estrategia didáctica en los procesos de aprendizaje de la física e induciendo la participación activa de los estudiantes mediante una unidad didáctica que considere la categoría regulación metacognitiva con sus subcategorías planeación, monitoreo y evaluación aplicables a los procesos de resolución. El carácter de la investigación es cualitativo de corte descriptivo, permitiendo estudiar las múltiples realidades que experimentan los estudiantes a la hora de resolver problemas de física. Se aplican las técnicas de entrevista y preguntas abiertas con diferentes categorías. Se clasifica la información recolectada y se contrasta las respuestas con las diferentes teorías y antecedentes en todos los momentos o fases de la investigación. Por último, se establecen significados para lograr una interpretación más profunda de la realidad educativa de los sujetos.

Para la realización de la investigación, se planeó una unidad didáctica la cual se desarrolló en tres momentos; al comienzo se diseñó un instrumento con un experimento de dinámica de fluidos que exploró las ideas iniciales de procesos metacognitivos en la solución explicativa de un experimento teniendo en cuenta sus declaraciones predictivas y correctivas para explicar el fenómeno; seguidamente, se consideró la resolución de un

problema elemental correlacionado, donde se apreció la forma de resolución verificando el grado de regulación metacognitiva inicial.

Después, se desarrollaron diferentes actividades de resolución de problemas en dinámica de fluidos, implementando procesos de regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación) mediante el acompañamiento del docente aplicando la estrategia de modelado metacognitivo. En la tercera fase se planteó la solución de un problema contextualizado donde el estudiante interviene en su solución aplicando regulación metacognitiva.

2 ÁREA PROBLÉMICA

Los lineamientos curriculares de ciencias del MEN, proponen en la educación colombiana el acercamiento de los estudiantes hacia las ciencias para su aprendizaje en profundidad. Ante esta necesidad, se evidencia que la mayoría de los estudiantes del grado decimo conciben la física dentro de un marco absolutamente teórico desligado de la realidad; es decir, siguen mirando esta área como una forma de continuación de las matemáticas, adoptando en muchos casos las mismas frustraciones que se traían de estos cursos en los años anteriores y donde se observa que la resolución de problemas de física como un proceso mecánico que consiste en remplazar datos en ecuaciones para encontrar un valor teórico.

Esta concepción trae como consecuencia una visión totalmente reduccionista de la física, causando que la resolución de problemas solo sea un proceso de despeje de variables dejando atrás procesos reflexivos al enfrentar la naturaleza del problema. Esto implica consecuencias negativas para el aprendizaje, pues los procedimientos de resolución de problemas de la física en el grado decimo quedan restringidos a estrategias de repetición y operaciones de tipo algorítmico donde la solución se obtiene de forma rutinaria dirigida hacia una respuesta numérica única.

Tal como lo afirma Vygotsky (1996), la orientación de los objetivos educativos para el desarrollo de tareas mecánicas y rutinarias, dará lugar a una educación conservadora, poco capaz de servir de motor a ese desarrollo; esta situación hace que el estudiante solo contemple hacer un esfuerzo mínimo relegando la reflexión, comprensión y análisis. Se trata entonces que el estudiante tome conciencia sobre la existencia de los fenómenos físicos de su cotidianidad, sin hacer un divorcio entre la visualización del fenómeno y el manejo matemático encaminados a la solución del problema. La mayoría de los estudiantes manifiestan dificultades en la correlación entre la visualización del fenómeno y el manejo matemático, esto a pesar de ser motivados e intentar efectuar los procesos de resolución.

Dada esta situación, se identifican una serie de obstáculos que tienen la mayoría de estudiantes del grado decimo en la resolución de problemas físicos. Existe una actitud negativa en aplicar habilidades del pensamiento en los procesos de resolución, es común escuchar a los estudiantes decir que no entienden lo que dice el problema. Al indagar más, se pregunta qué parte no entendieron y la respuesta seca refleja falta de interés demostrando que no tienen un plan satisfactorio que les permita aprovechar y controlar todo su potencial en los procesos resolutivos.

Otro aspecto es que los estudiantes si pueden imaginar la situación física del fenómeno como parte del proceso encaminado a resolver un problema físico. Tal como lo plantea Craik (1943), en muchos casos la gente razona creando modelos internos de situaciones físicas como análogos estructurales y funcionales del mundo real que tienen capacidad predictiva. La dificultad radica, en que la mayoría de los estudiantes no asocian lo que conocen de los fenómenos físicos de su cotidianidad con las leyes físicas aprendidas en los procesos normales de enseñanza en el aula conduciéndolos en varias ocasiones a errores.

Por tanto, es común encontrar que los estudiantes generan explicaciones de tipo causa efecto que tienen un gran valor adaptativo, pero conducen a errores y están basadas en eventos sensoriales y perceptivos (Martí, 1995; Pozo, Gómez y Limón, 1991). También los estudiantes pueden introducir errores mediante una sensación de saber, según Fleming y Dolan (2014) los estudiantes operan con ideas y explicaciones predictivas aceptables basadas en lo que conocen. Por otro lado, existen dificultades de tipo algebraico generando confusión e inseguridad en los procesos resolutivos y demostrando que sus conocimientos o representaciones de orden algebraico y esquemático no tienen la profundidad ni la variedad para resolver el problema. Según De Jong (1998), la experticia en solucionar problemas depende del repertorio de representaciones múltiples del solucionador del problema.

Dada esta situación, varios estudiantes se ven abocados a copiar los procedimientos de los demás compañeros que manejan experticia en organizar la solución del problema o

también se inclinan por grabar un algoritmo matemático de resolución carente de sentido. Para Neto (2001), este tipo de situaciones se consideran un operativismo ciego, al cual desafortunadamente se ha acostumbrado al estudiante, lo que ha provocado una obsesión por la fórmula, así como a los datos y los algoritmos sin ningún tipo de cuidado o reflexión que de sentido a lo que están haciendo.

Sanmartí (2016), plantea que normalmente los estudiantes construyen estrategias para resolución de problemas de física, pero frecuentemente estas estrategias no son idóneas, presentando tanto dificultades de índole metodológica y matemática, como la mala activación de los conocimientos en física impidiendo ser eficaz y eficiente. Con relación a lo anterior y relacionándolo con la experiencia de aula, la mayoría de los estudiantes del grado décimo carecen de una metodología que anticipe, regule o controle los procesos de resolución de problemas. Por ello, se busca que los estudiantes se motiven positivamente, asociando los fenómenos de su cotidianidad de manera lógica, e incentivando los procesos de crítica, control y reflexión, dejando atrás el mecanicismo.

Por consiguiente, dentro del gran espectro de la metacognición, acogemos la regulación metacognitiva como un proceso que favorece la resolución de problemas de física teniendo en cuenta sus tres procesos cognitivos esenciales: la planeación, el monitoreo y la evaluación (Brown, 1987; Griffin & Salas, 2013). Además, según los autores, la aplicación de la regulación metacognitiva por parte de los estudiantes implica, además de poseer conocimientos declarativos y procedimentales, ejecutar procesos mentales de alto nivel para entender mejor los problemas, permitiéndoles realizar un plan inicial con varias estrategias de resolución y con el respectivo seguimiento, verificando en todo momento si las estrategias escogidas están dando los resultados adecuados y propiciando la evaluación de todo el proceso.

Con la presente investigación se busca que en los procesos de aprendizaje que se dan dentro del aula de clases de física, los estudiantes desarrollen procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problemas referentes a la dinámica de fluidos por medio

de la ley de Bernoulli, apropiando metodologías de reflexión en todas las etapas de la tarea resolutive que conllevan a un verdadero aprendizaje en profundidad.

3 JUSTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación es vincular la regulación metacognitiva en la resolución de problemas referentes a la ley de Bernoulli, con el ánimo de lograr una real aprehensión de la física, reconociendo en los estudiantes tanto sus capacidades, así como sus limitaciones y dificultades a la hora de abordar la solución a determinados problemas. Es importante entonces, favorecer en los procesos de enseñanza, la aplicación de estrategias de control o regulación metacognitivas que le permitan al estudiante aprender a organizar las actividades de estudio y así mismo, conocer las particularidades y características de las tareas encausando la reflexión en sus procesos de pensamiento (Flavell, 1979).

Dado que los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencia proponen, fortalecer en los estudiantes nuevas actitudes frente a los asuntos de ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente, es oportuno incorporar estrategias metacognitivas en la enseñanza y aprendizaje de la física, y especialmente implementar la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de física como una dimensión que fortalece el pensamiento crítico en los estudiantes (Tamayo, 2016).

La regulación metacognitiva favorece estos procesos reflexivos frente al aprendizaje, pues hace control ejecutivo sobre los procesos cognitivos (Mitchell, 1998; Tamayo, 2016; Schraw, 1998). De esta forma, el estudiante regula y pone a su disposición lo que conoce o está impreso en su memoria de largo plazo, ejecutando su capacidad de recuperar información para ser utilizada en diferentes momentos y contextos en función de la resolución de una tarea o situación. (Brown, 1978; Tamayo, 2016)

Para Brown (1987), la aplicación de la regulación metacognitiva, tiene un enorme potencial en la resolución de problemas de matemática, física y química, ya que sugiere la importancia de desarrollar en los estudiantes procesos cognitivos de planeación, monitoreo y evaluación, encausando la reflexión de los participantes para ser más conscientes en los mecanismos de resolución, identificando las dificultades del proceso, propiciando la

búsqueda de alternativas para superarlas, y finalmente obteniendo un mayor rendimiento académico.

Teniendo en cuenta lo anterior, la importancia de este proyecto se orienta a propiciar en los estudiantes del grado decimo, procesos más reflexivos y consientes cuando se enfrentan a un problema de la dinámica de fluidos asociando los fenómenos físicos que hacen parte de su cotidianidad, identificando sus capacidades, reconociendo los diferentes obstáculos y explorando el problema desde otra perspectiva. Es por ello, que los procesos de regulación metacognitiva pueden ser estimulantes y generar un espectro más amplio en sus razonamientos dentro de ambientes más participativos.

En consecuencia, la presente investigación pretende corroborar el impacto o los beneficios que puede reportar la implementación de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas concerniente a la dinámica de fluidos, para lo cual se diseñará una unidad didáctica que se ejecutará en tres momentos. Inicialmente se efectuará la exploración inicial de los estudiantes acerca de la dinámica de fluidos, se explorarán las estrategias de regulación metacognitivas iniciales de los estudiantes en términos de resolución.

En el segundo momento, se intervienen problemas de mayor complejidad con la estrategia de regulación metacognitiva y mediante el tutelaje del docente. Y finalmente, en el tercer momento, se aplicará el mismo instrumento inicial mediante un problema del contexto. Todo el proceso será objeto de estudio mediante el análisis del contenido.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es rol de la regulación metacognitiva durante la resolución de problemas sobre la ecuación de Bernoulli?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el rol que cumple la regulación metacognitiva en la resolución de problemas con relación a la ecuación de Bernoulli con estudiantes del grado decimo.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los procesos metacognitivos iniciales de los estudiantes en la resolución de situaciones problémicas respecto al tema de fluidos en movimiento.

Describir la relación entre regulación metacognitiva, resolución de problemas y el aprendizaje de la física.

5 ANTECEDENTES

A continuación, presentaremos una breve revisión de antecedentes que se relacionan con las dos categorías principales de esta investigación: la regulación metacognitiva y el aprendizaje de la física, específicamente la ecuación de Bernoulli. Nos interesa identificar, que pesquisas se han realizado al interior del aula de física con relación al tema de interés y los estudios de metacognición en durante los procesos de enseñanza o de aprendizaje de la física, consideramos importante conocer los procesos y hallazgos de estas investigaciones y los aportes que puede brindar a la nuestra.

La investigación llevada a cabo por Butler (2008) de la Universidad Nacional de Córdoba, presenta un estudio exploratorio que caracteriza algunas habilidades metacognitivas de las que disponen alumnos de un curso introductorio de física a nivel universitario. Estas habilidades se reportan y analizan en el contexto de la resolución de situaciones problemáticas de física. Según esta investigación, los sujetos al enfrentarse a un problema de física realizan tareas de naturaleza cognitiva y metacognitiva, utilizando recursos conceptuales, epistémicos, de comprensión y de confusión que permiten regular sus procesos de resolución. En esta investigación de tipo cualitativo, los participantes fueron entrevistados en grupos de dos o tres para favorecer la verbalización acerca de sus procesos de pensamiento, por otro lado, los enunciados de los problemas no fueron presentados completamente, sino de manera secuencial, sentencia a sentencia. De esta manera, se vio favorecido el caudal de verbalizaciones.

En el análisis de las entrevistas, la confusión de los estudiantes es absolutamente legítima, para que intenten hacerle frente al problema haciendo uso de las herramientas metacognitivas que dispongan. Lo interesante del presente estudio es que se pudo observar en algún detalle cuáles son las herramientas metacognitivas de las cuales disponen los sujetos para hacer frente a esa confusión, aun considerando que se trata de novatos.

Así mismo, la investigación de Buteler (2008), nos muestra que la confusión en los estudiantes es legítima e intrínseca al tratar de resolver problemas. Es evidente la relación que guarda esta apreciación con la problemática que experimentan nuestros estudiantes del grado decimo, pues al enfrentar determinado problema se enfrentan a la incertidumbre y a la confusión en sus concepciones e interpretaciones, pero no debe ser considerado un error si una parte del proceso resolutivo que les permita regular sus ideas, estrategias y mecanismos de resolución. Finalmente, el autor concluye que, los recursos de comprensión y confusión son legítimos conduciendo a estados de reflexión profunda y favoreciendo el uso de herramientas metacognitivas que permiten regular los diferentes mecanismos de resolución de problemas de física mediante el ejercicio activo de la verbalización de las situaciones y sentencias con sus pares.

En la investigación de Suarez y Colombo (2009) de la Universidad Nacional de Jujui y Universidad Nacional de Tucuman Argentina, se analiza la importancia de la metacognición y la regulación en el aprendizaje de la física. Propone planificar propuestas innovadoras en la enseñanza de la física que sean más eficientes para lograr un aprendizaje significativo mediante la resolución de problemas de física. Por lo tanto, busca indagar los aportes de la autoevaluación, de la metacognición y la autorregulación en la resolución de problemas. La regulación supone una actividad de planificación, supervisión y revisión de la tarea para lograr superar las dificultades de aprendizaje. Al promover la metacognición en la resolución de problemas, se trata de que el estudiante de ciencias utilice recursos que tal vez ya le sean conocidos, pero, ahora rescatando y poniendo énfasis en el desarrollo de capacidades que favorezcan la metacognición y la autoevaluación

Con una metodología de investigación cualitativa descriptiva, cuenta con un diseño de actividades y cuestionarios diferenciados en varias categorías e indicadores que promueven la reflexión, permitiendo así, indagar sobre los procesos de regulación y metacognición. Los resultados obtenidos, mostraron que la mayoría de los estudiantes valoran los procesos reflexivos frente a las dificultades de resolución de problemas, destacando la necesidad de aplicar procesos de regulación metacognitiva para mejorar los

procesos de aprendizaje. Los autores concluyen que la aplicación de estrategias e instrumentos bien diseñados, promueven la exploración, reflexión, y el desarrollo de la capacidad metacognitiva en los estudiantes, permitiéndoles ser conscientes de sus propias dificultades e impulsando procesos regulativos de planeación monitoreo y revisión de estrategias que encaminen hacia la resolución de problemas dándole sentido al aprendizaje de la física.

Adicionalmente, la investigación de Neto (2001), en universidades de Evora y Lisboa Portugal, plantea que es crucial para la propia actividad del pensamiento o para el estímulo del pensamiento, la utilización de estrategias metacognitivas como mecanismos reflexivos que permiten la resolución de problemas, pero advierte que en el proceso educativo existe una disonancia entre lo que se reclama a la escuela y lo que se supone que la escuela ha de realizar, superarlo significa, considerar nuevas formas de actuación pedagógica en vez de llenar la cabeza de los estudiantes de ideas inertes. De esta forma, reconoce a la reflexión como elemento fundamental al enfrentar las dificultades que experimentan los alumnos en la resolución de problemas de física.

En cuanto a la estrategia metacognitiva, es importante mencionar los componentes responsables del control y la gestión de todos los recursos cognitivos en interacción dialéctica con las variables afectivas y motivacionales. Se trata de una categoría de recursos que sólo últimamente ha merecido alguna atención (Gardner, 1991; Schoenfeld, 1987), es por ello que ha considerado como focos de este trabajo. Para la ejecución de esta investigación, se utilizaron fichas de resolución metacognitiva orientadas en la aplicación de estrategias cognitivas y metacognitivas de resolución de problemas. La constitución de los grupos no fue aleatoria por tratarse de clases ya organizadas, la investigación se realizó en dos escuelas secundarias de la ciudad de Évora, los 57 estudiantes participantes se dividieron en tres grupos: dos experimentales y uno de control con proceso de enseñanza tradicional.

- a) El análisis de la información tuvo un carácter estadístico y sus conclusiones más relevantes fueron:
- b) La opción por estrategias sistémicas y profundas, en vez de estrategias fragmentadas y superficiales;
- c) El refuerzo de la dimensión cualitativa del conocimiento, sin invalidar la importancia de la dimensión cuantitativa; al contrario, valorizándola.
- d) La importancia del conocimiento procesual, sin negar la importancia equivalente del conocimiento declarativo.
- e) La necesidad de evitar el «operativismo ciego», a través de la realización de análisis cualitativos iniciales amplias, con la subsiguiente construcción de representaciones
- f) (Internas y externas) consistentes y productivas.
- g) La importancia conferida al explicitación (con concienciación) del conocimiento, con las implicaciones consecuentes en términos de desarrollo de comportamientos metacognitivos.

En el trabajo de investigación de Queiruga (2018) de la Universidad de Burgos, se reconoce la existencia de conocimientos con alto grado de abstracción en el área de física y se recomienda el uso del aprendizaje regulado ya que favorece el empleo de estrategias metacognitivas. La investigación hace referencia a dos métodos de evaluación denominados online y offline, donde se quiere ver como se relacionan con las estrategias metacognitivas teniendo en cuenta el aprendizaje en conceptos de física y en los procesos de orientación, planificación, evaluación y elaboración aplicables a los tipos de contenido de física (resolución de tareas o problemas de física).

Los métodos on-line se definen como protocolos de pensar en voz alta y juicios de calibración de aprendizaje y los métodos off-line cuestionarios y entrevistas. Los primeros se utilizan en la resolución de tareas de física, estos registran las verbalizaciones de los estudiantes durante la resolución, los segundos se pueden administrar antes o después de la resolución del problema, estimando ítems referidos a la frecuencia de utilización de estrategias procedimentales. Durante la resolución de problemas, se evalúa el recuerdo que

el estudiante tiene en la resolución y que está guardado en la memoria de largo plazo. Así pues, la evaluación de las estrategias metacognitivas que el sujeto emplea en los procesos de resolución de problemas se puede realizar utilizando métodos de evaluación on-line u off-line.

Empleando una metodología es de carácter cuantitativo y descriptivo, trabajó con una muestra de 10 alumnos de 4º curso de Educación Secundaria. Se diseñaron protocolos e instrumentos que implicaron la participación continua de los participantes (verbalizaciones estos los alumnos y del docente durante la instrucción curricular) a lo largo de un curso académico.

Las conclusiones del trabajo de investigación muestran que, la calidad de las estrategias metacognitivas no se desarrolla de forma uniforme, las que más respondieron a la instrucción basada en aprendizaje autorregulado fueron las estrategias metacognitivas de orientación y de planificación, las cuales se utilizan en las fases iniciales de los procesos de resolución de problemas. Las estrategias metacognitivas de orientación, están relacionadas con el análisis de la información y las de planificación con la previsión de los pasos para la resolución de problemas. El estudio, también revela que se ha detectado una menor incidencia del aprendizaje autorregulado en la adquisición de las estrategias metacognitivas de evaluación y de elaboración, estas son estrategias que se emplean en las fases finales de los procesos de resolución e implican un mayor grado de complejidad metacognitiva que permite la generalización de los aprendizajes.

Se establece entonces que, este tipo de técnicas de evaluación y análisis va a proporcionar al docente más información y de mayor calidad sobre el proceso de aprendizaje de sus alumnos. Además, al registrar todas las interacciones de los estudiantes le va a permitir un seguimiento más personalizado del proceso de enseñanza-aprendizaje en cada alumno.

6 REFERENTE TEÓRICO

En este apartado se presentan varios autores que mediante su trabajo sustentan la presente investigación. El apartado comienza con la conceptualización de metacognición, la regulación metacognitiva la resolución de problemas y el aprendizaje. Con estas definiciones establecidas, la investigación destaca la incorporación de la categoría regulación metacognitiva desde los planteamientos de Tamayo (2006); Brown (1987) y Flavell (1979), con la cual se busca que los estudiantes sean más conscientes y reflexivos a la hora de resolver problemas de la dinámica de fluidos mediante la ley de Bernoulli.

6.1 METACOGNICIÓN

El origen de la metacognición se deriva de los estudios de la memoria y su funcionamiento. Tulvin y Madigan (1970) estudiaron aspectos del funcionamiento de la memoria y del conocimiento que la persona tiene de sus procesos de memoria y destacaron su importancia fundamental para el aprendizaje. Teniendo como base estos estudios, Flavell (1979, 1987) desarrolló un conjunto de trabajos que posteriormente se constituyeron en una de las dimensiones de la metacognición, este trabajo y sus implicaciones fueron objeto de estudio por investigadores de la psicología y de la didáctica para el aprendizaje destacando así la importancia de la metacognición en el proceso educativo. Según las investigaciones, los estudiantes requieren de determinados conocimientos y estrategias para el aprendizaje que conllevan a una regulación de su propia actividad, la cual requiere de una planificación, una adecuación de acciones y una verificación o evaluación de lo producido.

Según Carretero (2001), la metacognición es el conocimiento construido del propio funcionamiento cognitivo, de esto se puede interpretar que la metacognición es la capacidad de autorregular los procesos de aprendizaje. Se puede considerar entonces, que la metacognición es otra capacidad cognitiva de carácter complejo y que es producto del desarrollo progresivo y gradual de las personas. Así, la metacognición se refiere a un alto nivel de pensamiento que implica el conocimiento y control activo de los procesos

cognitivos involucrados en el aprendizaje (Chatzipanteli, Grammatikopoulos & Gregoriadis, 2014). Estos aspectos invitan necesariamente a hacer una profunda reflexión de lo que una persona conoce de sí misma y como es capaz de operar en determinado contexto.

Brown (1978) definió que la metacognición es el conocimiento de nuestras cogniciones; este conocimiento se convierte en un elemento fundamental para poder hacer la autorregulación necesaria de los procesos mentales en la búsqueda o logro de una meta como por ejemplo la resolución de problemas. Cuando se habla de cognición, se entiende como el conjunto de operaciones mentales como la percepción, atención, memorización, la lectura, la escritura y la comprensión. Por lo tanto, la metacognición significa el conocimiento de estas operaciones mentales (Buron, 1999).

Dentro de la investigación educativa, Zohar & Dori (2012) consideran a la metacognición como un tema de interés y proponen la enseñanza de habilidades metacognitivas en los procesos de formación, ya que ello permite comprender cómo las personas aprenden y construyen su conocimiento cotidiano y científico. En efecto, es imprescindible considerar la instrucción de estos procesos metacognitivos dentro del aula como una estrategia válida que permita al estudiante aplicar sus conocimientos cotidianos y científicos en función de la resolución de problemas.

Al considerar los obstáculos en la resolución de problemas de física en el grado décimo, es interesante acoger la instrucción de procesos de regulación metacognitiva, como una habilidad que permita al estudiante organizar mejor sus ideas y procesos cognitivos. De esta manera, el estudiante sería más reflexivo a la hora de resolver un problema de dinámica de fluidos y lograría ser protagonista de hacer sus propias deducciones y resolver inquietudes. Por ello, implementar la enseñanza de habilidades metacognitivas tiene un valor con enorme potencial en los procesos que ocurren en la enseñanza de la física.

Teniendo el importante papel que cumple la metacognición en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, surge el interés y la necesidad de generar espacios de aula para

que, los estudiantes desarrollen la capacidad y la habilidad de ser más reflexivos y controladores de sus procesos resolutivos, analizando el problema desde otra perspectiva. Según Garner (1991), la reflexión es una forma de hacer explícito y consciente el conocimiento metacognitivo, además que facilita el dominio de los procesos que naturalmente va a facilitar la concreción de los conocimientos conceptuales, procedimentales y condicionales para adaptarlos a las circunstancias del problema o tarea a resolver.

Es importante mencionar que, existe un fenómeno demasiado arraigado en nuestros estudiantes al adoptar el mecanicismo sin sentido, que los lleva a tomar una fórmula y hacer procesos de despeje pensando que el problema ha quedado resuelto y esto puede ser un error. Tal como lo afirma Neto (2001), aunque los procesos mecánicos y algorítmicos son necesarios no hay que caer en un operativismo ciego y sin sentido. Por lo tanto, la clave está en la justificación de lo que están haciendo. De allí la importancia de fomentar en el aula espacios que les permitan a los estudiantes conocer y ser conscientes de sus procesos cognitivos.

6.2 DIMENSIONES DE LA METACOGNICIÓN

Flavell (1979), definió de manera general la metacognición como el conocimiento sobre el propio conocimiento. En el presente, la metacognición ofrece un gran espectro dentro del proceso educativo en ciencias. Para Mitchell (1998) la metacognición tiene un gran potencial en la enseñanza de las ciencias, a partir de considerar tres aspectos generales: conocimiento, conciencia y control que van a ser primordiales en la resolución de problemas.

6.2.1 El Conocimiento Metacognitivo

El conocimiento metacognitivo se refiere a los procesos del pensamiento reflexivo que hacemos sobre nosotros mismos, sobre las actividades a realizar y los pasos o

mecanismos para lograr los objetivos de acuerdo a factores que pueden incidir positiva o negativamente. Flavell (1979) afirma que:

El conocimiento metacognitivo consiste primariamente de conocimientos o creencias sobre qué factores o variables pueden actuar o interactuar y de qué manera afectan el curso de la empresa cognitiva (...) hay tres categorías principales de esos factores: persona, tarea y Estrategia (p. 907)

El conocimiento sobre la persona, se refiere al conocimiento que tenemos de nosotros mismos como pensadores, aprendices de nuestras capacidades y la experiencia en la realización de tareas, como también las características personales que pueden afectar el rendimiento (Flavell, 1979). Este es un aspecto importante en la resolución de problemas, porque dentro de las características personales se incluyen las motivaciones y las creencias como un elemento importante que ayuda a resolver problemas. Muchos de nuestros estudiantes, no están motivados en resolver problemas físicos, pues en gran medida dudan por la calidad de sus conocimientos o por deficiencias en sus capacidades y habilidades para actuar, ocasionando un bloqueo en su desempeño y rendimiento.

El conocimiento sobre la tarea, comprende el conocimiento que tenemos de sus objetivos, así como de todas aquellas características de su información; si es interesante o no lo es, si es familiar o no lo es, si es confiable o no lo es, si está bien o pobremente organizada; esto va a implicar sobre cómo manejar mejor la empresa cognitiva y que tan exitosa y probable será la consecución de las metas (Flavell, 1979).

El conocimiento sobre la estrategia, se refiere a los medios que pueden ayudar a la ejecución de la tarea (ejemplo: la realización de esquemas facilita la comprensión y el recuerdo de materiales escritos). Este conocimiento determina qué estrategia podría ser más efectiva para el logro de las metas dependiendo del tipo de empresa cognitiva (Flavell, 1979). De esta forma, se puede elegir los procedimientos y aplicarlos a las condiciones bajo las cuales resultan más adecuados en la resolución de la tarea; esto conlleva a la comprensión de aspectos declarativos, procedimentales y condicionales.

Podemos ver, que el conocimiento sobre la tarea y la estrategia son aplicables dentro de la dinámica de la resolución de problemas en el área de física, porque implica conseguir que nuestros estudiantes dejen la apatía y emprendan actitudes reflexivas y propositivas, identificando el tipo de problema a resolver, reflexionando sobre la incógnita que se quiere determinar y que tipo de estrategias o serie de pasos se pueden utilizar para cumplir el objetivo. Tal como lo explica Brown (1978), los sistemas de control pueden conformar una serie de pasos en función de resolver problemas tales como: ser conscientes del repertorio de estrategias disponibles, identificar las características de los problemas, planificar las estrategias adecuadas y controlar la eficacia de las estrategias en los momentos de su aplicación.

Dentro del enfoque metacognitivo, se tienen tres tipos de conocimiento: el conocimiento declarativo, procedimental y condicional, los cuales influyen de manera preponderante al enfrentar determinada situación o problema. En este sentido, Schraw & Moshman, (1995) afirman que “el conocimiento declarativo incluye el conocimiento acerca de uno mismo como aprendiz y acerca de los factores que influyen en el desarrollo (...) el conocimiento procedimental es referido a conocer sobre la ejecución de habilidades procedimentales” (p. 353).

Por otro lado, según Garder (1991), el conocimiento condicional se refiere a saber por qué y cuándo utilizar el conocimiento declarativo y procedimental. Es claro que el conocimiento condicional permita poner en juego tanto la selección el concepto y el procedimiento cuando sea necesario en función de las características del problema. Estos tipos de conocimientos son fundamentales, pues permiten al estudiante reflexionar cómo se hacen las cosas, como suceden, que estrategias se seleccionan al estructurar los pasos para determinar la solución de determinado problema o situación en su esfuerzo por regular su proceso de aprendizaje.

6.2.2 La Conciencia Metacognitiva

Según Hartman (1998), la conciencia metacognitiva es un saber que tienen los estudiantes sobre los propósitos de las actividades que desarrollan y sobre el progreso personal, permitiendo la auto-regulación del pensamiento, del proceso y de los productos del aprendizaje.

6.2.3 La Regulación Metacognitiva

Se refiere al conjunto de actividades que ayudan al estudiante a controlar su aprendizaje y por ende la resolución de problemas en física, siendo este nuestro principal interés. Desde una mirada teórica, la regulación metacognitiva mejora el rendimiento, pues se relaciona con decisiones antes, durante y después de realizar cierta tarea encontrando un incremento significativo en el aprendizaje (Schraw, 1998). Se puede verificar la relación del conocimiento metacognitivo con la regulación metacognitiva, además se puede establecer que el conocimiento metacognitivo es una condición necesaria para poder regular la actividad mental pero no suficiente. “Un niño puede darse cuenta de que no entiende (conocimiento) y no saber regular o controlar la situación porque no sabe qué debe hacer y como para entender” (Buron, 1988, p. 8). Esto generalmente ocurre con nuestros estudiantes, pues a pesar de tener la idea física del problema a resolver e identificar, falta conocimiento en la respectiva representación matemática y se ven obligados a caer en un mecanismo algébrico ingenuo sin ninguna interpretación.

Lo anterior implica, hacer procesos reflexivos que lleven al estudiante a tomar la iniciativa frente a estas dificultades, dando importancia a lo que se desea conseguir y la manera como se consigue, a partir de la aplicación de diferentes estrategias. Se concluye entonces, que el saber qué y el saber cómo son los motores que impulsan la autorregulación. Enseñar a autorregular la actividad mental significa enseñar estrategias eficaces de aprendizaje. (Buron 1988).

6.3 LA REGULACIÓN METACOGNITIVA Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE

Se sugiere que en los procesos de enseñanza aprendizaje, se tengan como prioridad la enseñanza de procesos de reflexión, durante el desarrollo de una actividad cognitiva implicada en el aprendizaje, ello con el fin de que, el estudiante pueda reconocer dificultades, fortalezas, límites y estrategias que conlleven a superar dichas dificultades para lograr las metas u objetivos de aprendizaje trazados.

Se puede establecer entonces que, los procesos de aprendizaje en ciencias tienen muchos aspectos que tener en cuenta y que exige la competencia de varias disciplinas. Según Negrete (2007), el aprendizaje es un proceso complejo pues deben considerarse factores internos tales como: biológicos, cognitivos, metacognitivos, motivacionales, afectivos y externos como: socioculturales, económicos y ambientes de aprendizaje. Esto exige una mayor atención de los procesos de enseñanza al interior del aula.

Ahora bien, la tarea del aprendizaje implica la activación de mecanismos y procesos que ocurren en la mente y que necesariamente requieren de energía para lograr el intrincado proceso representacional de la realidad y del contexto. “El aprendizaje implica procesos mentales reconstructivos de las propias representaciones acerca del mundo físico, sociocultural e incluso mental, así como de autorregulación de la propia actividad de aprendizaje” (Pozo, 2006, p.124). Los procesos de aprendizaje requieren de la continua evolución de los modelos mentales y conceptuales y es un proceso que necesita su tiempo y su regulación.

Es evidente que, en estos tiempos contemporáneos de la era tecnológica, existe gran cantidad y flujo de información disponible, por tanto, se exige que se desarrollen nuevas formas de aprender, dejando atrás metodologías conductistas, donde tradicionalmente se manejaban marcos de transmisión de conocimientos como verdades absolutas. El

aprendizaje autorregulado permite orientarse en la gran cantidad de información disponible mediante un claro discernimiento basado en criterios sólidos y sustentados (Pozo, 2006).

La concepción de la regulación en el aprendizaje, implica el uso de habilidades cognitivas, afectivas y reflexivas donde el estudiante se convierte en protagonista, constructor, director y administrador de su proceso de aprendizaje (Flavell, 1987; Mateus, 2001). En esta dimensión metacognitiva, sobresale el conocimiento de los procesos cognitivos y la forma en que influye este conocimiento en los procesos de aprendizaje y control (Pozo, 2006).

La actividad del aprendizaje pone de manifiesto los procesos de control; esto permite al sujeto aprender a planificar, administrar y regular su propio aprendizaje y en los procesos de solución de problemas, permite la elección, utilización modificación evaluación de las estrategias cognitivas apropiadas. Naturalmente los procesos de aprendizaje no son lineales y existen variadas experiencias favorables y desfavorables que pueden influir en el aprendizaje y pueden ser consideradas como experiencias metacognitivas de carácter consciente o inconsciente que acompañan cualquier éxito o fracaso en el aprendizaje (Mevarech, Kramarski, 2014).

Brown (1987) afirma, que la metacognición implica el conocimiento de las propias cogniciones y la regulación (control) de la actividad mental. El desarrollo de esta habilidad en los estudiantes del grado décimo seguramente va a incidir positivamente en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos, logrando el aprendizaje en profundidad en esta área. Según Brown, aplicar la regulación metacognitiva en la resolución de problemas, implica desarrollar procesos cognitivos tales como:

Planeación: es un proceso que se realiza antes de enfrentar una tarea o meta escolar, implica la selección de estrategias apropiadas y la localización de factores que afectan el rendimiento, la predicción, las estrategias de secuenciación y la distribución del tiempo o

de la atención selectiva antes de realizar la tarea. La planeación también consiste en anticipar las actividades, prever resultados, enumerar pasos.

Monitoreo: se refiere a la posibilidad que se tiene, en el momento de realizar la tarea de comprender y modificar su ejecución; verificar, rectificar, y revisar las estrategias seguidas; ello supone procesos iterativos con el objetivo de detectar posibles errores para efectuar sus reajustes.

Evaluación: se realiza al final de la tarea y se refiere a la naturaleza de las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz. Se evalúan los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia.

Estos sistemas de control pueden conformar una serie de pasos a la hora de ser ejecutados en función de resolver problemas. “Los requerimientos básicos del sistema de control dan una idea de su complejidad:

- a) Predecir las limitaciones del procesamiento
- b) Ser conscientes del repertorio de estrategias disponibles y de su utilidad en cada caso concreto
- c) Identificar las características del problema
- d) Planificar las estrategias adecuadas para la solución del problema
- e) Controlar y supervisar la eficacia de estas estrategias en el momento de su aplicación
- f) Evaluar en cada momento los resultados obtenidos” (Brown, 1978, p. 152).

La regulación metacognitiva, se convierte en una herramienta fundamental en los procesos de aprendizaje, al evidenciar el manejo y control de procesos cognitivos de elaboración y asociación. “Se considera que los procesos regulados aplicados por las personas al abordar una tarea de aprendizaje repercuten sobre el conocimiento que elaboran y sobre sus propios procesos cognitivos”. (Martí, 1995, p. 25)

Tratar de mejorar o potencializar los procesos de regulación metacognitiva es un proceso arduo pero realizable. Sin embargo, la maduración metacognitiva sigue el mismo proceso evolutivo y continuado de automatización que se observa en la maduración de los demás aspectos del ser humano (Buron, 1999). No es necesario que los estudiantes entiendan científicamente la metacognición, pero sí se deben crear las condiciones para enseñarles a aprender, mediante un ejercicio continuado que tenga como objetivo desarrollar en ellos, la metacognición. En conclusión, la metacognición es un método inteligente de trabajo que da como resultado mayor rendimiento sin aumentar el esfuerzo. (Buron, 1988).

Lo anterior, hace ver una realidad que existe con nuestros estudiantes, sabemos el sustento positivo que pueden generar la implementación de regulación metacognitiva en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias y por lo tanto en la resolución de problemas de dinámica de fluidos, pero no es una tarea fácil, pues necesita tiempo y maduración; y lo conveniente es hacer que los estudiantes desarrollen esta habilidad desde los primeros años, para lograr un efecto positivo y duradero en el futuro. Naturalmente no se puede asegurar que el aprendizaje de física sea un éxito apropiando la regulación metacognitiva, existirán muchas variables que pueden afectar el aprendizaje. Según Nickerson, Perkins y Smith (1994) estiman que las personas no aprenden a aprender como un esfuerzo deliberado por enseñar esa habilidad, el proceso de aprendizaje se logra de manera contextual aplicando saberes y habilidades adquiridos.

Pero al considerar la regulación de la cognición como un conjunto de actividades que ayudan a los estudiantes a controlar su aprendizaje, es un factor importante que se puede utilizar en favor de nuestros estudiantes y sobre todo cuando se presenta dificultades tales como la deficiencia en la calidad de sus conocimientos, el mecanicismo sin sentido, el manejo inadecuado de diferentes representaciones visuales y proposicionales y algebraicas que conllevan a un bloqueo en la resolución de un problema de física.

Por lo tanto, es imprescindible adquirir otra habilidad de pensamiento que les permita visualizar el estado de sus procesos cognitivos para ver el problema desde otra perspectiva. Según Shraw (1998), no basta que el alumno se dé cuenta de que no entiende, es necesario que el estudiante acoja estrategias y procedimientos que lo direccionen hacia el entendimiento. Con seguridad, el proceso de aprender a aprender toma un gran significado, pues el estudiante debe reflexionar sobre sus propios procesos mentales, deduciendo por sí mismo que estrategias son más eficaces para resolver una tarea (Carr, 1990). Solo así llegará a ser metacognitivamente maduro y autónomo.

La aplicación de la regulación metacognitiva por parte de nuestros estudiantes radica en darle eficacia a los procesos de aprendizaje. Al considerar la solución de problemas de dinámica de fluidos, es natural que los estudiantes experimenten dificultades, pero con la aplicación de la regulación metacognitiva es posible que los estudiantes apliquen y controlen procesos cognitivos que van a facilitar la comprensión de la física.

Según (Condemarin, Galdames & Medina, 1995) con la aplicación de estos recursos cognitivos por parte de los estudiantes, se logrará focalizar la atención en los contenidos importantes; el monitoreo de la comprensión, la solución de las dificultades en la comprensión, y el logro de las metas con éxito.

6.4 REGULACIÓN METACOGNITIVA Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Es importante reconocer que cuando un individuo se enfrenta a determinado problema, la actividad reflexiva y de análisis es fundamental en el proceso de resolución. Es importante entonces, que se observe el problema desde varios ángulos y haciendo retrospectiva de los procesos cognitivos que se van aplicar; hacer esto es muestra de que se están aplicando procesos metacognitivos en la ejecución de las tareas.

El hecho de analizar (antes de abordarlo) de forma consciente el enunciado de un problema multiplicativo para saber si para buscar la incógnita he de multiplicar o

dividir, es una muestra clara de actividad metacognitiva, mientras que el procedimiento empleado para buscar la incógnita constituye una actividad cognitiva. (Martí, 1995, p.12)

Teniendo en cuenta las dificultades que tienen los estudiantes del grado décimo en la solución de problemas de física, es válido encausar la instrucción de la regulación metacognitiva para la aplicación de procesos cognitivos, como la planificación de estrategias, el monitoreo o la supervisión de las mismas y la evaluación consiente de su trabajo como una habilidad de organizar y controlar sus procesos cognitivos.

Según Garder (1991), la reflexión es una forma de hacer explícito y consiente el conocimiento metacognitivo, facilitando el dominio de los procesos que naturalmente va a facilitar la concreción de los conocimientos conceptuales, procedimentales y condicionales para adaptarlos a las circunstancias del problema o tarea a resolver. Por tanto, se hace evidente y necesario estimular desde el aula los procesos de regulación metacognitiva con el objetivo de reducir paulatinamente estas dificultades.

Se observa que existe gran sustento teórico para aplicar la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de física, ya que, como proceso regulador de la cognición, tiene gran potencial en ser desarrollado por los estudiantes en función de pensar en una serie de estrategias que lo lleven a resolver el problema. Existe una cierta unanimidad para varios autores (Allal, 1992; Brown, 1987; Kluwe, 1987; Lawson, 1984; Normandeau, 1992; Tesouro, 2015; Diaz, 2013) quienes hablan de procesos anticipativos o de planificación como preámbulo para enfrentar la tarea; también de procesos que se van desarrollando conforme a la aplicación de acciones como la verificación o monitoreo y finalmente los procesos de evaluación de lo producido.

Es común que, los estudiantes traten de buscar pasos para resolver problemas, pero generalmente sus procedimientos solo conducen a simples despejes y se debe ir a procesos reflexivos más profundos. La regulación metacognitiva se relaciona con el conocimiento

procedimental, es decir con las estrategias metacognitivas de control (planificación, monitorización y evaluación) que conllevan al uso de una determinada estrategia más efectiva en la resolución de problemas (Montero, 2012; Veenman, 2011). Tanto el conocimiento metacognitivo y la regulación de la cognición son esenciales en los procesos de resolución de problemas. Dentro de estos procesos de resolución, recientes investigaciones (Román, 2011; Tarricone, 2011) han puesto de manifiesto la relación entre razonamiento y reflexión. El razonamiento conlleva el uso de estrategias de codificación de la información (diagramas e imágenes mentales) y de las estrategias metacognitivas que conlleven a la resolución exitosa de problemas.

La aplicación de la regulación metacognitiva puede ser factible para que los estudiantes reflexionen sobre sus acciones, haciendo una exploración consciente al utilizar sus propios medios y caminos en busca de una solución a determinado problema. De esta forma, la presente investigación se orienta por los postulados de Brown (1987) que señala tres procesos cognitivos esenciales como; la planeación, el monitoreo y la evaluación donde se organizan los diferentes mecanismos del pensamiento dirigidos hacia la ejecución de determinada tarea.

Estos procesos cognitivos señalados por Brown (1987), también tienen relación con diferentes estudios de otros investigadores. Para Kempa (1986), en el proceso de resolución de un problema, tienen que considerarse elementos tales como: información almacenada en la memoria de largo plazo en forma de esquemas o producciones, procedimientos heurísticos, algoritmos y relaciones entre otras representaciones.

Se puede inferir que la mente dispone de diferentes modos de actuar frente a una situación problemática, movilizandolos diferentes procesos de acuerdo a los conocimientos existentes. Kintsch y Greeno (1985), afirman que es necesario traducir cada oración del enunciado de un problema mediante una representación mental interna que debe organizarse coherentemente para solucionar el problema. Aquí se considera un enunciado que el estudiante debe interpretar por medio de la competencia lectora; de la calidad de esta

competencia depende la construcción de representaciones mentales internas direccionadas hacia la búsqueda de la solución.

Según Correa (2004), en la resolución de problemas se involucran tanto las habilidades cognitivas para adquirir, codificar y recuperar información como también habilidades metacognitivas que son mediaciones del proceso cognitivo y permiten regularlo para tomar decisiones efectivas en los mecanismos de resolución de problemas.

Para Davison y Sternber (1998), el desarrollo de destrezas metacognitivas permite codificar el problema en forma de representación o modelo mental; esto permite que la mente recree un modelo de solución que siempre se esté retroalimentando, controlando y seleccionando los planes más adecuados identificando los obstáculos y superándolos.

El trabajo de Moreira (1998), concluye que los estudiantes que obtenían mejores resultados en resolución de problemas de electricidad y magnetismo eran aquellos que habían formado un modelo mental de campo electromagnético que se aproximaba al que elaboran los expertos. Los estudiantes que obtuvieron peores resultados se limitaban a trabajar con proposiciones aisladas, construían mapas conceptuales de escasa jerarquización sin capacidad explicativa.

Se destaca entonces que la regulación metacognitiva, juega un papel importante en el desarrollo de habilidades para la solución de problemas. Además, sirve para codificar la naturaleza del problema en forma de representaciones mentales, seleccionar los planes más adecuados e identificar y superar obstáculos. Las investigaciones de Moreira (1998), han comprobado que los expertos solucionadores de problemas de física llevan a cabo un análisis cualitativo del problema de forma verbal, gráfica y con otras representaciones, reflexionan sobre el mismo dentro de un esquema metacognitivo de planificación, monitoreo y evaluación.

Las anteriores investigaciones sugieren que se puede hacer la incorporación de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de física, pues se pone de manifiesto la activación y control de todos los procesos cognitivos que buscan dar con la solución a determinada situación problemática

Se trata de orientar e instruir en los estudiantes un pensamiento reflexivo donde acojan los procesos descritos por Brown (1987), planeación, monitoreo y evaluación para organizar mejor la información relevante, y plantear la mejor estrategia de solución al problema. Pero hay que reconocer que este proceso de elaboración y ajuste de la estrategia requiere maduración y esfuerzo. Según Afflerbach, Pearson, Paris (2008) y Veenman (2016) una estrategia requiere de esfuerzo deliberado y conciente más que una habilidad que se ejecuta en parte de manera automatizada.

Los procesos de regulación metacognitiva deben inferir positivamente en las diferentes estrategias de resolución de problemas. Por ejemplo las estrategias de resolución de resolución propuesta por Orrantia (1993), donde se proponen los siguientes componentes de instrucción:

Representación lingüística: consiste en articular el enunciado del problema en función de lo que se conoce y no se conoce

Representación figurativa: esta ayuda sirve para crear un modelo de la situación descrita por el problema donde se manejan esquemas de diferente orden hasta súper esquemas, esquemas de comparación, esquemas de transferencia en función de organizar información y poder plantear mejor la solución de un problema.

Razonamiento: esta ayuda se refiere a la decisión que hay que tomar respecto a la operación que hay que ejecutar. Responde a la pregunta ¿tengo que sumar o restar? Esta ayuda tiene sentido sobre todo con los problemas más difíciles donde no se reflejan las acciones desde el texto.

Ayudas metacognitivas: con esta ayuda se plantea hacer una supervisión, revisión, y evaluación de todas las ayudas anteriores para ver si son efectivas en función de resolver el problema

Se puede deducir que suministrar a los aprendices, guías y criterios para poder juzgar sus procesos y productos durante la resolución de problemas, con una inmediata retroalimentación, parecen ser los prerrequisitos más importantes para adquirir estrategias y habilidades adecuadas para el éxito en resolución de problemas, dejando atrás la memoria mecánica y reflexionando sobre los procesos que conlleven a responder sobre qué se debe hacer y cómo se debe hacer para que el esfuerzo mental no sea solo un ejercicio de memoria mecánica.

6.4.1 Modelado Metacognitivo

El objetivo está centrado en que los estudiantes adquieran estrategias dirigidas a explicitar procedimientos para ir adquiriendo un comportamiento similar a los expertos solucionadores de problemas. El docente hace más énfasis en el proceso que en el resultado final, verbalizando las operaciones mentales en cada etapa del proceso de resolución del problema, dando cuenta de las decisiones que va tomando en cada momento de la resolución. (Mateos, 2001).

Se favorecen los espacios de interlocución, que se enriquecen con la metacognición dando relevancia a diferentes preguntas como: ¿qué se debe hacer para solucionar el problema?, ¿cuál es la incógnita que debemos resolver y por qué?, ¿cómo lo vamos a hacer paso a paso?, ¿por qué se hace así?, ¿por qué tal estrategia fue efectiva y la otra no? Este proceso es muy valioso y guardan relación con lo que afirma Saiz y Carbonero (2017) sobre los precursores metacognitivos donde se desarrollan habilidades de tipo emocional, comprensivo y desarrollo del lenguaje simbólico que incentivan la dialéctica dentro del aula en función del aprendizaje.

6.4.2 Practica Guiada

El objetivo es que los estudiantes practiquen los procedimientos para la resolución de problemas, utilizando la regulación metacognitiva, aumentando progresivamente la complejidad de las situaciones planteadas, aplicando y proponiendo la utilización de procedimientos adquiridos para trabajar los diferentes contenidos con procesos de retroalimentación.

6.4.3 Actividad Predecir-Observar-Explicar

Con las actividades predecir-observar-explicar, las ciencias se aprenden mejor y por tanto pueden ayudar a mejorar la capacidad predictiva de los estudiantes como un elemento fundamental en la resolución de problemas. Con la aplicación de esta estrategia didáctica, se quiere conocer cuáles son las ideas sobre la dinámica de fluidos y los procesos de metacognición inicial, como también, explorar el tipo de obstáculos presente en sus declaraciones iniciales para su posterior reorientación. Las actividades predecir-observar-explicar, motivan a los alumnos y les hacen conscientes de que la ciencia es muchas veces contraintuitiva y que el aprendizaje requiere un cierto esfuerzo de abstracción.

Esta actividad de carácter reflexivo, examina las ideas previas del estudiante haciendo un análisis del conocimiento declarativo, en torno al reconocimiento de las características de la situación experimental. Según (White, 1999), cuando se plantea una actividad conocida, los estudiantes inicialmente deben predecir qué sucederá, luego se observa el experimento y posteriormente el estudiante explica lo sucedido. White (1999), considera que este tipo de actividades, se convierten en una estrategia de comprensión adecuada para temas científicos, la cual, a su vez, promueven la reflexión metacognitiva (Bajar-Sales, Atendido & Camacho, 2015). Por otra parte, las actividades predecir-observar-explicar ayudan a que los alumnos tomen conciencia de que la ciencia sirve para entender situaciones y problemas cotidianos.

6.5 LA LEY DE BERNOULLI

Dentro de los estándares de competencia de ciencias naturales del ministerio de educación nacional, las acciones concretas de pensamiento y acción establecen los procesos físicos que especifican “explicar el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo”. (MEN, Estándares, 2003, p.147). Por tanto, es importante que en los contenidos programáticos se reconozca la planeación, la enseñanza y aprendizaje de la ley de Bernoulli con sus elementos de energía cinética, energía potencial, presión y caudal.

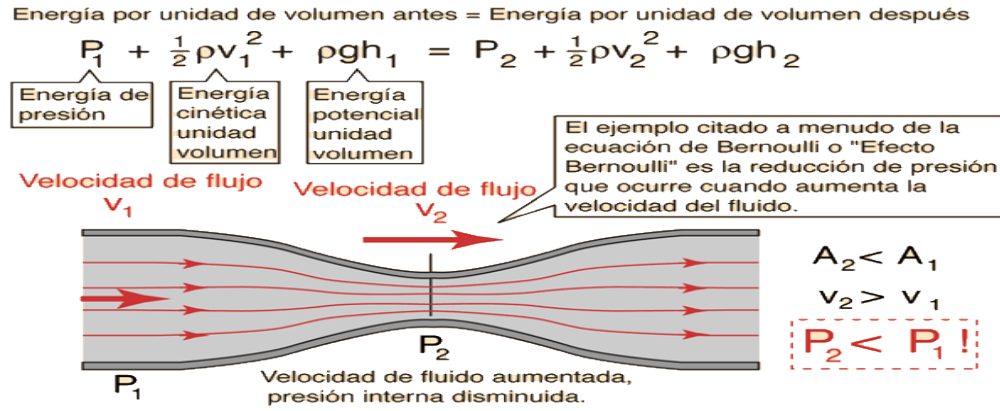
El componente histórico también es referido en el proceso, pues se trata de visualizar el trabajo de los investigadores en determinado tiempo y espacio al definir el principio o ley de los fluidos en movimiento y teniendo en cuenta el aporte de conocimientos base de otras investigaciones desarrolladas en otros tiempos.

El principio de Bernoulli fue publicado en 1738 en un estudio práctico y teórico del equilibrio, presión y velocidad de los fluidos. El principio describe el fenómeno de los fluidos en movimiento: “A medida que aumenta la velocidad de un fluido, disminuye su presión” (Serway, 1993).

Bernoulli desarrolla una expresión teórica que relaciona la presión del fluido con la velocidad y con la altura utilizando los principios de energía cinética y energía potencial en diferentes puntos de unos fluidos en movimiento.

La ecuación de Bernoulli nos dice que la suma de la presión (P), la energía cinética por unidad de volumen ($\frac{1}{2}\rho v^2$) y la energía potencial por unidad de volumen (ρgh) tiene el mismo valor a lo largo de una misma línea de corriente.

Figura 1. Representación algebraica y grafica de la ley de Bernoulli



Fuente: MEN

Estos contenidos que están considerados por el MEN y se trata de incorporarlos en la planeación para lograr su aprendizaje mediante la aplicación de las habilidades de regulación metacognitiva solucionando problemas de dinámica de fluidos.

7 METODOLOGÍA

7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque de la presente investigación tiene un carácter cualitativo, de corte descriptivo, nos interesa interpretar y describir un fenómeno social, en su propio contexto. Partiendo de las declaraciones, escritas y orales de los participantes, con relación al problema estudiado. Es por ello que:

La información es sometida a un proceso de transformación mediante estrategias manipulativas de elaboración conceptual donde el dato cualitativo es producto de una ecuación en la que intervienen la percepción del investigador, de su interpretación, de sus conocimientos previos sobre el tema objeto de análisis (Rodríguez, 2005, p.137)

Dentro de la investigación, las categorías y subcategorías están predeterminadas. En primer lugar, se diseñarán una serie de instrumentos que indaguen por las ideas iniciales de elementos de la ley de Bernoulli y como se transforma, producto del proceso de enseñanza basado en un ambiente de regulación metacognitiva. También se diseñarán instrumentos que indaguen sobre los procesos de regulación metacognitiva iniciales, intermedias y finales de los estudiantes en el ejercicio de resolver problemas de la dinámica de fluidos. Estos instrumentos se organizarán en una unidad didáctica que será ejecutada en el aula de clases. Para el análisis de la información, se dispone en una matriz de celdas que incluye las categorías y codificación.

7.1.1 Triangulación De La Información

Este proceso se llevará a cabo mediante el contraste de respuestas escritas y gráficos realizados por los estudiantes con la información de las diferentes fuentes de datos en cada una de las categorías y subcategorías para poder visualizar y describir los cambios sucedidos al aplicar los procesos de regulación metacognitiva al momento de resolver problemas de la dinámica de fluidos.

Finalmente, se establecen las conclusiones en función del análisis de los datos. La investigación va a ser un rastreo inicial y final, observando los cambios en la forma de solucionar problemas de la dinámica de fluidos aplicando la ley de Bernoulli mediante los procesos de regulación metacognitiva.

7.1.2 Categorías Subcategorías E Indicadores

Para el desarrollo de la propuesta, se tiene en cuenta las ideas iniciales de los estudiantes sobre la ley de Bernoulli y la categoría central de los procesos de regulación metacognitiva con sus subcategorías: planeación, monitoreo y evaluación. Cada subcategoría tiene asignados los diferentes indicadores, estos indicadores nos van permitir un análisis objetivo de los datos a la luz de las categorías y de los referentes teóricos, que sustentan la investigación.

Tabla 1. Categoría, subcategorías e indicadores

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Regulación metacognitiva en la resolución de problemas Brown (1987)	Planeación Brown (1987) “proceso que se realiza antes de enfrentar una tarea o meta escolar, implica la selección de estrategias apropiadas y la localización de factores que afectan el rendimiento(...) (Brown,1987)	-prevé resultados. -Efectúa atención selectiva antes de ejecutar la tarea - Identifica características del problema -Plantea y enumera pasos para dar solución al ejercicio. (Brown, 1978,1987)

	Monitoreo “(…) verificar, rectificar, y revisar las estrategias seguidas; ello supone procesos iterativos con el objetivo de detectar posibles errores para efectuar sus reajustes. (Brown 1987)	-Hace supervisión y verifica la estrategia seguida -rectifica estrategia -Hace auto-evaluación del plan. (Brown, 1978,1987)
--	--	--

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Regulación metacognitiva en la resolución de problemas Brown (1987)	Evaluación se realiza al final de la tarea y se refiere a la naturaleza de las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz; evalúa los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia (Brown, 1987)	-Evalúa los resultados de las estrategias seguidas -Evalúa en cada momento los resultados obtenidos (Brown, 1978,1987)

Fuente: Elaboración propia

7.2 CONTEXTO

La presente investigación, se llevó a cabo en la Institución Educativa Manuel Briceño, ubicada en sector rural del municipio de San Pablo Nariño. La institución cuenta con 200 estudiantes repartidos en todos los niveles. Su estrato social es bajo y provienen de veredas aledañas donde se practica la agricultura básica en parcelas.

Académicamente, no hay un proceso articulado con los padres de familia por diferentes aspectos como, la discontinuidad en la asistencia a reuniones de padres de familia y otras actividades, ya que están sujetos a trabajar en agricultura en diferentes regiones, dejando a sus hijos a cargo de abuelos o conocidos para su cuidado básico.

7.3 UNIDAD DE TRABAJO

La unidad de trabajo objeto de estudio está conformada por estudiantes de décimo grado de la institución que cuenta con un total de 20 estudiantes; 11 hombres y 9 mujeres con edades entre los 15 y 16 años.

7.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

Para la propuesta investigativa, se eligieron 5 estudiantes del grado décimo en el área de física, el análisis de información comienza con la recolección de las declaraciones escritas de los estudiantes; estimando los datos que provienen de los diferentes instrumentos de lápiz y papel que se aplicaran a lo largo de la unidad didáctica. Se contemplaron también, los dibujos y esquemas que puedan desarrollar al realizar los ejercicios, permitiendo tener una idea de la representación mental que los estudiantes tienen sobre el concepto estudiado. Es importante tener en cuenta, que, de la muestra inicial de 20 estudiantes, los 5 seleccionados para el análisis general, fueron los estudiantes que pudieron completar todas las actividades que hicieron parte de la unidad didáctica y que teniendo en cuenta la situación actual sanitaria, estos estudiantes logran desarrollarlas sin ningún inconveniente.

7.5 INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

7.5.1 Unidad Didáctica

Se desarrolla y se ejecuta una unidad didáctica en tres momentos de acuerdo al modelo de Tamayo (2013), con un conjunto de actividades organizadas en cuatro instrumentos ejecutables en dos etapas que permiten que el estudiante se involucre constantemente en escenarios donde la regulación metacognitiva está inmersa en la resolución de problemas. Así mismo, de manera intencionada y consciente el docente plantea situaciones donde el modelado metacognitivo es protagonista, ello con el fin de que el estudiante pueda replicar ese modelo de regulación metacognitiva, cuando se enfrenta a un problema, con características similares a las presentadas por el docente, quien acompaña y orienta al docente constantemente.

La primera etapa considera los momentos de ubicación y desubicación; después de tres semanas se ejecuta la segunda etapa correspondiente al reenfoque. Para el momento de

ubicación, se aplican dos instrumentos: el primero indaga los procesos metacognitivos iniciales en la explicación satisfactoria de un fenómeno físico, aplicando la estrategia predecir-observar- explicar examinando las declaraciones antes y después de una experiencia específica observable, analizando la forma en que resuelven la situación y que procesos metacognitivos aplican en esta tarea.

El segundo instrumento, indaga por el nivel de regulación metacognitiva inicial de los estudiantes al resolver un problema de dinámica de fluidos con un enunciado característico. Para el momento de desubicación, se aplica el tercer instrumento con una actividad que sugiere la regulación metacognitiva ejecutable con la participación del docente. Finalmente, en el reenfoque se aplica un cuarto instrumento donde se va a rastrear los avances en los procesos de regulación metacognitiva aplicables en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos. Así mismo, este instrumento final nos permite identificar la transformación de las ideas iniciales de los estudiantes, sobre el tema estudiado.

Momento de Ubicación

En primera medida se elabora un instrumento, es la indagación de los procesos metacognitivos iniciales de los estudiantes al explicar un fenómeno natural mediante un experimento de la vida cotidiana aplicando la estrategia *predecir-observar explicar*. White (1999), analizando las declaraciones predictivas iniciales de lo que puede suceder antes de hacer el experimento, después se hace la observación el experimento y finalmente se analizan las declaraciones explicativas finales. De esta forma se verifican las fortalezas y debilidades de los estudiantes referentes al fenómeno indagando los procesos metacognitivos iniciales que los estudiantes aplican relacionando elementos conceptuales conocidos en la resolución de la situación experimental.

Después, se diseña una situación problémica referente a la dinámica de fluidos, donde se tendrá en cuenta conceptos de presión, velocidad, energía cinética y tiene el

objetivo de identificar los procesos de regulación metacognitiva inicial de enfrentar el problema con enunciado característico, verificando el grado de planeación, monitoreo y evaluación en el proceso de determinar una solución.

Momento Desubicación

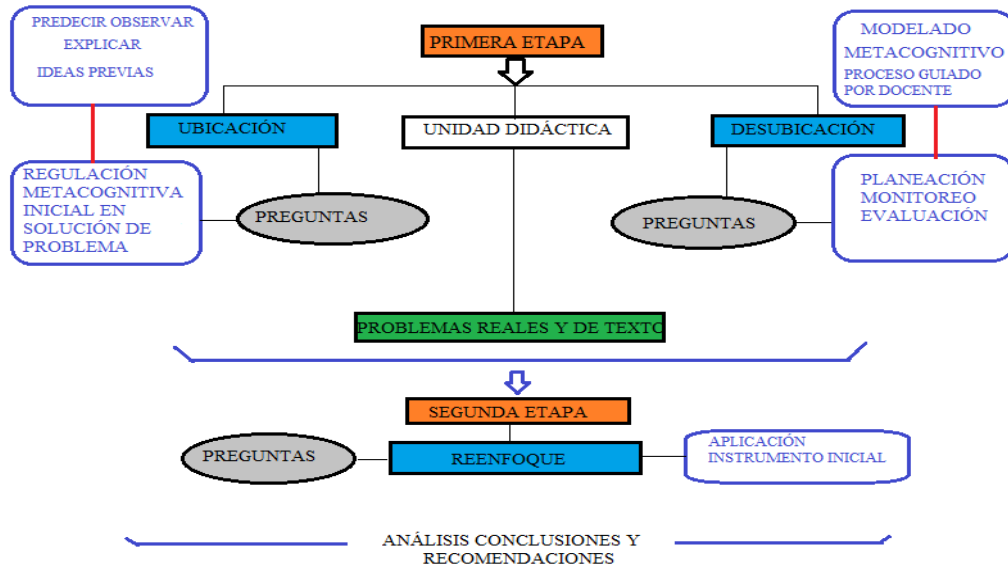
En este momento, se resuelve un problema donde se aplica los procesos de la regulación metacognitiva: planeación, monitoreo y evaluación. Brown (1983). En esta fase se utiliza las estrategias de *modelado metacognitivo*, donde el docente resuelve un problema modelo relacionado con el concepto de dinámica de fluidos induciendo preguntas, con el objetivo de fomentar la dialéctica con los estudiantes y encausando procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problemas de dinámica de fluidos. En este momento, la actividad de regulación metacognitiva en la resolución de problemas de dinámica de fluidos conlleva la aplicación de la ley de Bernoulli.

Momento Reenfoque

En este momento, se aplica un instrumento donde se considere un problema relacionado con contexto particular sobre la dinámica de fluidos, donde se espera ver una medida efectiva del uso de las subcategorías de la regulación metacognitiva, planeación, monitoreo y evaluación. (Brown, 1987). Se espera analizar los cambios en los procesos de regulación metacognitiva en la solución de problemas de física aplicando la ley de Bernoulli y con ellos establecer las conclusiones de la investigación.

7.6 DISEÑO METODOLÓGICO

Figura 2. Ruta metodológica



Fuente: Elaboración propia

8 RESULTADOS

8.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El proceso de análisis de la información, se elabora a partir de la aplicación de cada una de las diferentes actividades diseñadas con el propósito de hallar información que permita determinar cuál es la función de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de dinámica de fluidos y cómo este proceso va a influir en sus procesos reflexivos a la hora de plantear soluciones a diferentes clases de problemas de ciencias.

El análisis se realizó aplicando una unidad didáctica en dos momentos determinados. Momento de ubicación, donde se hace la exploración de los procesos de regulación metacognitiva inicial en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos. En el momento de desubicación, se aplica el modelado metacognitivo para afianzar en los estudiantes los procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problemas y en el reenfoque, se pretende evidenciar los cambios presentados por los estudiantes frente a la resolución de problemas de dinámica de fluidos y la superación de obstáculos detectados al inicio de la unidad didáctica.

Para la presentación de la información recolectada mediante de la unidad didáctica, se organizó en matrices, donde se presentan cada una de las preguntas dispuestas en los instrumentos con las respectivas respuestas. Los estudiantes seleccionados van identificados como E₁, E₂, E₃, E₄ y E₅, ello con el fin de proteger y respetar su identidad.

También se utilizó una tipología en color para mejorar los procesos de análisis y de contraste de información relevante suministrada por los estudiantes en cada subcategoría rastreando aspectos importantes de datos y su correlación dentro de la regulación metacognitiva:

- El color rojo para ideas u oraciones que dan cuenta del uso de conceptos científicos.

- El color morado para analizar sus predicciones. Sus características; si son acertadas o no frente a los conceptos estudiados.
- El color azul claro para oraciones o ideas asociadas a evidencia de los procesos de planeación, atención selectiva, elección de estrategias.
- El color verde para declaraciones del estudiante que permitan identificar monitoreo.
- El color naranja para identificar toma de conciencia con respecto a lo que sabe o no sabe.
- El color azul oscuro para la evaluación del desempeño en términos de estrategia.

Una vez leídos los diferentes instrumentos, se triangularon las respuestas de los estudiantes con el referente teórico propuesto en la investigación, con el objetivo de determinar el rol de la regulación metacognitiva en la solución de problemas de la dinámica de fluidos. Las tablas de sistematización y análisis, se presentan de acuerdo a los momentos de ubicación, desubicación y reenfoque teniendo en cuenta las categorías de modelos explicativos y regulación metacognitiva

8.2 MOMENTO DE UBICACIÓN

En esta etapa se pretende identificar los procesos de metacognición inicial y la manera en que los estudiantes resuelven dos situaciones de dinámica de fluidos relacionando los conceptos que conocen de velocidad y presión con los conocimientos de su cotidianidad. En la primera situación, se consideró un experimento simple relacionado con elementos de la ley de Bernoulli donde se aplicó la estrategia “predecir-observar-explicar” White (1999) y se exploró sus declaraciones iniciales y se observó si asociaron o no elementos de la ley de Bernoulli en este fenómeno de la cotidianidad. Una vez hecha su predicción, se observó el experimento y se exploró nuevamente sus explicaciones,

estableciendo si los estudiantes aplicaron procesos metacognitivos iniciales en establecer una solución explicativa coherente con la ley de Bernoulli.

Para la segunda situación, se exploró un problema con estructura clásica de enunciado con pregunta, y un dibujo o esquema con la característica que no es un ejercicio numérico sino de aplicación proposicional de la ley de Bernoulli donde se exploró sus procesos de regulación metacognitiva inicial en la solución de este tipo de problema. Se aplicaron dos instrumentos para la recolección de información. A continuación, se muestran los resultados después de la aplicación de los instrumentos.

Figura 3. Instrumento 1: ideas previas, procesos de metacognición inicial

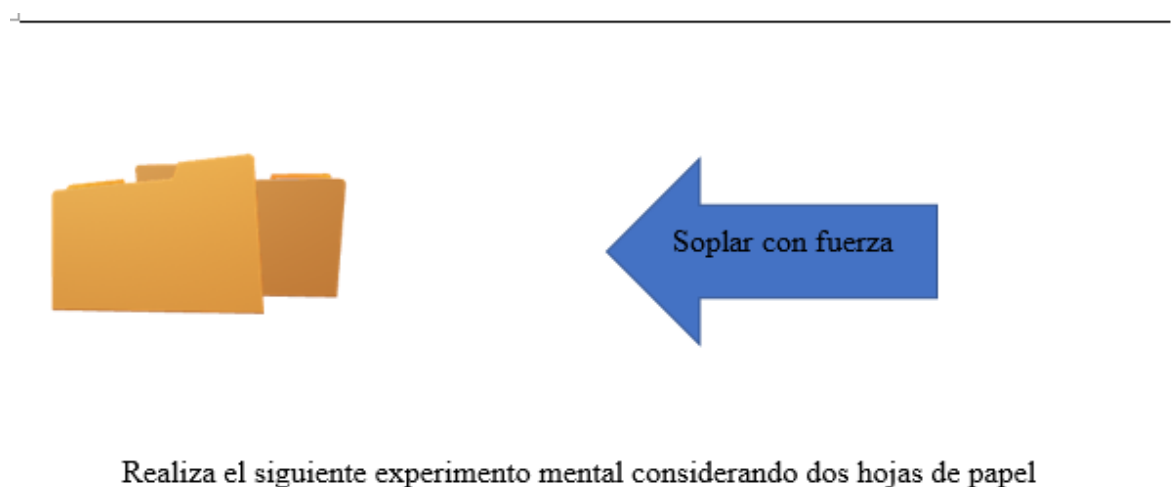


Tabla 2. Instrumento N° 1 primera parte. Exploración de ideas y procesos de metacognición inicial predicción de un evento en experimento de la dinámica de fluidos

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Qué crees que sucede al soplar fuerte en medio de dos hojas?	<p><i>E1: pues se abren las hojas</i></p> <p><i>E2: separa las hojas</i></p> <p><i>E3: yo creo que las tiene que abrir</i></p> <p><i>E4: yo digo que separa las hojas</i></p> <p><i>E5: pienso que el viento separa las hojas</i></p>

¿Por qué? Justifica tu respuesta

E1: porque el viento tiene que pasar
E2: porque la fuerza del viento las tiene que separar
E3: es claro que el viento las abre porque si no por donde sale el viento
E4: porque si se sopla directamente el viento pasa y las abre
E5: yo pienso que es porque el viento hace presión

Una vez hecho el experimento
¿Tus apreciaciones iniciales fueron correctas?
¿Porque?

E1: no, creo que hay que ver mejor porque pasa esto
E2: claro que no las abrió, pero no sé porque
E3: no, se unieron las hojas, el movimiento del viento es que lo provoca
E4: no, y si más soplaba seguían como pegadas inclusive al poner un marcador en el centro, las hojas se pegaban
E5: no seguramente algo pasa que no se puede entender

¿Qué puedes hacer para corregir o mejorar tus explicaciones?

E1: Se nota que la velocidad del viento es lo que causa todo pues hace una fuerza de unión.
E2: hay que repasar y buscar información y preguntar al profesor.
E3: hay que repasar algunos conceptos vistos de presión y fuerzas y preguntar o

¿Qué puedes hacer para corregir o mejorar tus explicaciones?

Resuelve explicando la situación

¿Crees que tus declaraciones finales son correctas?

Sí ___ No ___

¿Porque?

averiguar cómo funcionan para este caso

E4: se debe recordar lo que se sabe de presión y velocidad y preguntar por otro ejemplo que sea parecido para ver cómo funciona todo.

E5: si se sopla más fuerte la presión debería ir para afuera y abrir las hojas, pero las sierra.

E1 : pues el viento necesariamente causa la unión de las hojas por la velocidad que produce el mismo viento

E2. Según la ecuación de Bernoulli entre más velocidad menos presión y esto causa la unión de las hojas.

E3: se puede explicar que entre más velocidad del viento causa una disminución de la presión entre las hojas produciendo la unión de las mismas.

E4: segunda la ley de Bernoulli a mayor velocidad de flujo la presión disminuye y esto causa que entre las hojas la presión disminuya y cause que estas hojas se unan

E5: se mira que por acción del viento las hojas se unen

porque entre más viento más fuerte se unen las hojas

¿Crees que tus declaraciones finales son correctas?
Sí ___ No ___
¿Porque?

E₁: creo que no, solo sé que todo lo hace es el viento y su velocidad

E₂: si pues se ve que las está uniendo al soplar más fuerte, por la ley de Bernoulli

E₃: creo que si porque, pues según la ley de Bernoulli entre más rápido pasa el viento, la presión disminuye también y produce la unión de las hojas

E₄: yo pienso que, si por lo que vimos de la ley de Bernoulli al soplar más, la velocidad del viento hace que la presión cambie, disminuya y une las hojas y según el ejemplo del humo que me explico el profesor dentro de las hojas disminuye la presión y afuera de las hojas la presión es mayor y esto es lo que une las hojas

E₅: no sé, parece que si hay viento las hojas se unen y si no hago viento las hojas se quedan quietas, pero creo que no entiendo bien.

Fuente: Elaboración propia

8.2.1 Análisis de la primera parte momento ubicación

Subcategoría planeación:

Se puede establecer que en esta etapa los estudiantes se guían por lo más esperado, afirmando que al soplar en medio de las hojas estas se separan. Los estudiantes hacen esta afirmación de forma a priori sin reflexionar mucho en ella, sabiendo que ya tienen ciertos conocimientos referentes a velocidad de flujo, fuerza y presión, pero no lo asocian con el experimento. “**E₁**: *pues se abren las hojas porque el viento tiene que pasar*”. Esto provoca que la etapa de predicción se relegue a explicaciones de tipo causa efecto, que para los estudiantes tienen un gran valor adaptativo, pero conducen a errores y están basadas en eventos sensoriales y perceptivos (Martí, 1995; Pozo, Gómez y Limón, 1991).

“En lugar de hacer un análisis sistemático y riguroso de posibles variables (...) reducimos el espacio de búsqueda mediante un atajo cómodo que nos facilite una solución aproximada” (Pozo, Gómez y Limón 1996; p. 83-94). Ello deja ver la ausencia de un proceso reflexivo o metacognitivo en los estudiantes que les permitan generar una estrategia adecuada en la búsqueda de una solución.

Es evidente que los estudiantes reconocen elementos físicos y reconstruyen el evento en sus mentes con base en sus experiencias básicas “**E₃**: *es claro que el viento las abre porque si no por donde sale el viento*”. Según Craik (1943), en muchos casos la gente razona creando modelos internos de situaciones físicas como análogos estructurales y funcionales del mundo real que tienen capacidad predictiva. La dificultad radica, en que este modelo básico no se enriquece con elementos ya aprendidos en el aula de clase provocando errores en sus declaraciones explicativas.

Al efectuar la observación del fenómeno, los estudiantes reconocen que sus declaraciones iniciales tienen errores y es entonces cuando empiezan a ser reflexivos frente al hecho. Evidentemente según White (1999), las actividades predecir, observar, explicar, son especiales para comprender temas de ciencia y promueven la reflexión metacognitiva, y esto se notó en la capacidad de asombro que demostraron los estudiantes al observar el fenómeno; induciéndolos a pensar sobre lo sucedido, por ejemplo, algunos estudiantes

replantean un proceso para dar solución a la situación teniendo en cuenta el fallo en sus predicciones. *E4: “se debe recordar lo que se sabe de presión y velocidad y preguntar por otro ejemplo que sea parecido para ver cómo funciona todo”*.

Ahora, para la mayoría de los estudiantes, a pesar de reflexionar y hacer un esfuerzo por explicar el fenómeno, aun no maduran bien un plan estructurado que les permita dar solución a la situación presente indicando un bloqueo en asociar los conceptos conocidos de dinámica de fluidos con el fenómeno experimental. *E3: hay que repasar algunos conceptos vistos de presión y fuerzas”*. Según Buron (1988) el estudiante puede ser consciente e identificar lo que no entiende, pero no sabe qué hacer para lograr entender y solucionar determinada situación problemática, inclusive se restringen en utilizar otros recursos como preguntar o averiguar por otros ejemplos que les permitan formular una serie de pasos para ejecutar la tarea con éxito. Esto demuestra que no están acostumbrados a proceder de esta forma.

Subcategoría Monitoreo:

Después de la observación del experimento, los estudiantes tratan de hacer reflexión y se cuestionan sobre qué sucedió y el error de su apreciación inicial y su posible ajuste de la forma o camino para corregir la explicación del fenómeno. *E2: hay que repasar y buscar información y preguntar al profesor*. Pero como en su mayoría no conciben un plan para lograr explicar correctamente el evento, naturalmente no asumen un proceso de monitoreo del proceso seguido. Ello conduce a que su pensamiento este propenso a adivinar la explicación del fenómeno, atendiendo solo a la observación y percepción del mismo sin encadenar elementos teóricos u otros recursos como ejemplos parecidos. Esto tiene una razón de ser pues plantear una estrategia de solución y establecer un posible ajuste es en principio difícil para los estudiantes. Según Afflerbach, Pearson, Paris (2008) y Veenman (2016) una estrategia requiere de esfuerzo deliberado y conciente más que una habilidad que se ejecuta en parte de manera automatizada

Subcategoría Evaluación:

Se evidenció, que la mayoría de los estudiantes no tuvo el éxito en estructurar una explicación al fenómeno justificando la solución con solo enunciar de la ley de Bernoulli. “E₂: si pues se ve que las hojas se están uniendo al soplar más fuerte, por la ley de Bernoulli”. Según De Jong (1998), la experticia en solucionar problemas depende del repertorio de representaciones múltiples del solucionador del problema, y esto es fundamental en función de hacer un proceso de evaluación con sentido. Se puede afirmar que no existió una evaluación de sus procedimientos de forma específica y la evaluación del resultado está sujeta a mucha incertidumbre por parte de los estudiantes pues no hay elementos lógicos que les den sustento a su trabajo. Por ejemplo, veamos lo que responde el estudiante “E₁: creo que no, solo sé que todo lo hace es el viento y su velocidad”. Por su parte el estudiante E.5 declara: “E₅: no sé, parece que si hay viento las hojas se unen y si no hago viento las hojas se quedan quietas, pero creo que no entiendo”.

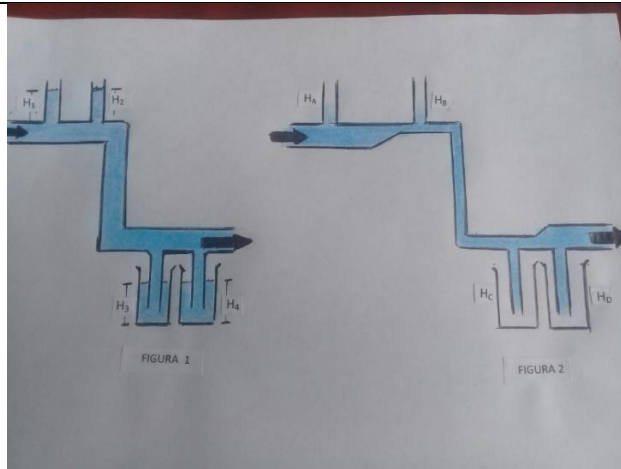
Se puede establecer que la estrategia de predecir-observar-explicar de White (1999), fue motivante dentro de los procesos de enseñanza aprendizaje. Se pudo constatar la capacidad de asombro y aunque no se logró el éxito, de alguna manera los estudiantes pensaron y movilaron ideas para tratar de explicar lo sucedido y madurar en futuro procesos de regulación metacognitiva.

8.2.2 Resultados Del Segundo Instrumento Momento De Ubicación

Instrumento 2. Proceso de regulación metacognitiva inicial

Tabla 3. Instrumento 2: indagación de regulación metacognitiva inicial en la solución de un problema de dinámica de fluidos mediante la comparación y el contraste de dos situaciones

Como maestro de obras, Juan quiere implementar sistemas de tuberías de agua para mejorar eficiencia en velocidad utilizando tubos de diferente diámetro. Contrastando las dos figuras, ¿qué sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas? ¿Hasta dónde llegan los niveles de agua en las partes anchas y angostas? ¿Qué significa?



PREGUNTAS	RESULTADOS
<p>Al contrastar las dos figuras ¿Qué crees sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas?</p>	<p><i>E1: yo creo que el agua sale con fuerza y velocidad por todos los lados porque la tubería tiene orificios</i></p>
<p>¿Qué sucede con los niveles del agua en las partes anchas y angostas de las tuberías? Explica</p>	<p><i>E2: lo que puede pasar es que la velocidad y la altura serán diferentes porque hay partes delgadas y otras partes gruesas en los tubos</i></p>
<p>Al contrastar las dos figuras ¿Qué crees sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas?</p>	<p><i>E3: yo creo que por la parte delgada del tubo pasa el agua más rápido y entonces hay más presión en esa parte. Sobre los niveles H_a será diferente a H_b y lo mismo las niveles de abajo H_c y H_d</i></p>
<p>¿Qué sucede con los niveles del agua en las partes anchas y angostas de las tuberías? Explica</p>	<p><i>E4: yo creo que primero la velocidad es lenta en las partes gruesas y después más rápidas en algunas partes delgadas y la presión también cambia y creo que en la parte delgada es mayor. Los niveles serán diferentes</i></p>
<p>Al contrastar las dos figuras ¿Qué crees sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas? Explica</p>	<p><i>E5: en el tubo más pequeño el agua va a salir con más velocidad y más presión y por el tubo grueso con menor velocidad y presión y por eso los niveles también cambian</i></p>
	<p><i>E1:</i> PASO 1: <i>hay que leer el problema</i></p>

¿Cómo puedes solucionar este problema?
Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

Porque hay que saber qué es lo que preguntan
PASO 2: *hay que ver los dos dibujos para mirar las incógnitas porque es lo que hay que descubrir*
PASO 3: *hay que aplicar la ley de Bernoulli porque así encuentro la respuesta.*

E₂:

PASO 1: *hay que leer el problema para entenderlo bien*

PASO 2: *toca ver la pregunta que pide el problema porque se debe hacer cálculos para hallarla.*

PASO 3: *hay que repasar los apuntes para poder hacer el ejercicio*

PASO 4: *hay que ver cómo sale todo porque hay que revisar*

E₃:

PASO 1: *lo primero hay que leer bien porque se revisa todo lo que se pide*

PASO 2: *me imagino hay que mirar bien las figuras porque los dibujos nos ayudan*

PASO 3: *hay que recordar unas cosas de las leyes de Bernoulli.*

PASO 4: *hay que aplicar lo yo sé de la ecuación con lo que dice el problema porque se puede encontrar la respuesta*

E₄:

PASO 1: *leo la información que da el problema porque con esta información puedo resolver el problema*

PASO 2: *miro los dibujos del problema porque hay que ver como son y qué información pueden dar*

PASO 3. *Hay que manejar fórmulas para poder hacer cálculos*

PASO 4. *Despejo lo que me piden hallar*

E₅:

¿Cómo puedes solucionar este problema?
Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto?
Sí__ No__ ¿Por qué?
¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto?
Sí__ No__ ¿Por qué?

PASO 1: *hay que leer bien porque hay que comprender el problema*

PASO 2: *ver que me pregunta el problema*

PASO 3: *recordar el tema a que corresponde porque se ofrece saber del tema*

PASO 4: *aplico los conocimientos porque puedo hacer el problema*

E1: *si pude resolver la parte de la velocidad en la parte delgada y gruesa porque si es delgada el agua va más rápido y en parte gruesa es más lenta, no pude entender lo de las alturas bien*

E2: *pues creo que si porque las velocidades aumentan en las partes angostas y las alturas de arriba H_a y H_b cambian las de abajo no lo sé bien*

E3: *yo estoy segura de una parte del problema porque al comparar la velocidad es mayor en las partes delgadas y menor en las gruesas, ahora la altura creo que la H_a es menor H_b porque a más velocidad menos presión, las alturas de abajo si me quedan dudas.*

E4: *yo pienso que sí, la primera parte de la pregunta si está bien resuelta porque la ley de continuidad de los fluidos dice que a menor área más velocidad, ahora si no para los niveles pues entre más velocidad menor presión entonces H_a será menor H_b y lo mismo H_c será menor que H_D .*

E5: *todo el problema no lo pude resolver, lo de las velocidades si pero lo de las alturas no se bien porque creo que por la parte delgadas el agua se sale con velocidad*

E1: *la parte de las alturas no las pude solucionar pues no sé cómo se pueden dar*

Menciona las diferentes dificultades que se le presentaron en el desarrollo del problema propuesto. Justifica

E₂: *me confunde las alturas de abajo, sé que tienen que cambiar, pero no sé como*

E₃: *mis principales dificultades están en las alturas de abajo pues me confunde lo de las presiones un poco*

E₄: *creo que no tuve dificultades porque si pude entender y encontrar la solución*

E₅: *lo que se me dificultó fue entender lo de las alturas pues no entiendo bien.*

¿Crees necesario revisar tus procedimientos para resolver bien el problema? Justifica tu respuesta

E₁: *yo creo que los pasos están bien, sino que no sé cómo aplicar la ecuación en las alturas de los vasos.*

E₂: *yo miro que voy bien porque la comprendo y entiendo la parte de la velocidad, pero esas alturas me parece que cambian, pero no sé cómo.*

E₃: *los pasos que aplique si están bien porque si están de acuerdo la ley de Bernoulli, me faltó una parte por entender y se me ofrecería ver como otro ejemplo*

E₄: *pues los pasos que propuse me resultaron porque ya había visto un caso parecido y por eso se me facilitó*

E₅: *yo he leído bien y mirado los dibujos, pero no sé cómo aplicar la ley en lo de las alturas y entonces no sé qué es lo que pasa en esa parte.*

¿Consideras que necesitas mejorar tus conocimientos de dinámica de fluidos para resolver este problema? Justifica tu respuesta

E₁: *si porque así lograría entender mejor y solucionar el problema*

E₂: *si porque así mi respuesta sería mejor y acorde con la ley de Bernoulli*

E₃: *claro que si porque de esta forma podría resolver las dudas que tengo y resolver completamente el problema*

E₄: *siempre es bueno tener más conocimientos de dinámica de fluidos*

	<i>porque tendría formas de comprender y resolver esta clase de problemas</i>
	<i>E5: yo si necesito saber más porque puedo resolver mejor el problema en las partes que no entendí</i>
¿Crees que con los pasos que seguiste obtuviste la solución correcta? Justifica tu respuesta	<i>E1: la verdad es que la segunda parte no pude hacerla, porque no logro aplicar la ley de Bernoulli.</i>
	<i>E2: pues lo que hice sirve para ver las velocidades en los dibujos, las alturas sé que cambian, pero no sé de qué forma</i>
¿Crees que con los pasos que seguiste obtuviste la solución correcta? Justifica tu respuesta	<i>E3: yo puedo decir que si estoy segura de los pasos que seguí para ver lo que pasa con la velocidad y las alturas de H_a y H_b aunque no estoy segura de los niveles de abajo pues esa parte es algo confundidora.</i>
	<i>E4: si, porque aplique los conocimientos aprendidos bien y el dibujo daba muchas pistas para lograr resolver el problema</i>
	<i>E5: Creo que no está todo bien pues me falta entender mejor</i>

Fuente: Elaboración Propia

8.2.3 Análisis Segunda Parte Del Momento De Ubicación

Subcategoría planeación:

Se consideró un ejercicio de física donde se sugirió que, al leerlo además de identificar las variables, trataran predecir, prever o anticipar un resultado. Brown (1987). La mayoría de los estudiantes pudieron predecir resultados apoyados en los conceptos de ciencia que conocían, pero también se apoyaron en su física de la cotidianidad introduciendo algunos errores. “*E3: yo creo que por la parte delgada del tubo pasa el agua más rápido y entonces hay más presión en esa parte (...)*”. Este tipo de respuesta es común

esperarla y va en contradicción con lo que la ley de Bernoulli promulga “*a mayor velocidad de un fluido su presión disminuye*”.

Es comprensible hasta el momento que los estudiantes traten de acercarse a la solución de este problema introduciendo algunos errores en sus apreciaciones. “*E₅: en el tubo más pequeño el agua va a salir con más velocidad y más presión y por el tubo grueso con menor velocidad y presión*”. La consideración de la velocidad está bien, pero la consideración de la presión es incorrecta. Según Fleming y Dolan (2014) los estudiantes operan con una sensación de saber (feeling of knowing) ante la tarea propuesta con la idea de predecir de forma aceptable la situación problemática con base en lo que conocen.

Eventualmente, los estudiantes están sugiriendo explicaciones de tipo causa efecto (Martí, 1995; Pozo, Gómez y Limón, 1991). Ello indica que los estudiantes no hacen un proceso metacognitivo para anticipar una solución de forma sistemática, aplicando principios que la ley de Bernoulli, sino que están tratando de resolver el problema con la ciencia cotidiana e intuitiva.

De acuerdo con lo escrito por los estudiantes, se reconoce que establecen una serie de pasos donde recalcan la importancia de leer bien, determinar sus datos, establecer la ecuación y otros. “*E₅: hay que leer bien porque hay que comprender el problema, ver que me pregunta el problema, recordar el tema a que corresponde porque se ofrece saber del tema*”. Es un primer presupuesto que hacen los estudiantes dentro del proceso de resolución, donde según Brown (1987), la planeación implica la predicción, estrategias de secuenciación, anticipación de actividades y la enumeración de pasos.

La serie de pasos propuestos por los estudiantes para solucionar el problema son en buena medida coherentes, aunque muy genéricos “*E₁: hay que leer el problema, porque hay que saber qué es lo que preguntan; hay que ver los dos dibujos para mirar las incógnitas porque es lo que hay que descubrir; hay que aplicar la ley de Bernoulli porque así encuentro la respuesta*” pero en la medida que se desarrollen nuevas capacidades estos

pasos van a ser más explícitos. Tal como lo afirma Tamayo (2006) “si un alumno tiene desarrolladas las capacidades de anticipación y planificación, podrá representarse mentalmente y explicitar, de ser necesario las acciones que deben llevar a cabo para culminar la tarea con éxito” (P.6).

Se pudo determinar, que los pasos corresponden a los procesos clásicos resumidos en búsqueda datos, operación y respuesta y no se niega que estos procesos algorítmicos ayuden a resolver el problema. Según Neto (2001), son prerequisites necesarios que tienen que incurrir en tareas de nivel más alto que propicien la reflexión y procesos metacognitivos para no viciar al alumno en el «operativismo ciego». La mayoría de los estudiantes en sus pasos, tratan de buscar una ecuación afanosamente para despejar y resolver rápidamente, pero no advirtieron que el problema solo necesitaba contrastar las dos situaciones en los dos dibujos y operar con la parte proposicional de la ley de Bernoulli.

Es reconocible que al implementar el proceso planeación correspondiente a la regulación metacognitiva fue extraño para los estudiantes, pues no estaban acostumbrados a analizar un problema de física desde esta forma. Implícitamente es natural que ejecuten muchas operaciones mentales que estén relacionadas por los procesos de regulación metacognitiva con menor o mayor madurez, pero la experiencia muestra que sin instruir en estos procesos metacognitivos los estudiantes pueden resolver problemas de dinámica de fluidos y aprender física y todo depende del grado de motivación e interés que pueda tener el estudiante. Según Nickerson, Perkins y Smith (1994), las personas no aprenden a aprender como un esfuerzo deliberado por enseñar esa habilidad, se aprende de manera contextual aplicando saberes y habilidades adquiridos.

Subcategoría Monitoreo:

El monitoreo tiene su ejecución en el momento que se desarrolla el problema, donde el estudiante hace la revisión y ajuste de su plan o estrategia de resolución. Aquí el estudiante debe identificar las dificultades que se le presentan en el momento de realizar la

tarea. Según Brown (1987), en el monitoreo se plantea como el proceso de comprender, modificar, hacer autoevaluaciones, revisar y rectificar las estrategias seguidas.

Se observó, que los estudiantes pudieron ejecutar la primera parte del problema corrigiendo algunas apreciaciones erróneas, pero para la segunda parte casi todos los estudiantes reconocen que no pudieron hacerlo. “E₅: *todo el problema no lo pude resolver, lo de las velocidades sí, pero lo de las alturas no sé bien (...)*”. Según Carr (1990), cuando una persona es metacognitivamente madura, reflexionará sobre sus propios procesos mentales, deduciendo por sí mismo que estrategias son más eficaces para resolver una tarea.

Los estudiantes afirman tener dificultades en aplicar la ley de Bernoulli en la segunda parte del problema, pero no hacen un proceso de revisión de los pasos, o que paso podrían corregir o sugerir para lograr dar solución al problema. “E₁: *yo creo que los pasos están bien, si no que no sé cómo aplicar la ecuación en las alturas de los vasos.*” En esta situación, reconocen e identifican los conceptos que no entienden, pero no saber qué hacer. Según Shraw (1998), no basta que el alumno se dé cuenta de que no entiende, es necesario que el estudiante acoja estrategias y procedimientos que lo direccionen hacia el entendimiento. Es aquí donde los estudiantes deben ser estimulados para que reconozcan sus limitaciones y proyecten una estrategia para entender y proceder. Según Condemarin, Galdames & Medina, (1995) con la aplicación diferentes recursos cognitivos por parte de los estudiantes, se logrará focalizar la atención en los contenidos importantes; el monitoreo de la comprensión, la solución de las dificultades en la comprensión, y el logro de las metas con éxito.

Ahora bien, los estudiantes reconocen dificultades en dar solución a la segunda parte del problema, aún no son propositivos en ajustar el plan o serie de pasos. Aceptan que les falta saber más sobre la ley de Bernoulli para poder resolver totalmente el problema, “E₅: *yo he leído bien y mirado los dibujos, pero no sé cómo aplicar la ley en lo de las alturas y entonces no sé qué es lo que pasa en esa parte*” El ser proactivos o tomarse el

tiempo para preguntar, corregir su plan de acción o discutir algún ejemplo que les permita resolver la situación es un proceso de maduración. Esto implica que planear una estrategia y hacer proceso de ajuste conlleva bastante esfuerzo y experiencia pues según Afflerbach, Pearson, Paris (2008) y Veenman (2016) una estrategia requiere de un esfuerzo deliberado y conciente más que una habilidad que se ejecuta en parte de manera automatizada.

Subcategoría Evaluación:

En esta actividad final, se evalúa la estrategia seguida por el estudiante. Según Brown (1987), esta actividad se hace al final de la tarea escolar donde se evalúa los resultados de las estrategias en términos de eficacia. Es importante resaltar, que los estudiantes implícitamente están reconociendo la factibilidad de hacer una revisión de su estrategia prediciendo un acercamiento a la respuesta que le permitan resolver el problema de fluidos mediante la aplicación de la ley de Bernoulli, afirman en su mayoría que no pudieron resolver parte del problema, haciendo evidente que su estrategia no funcionó en su totalidad.” E₂: *“pues lo que hice sirve para ver las velocidades en los dibujos, las alturas sé que cambian, pero no sé de qué forma”* a pesar de ello, se puede decir que hay un acercamiento por parte de los estudiantes a ser críticos de su propio trabajo, dispuestos siempre a discutir tanto resultados como su estrategia. E₄: *“si, porque aplique los conocimientos aprendidos bien y el dibujo daba muchas pistas para lograr resolver el problema”*. Es evidente que en la evaluación exista sinergia e interacción con elementos del conocimiento metacognitivo por parte de los estudiantes al hacer reflexiones sobre sus actividades y las características de la tarea pero desde el punto de vista de sus dificultades que siempre existen intrincadamente, el conocimiento metacognitivo no garantiza la regulación, tal como lo afirma Buron (1988) *“el conocimiento metacognitivo es una condición necesaria para poder regular la actividad mental pero no es suficiente”* (P.8).

8.3 MOMENTO DE DESUBICACIÓN

En este momento, se planteó a los estudiantes resolver un problema de dinámica de fluidos tomado de una situación del cine. Esto demostró ser una actividad muy interesante, pues motivó e impulsó una serie de reflexiones de lo que puede pasar y podría pasar si los límites se exageran en una situación que tiene que ver con la ley de Bernoulli.

El principal propósito de esta actividad, fue que los estudiantes se familiarizaran con los procesos de regulación metacognitiva de planeación, monitoreo y evaluación propuestos por Brown (1983). Para ello, se utilizó la estrategia del modelado metacognitivo, donde el docente realizó el acompañamiento en el proceso resolutorio del problema, provocando intencionalmente dudas y situaciones error que enriquecieron la dialéctica de los estudiantes y fomentaron los procesos de regulación metacognitiva.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Instrumento 3. Modelación metacognitiva en la resolución de problemas

Tabla 4. Instrumento 3: Aplicación de modelado Metacognitivo para el desarrollo de los procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problema de física.

Materiales: video en YouTube <https://youtu.be/yNfZYYZDpJk>

En la película, un súper humano hace un salto de un edificio a otro. Suponiendo que fuera verdad, el súper humano desarrolla una velocidad de 20 metros por segundo. Considerando que, si todo está en reposo, y que la densidad del aire es 0.00122 g/cm^3 ¿Qué sucede con la presión cuando el hombre corre por el sector?, ¿se puede calcular su valor?

PREGUNTA	RESPUESTA
¿Que pide o sugiere el problema? Explica con tus propias palabras	<i>E1: el problema pide resolver dos preguntas. La primera es que sucede con la presión y cuál es la presión. E2: el problema sugiere que sucede con la presión y si es posible calcularla.</i>

<p>¿Que pide o sugiere el problema? Explica con tus propias palabras</p>	<p><i>E3: este problema encontramos una incógnita la cual nos dice como es la presión dentro del túnel y si es posible calcularla cuando el hombre corre por el pasillo</i></p> <p><i>E4: básicamente pide hallar una relación entre presión y velocidad, siendo un poco más específico, al mismo tiempo nos pregunta que pasa con la presión si la velocidad aumenta y si podemos calcular la presión.</i></p> <p><i>E5: nos indica que debemos encontrar que pasa con la presión según el video y también el valor de la presión.</i></p>
<p>¿Qué crees que suceda con la presión en el túnel?</p>	<p><i>E1: Según lo que he aprendido el hombre hace que crea que el aire se mueva y va a bajar la presión</i></p> <p><i>E2: lo que parece es que la presión va disminuir por lo de la velocidad que lleva el hombre</i></p> <p><i>E3: Se puede ver el efecto que causa la velocidad del hombre. los papeles salir volando por el túnel y la gente cayendo, esto significa la disminución en la presión y se puede estimar que es menor a la presión atmosférica</i></p> <p><i>E4: según lo que dice la ley de Bernoulli entre más velocidad de un fluido menor su presión, se puede decir que la presión en el túnel disminuirá y será menor que la presión atmosférica normal</i></p> <p><i>E5: para este caso la presión en el túnel bajara porque el hombre va a mucha velocidad</i></p>
<p>Describe que secuencia o serie de pasos se pueden ejecutar para dar solución al problema</p>	<p><i>E1:</i> <i>PASO 1</i> <i>primero extraigo los datos de problema</i></p>

Describe que secuencia o serie de pasos se pueden ejecutar para dar solución al problema

¿Por qué? Con estos datos puedo voy ordenando el problema

PASO 2 establecer la ecuación de Bernoulli

¿Por qué?

Puedo ver la incógnita en la ecuación.

PASO 3

Empiezo a poner los datos en la ecuación para poder hacer los cálculos

¿Por qué? Porque la formula va a dar la respuesta

PASO 4

Hay que hacer buen despeje

¿Por qué? Hay que hacer bien el despeje para saber la presión,

E₂:

PASO 1: leer bien el problema

¿Por qué? Para tener claro que hacer

PASO 2: sacar los datos y la información que ofrece el problema

¿Por qué? Porque con los datos se empieza a resolver

PASO 3: verificar que formula o procedimiento es adecuado recordando otro ejemplo.

¿Por qué? Porque hay que aplicar una formula

PASO 4: despejar la formula y darle solución al problema

¿Por qué? Pues ya se puede despejar la presión

E₃:

PASO 1: hacer un dibujo esquemático

¿Por qué? Para comprender la situación y organizar los datos.

PASO 2: organizar la información importante teniendo en cuenta la ley de Bernoulli.

Describe que secuencia o serie de pasos se pueden ejecutar para dar solución al problema

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + dgh_2$$

¿Por qué? La ley permite calcular el valor de la presión

PASO 3: hacer conversión de datos si es posible

¿Por qué? si no se tiene cuidado con esto podemos caer en errores

PASO 4: hacer los respectivos despejes y cálculos

¿Por qué? Porque es posible determinar el valor de la presión

E4:

PASO 1: buscar la información y los datos que se pueden determinar del problema:

$$V_1 = 0 \quad V_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 101325 \text{ pascales}$$

La densidad del aire = 0,001225 g/cm³

P₂ = ?

¿Por qué? Es necesario determinar esta información para poderla trabajar

PASO 2: hacer gráficos de apoyo y ver otro ejemplo

¿Por qué? Son útiles para ayudarnos a recrear el problema

PASO 3 : verificar si los datos están en las unidades correctas y efectuar conversiones

¿Por qué? Porque hay que trabajar en similares unidades para obtener una respuesta lógica

PASO 4: utilizar la ley de Bernoulli colocando los datos adecuadamente para despejar

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + dgh_2$$

¿Por qué? La fórmula es útil para determinar el valor de la presión

E5:

Describe que secuencia o serie de pasos se pueden ejecutar para dar solución al problema

PASO 1: Recoger bien los datos del problema
¿Por qué? Es importante hacer los cálculos con estos datos
PASO 2: hay que recordar bien la ecuación de Bernoulli en otro ejemplo pasado
¿Por qué? Con esta fórmula puedo colocar los datos y ver que me falta
PASO 3: Coloco los datos en la fórmula de forma cuidadosa
¿Por qué? Porque si no los coloco de forma correcta seguro voy a cometer errores.
PASO 4: despejo el valor de la incógnita
¿Por qué? Porque es lo que me pide el problema que halle

¿Crees que es suficiente llegar a la solución con este plan? ¿Porque?

E1: yo creo que si es posible hallar la solución con este plan
E2 Si, porque ahora se mejor como funciona este ejercicio
E3: Si, porque según lo que me pide el ejercicio se puede solucionar con estos pasos
E4: Se puede acercar mucho para dar solución y si me faltan puedo buscar otro paso
E5: yo creo que si, porque hay que hacer unos cálculos

Resuelve el ejercicio teniendo en cuenta los pasos propuestos

E1:
 $V_1=0, P_1= 101325, V_2= 20 \text{ m/s},$
 $d= 0,001225 \text{ g/cm}^3; P_2=?$
Ecuación de Bernoulli
 $P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + dgh_2$

Resuelve el ejercicio teniendo en cuenta los pasos propuestos

$$101325 + 1/2(0.001225)^2 \times 20 =$$

$$P_2 + 1/2 (0,001225) \times 20$$

$$101325 + 0,0245 = P_2 + 0.0245$$

$$P_2 = 101325$$

Me dio lo mismo que la presión atmosférica(error)

Corrección, falto cumplir bien con la ecuación de Bernoulli, no hice elevar al cuadrado ni conversiones

$$\text{Densidad} = d = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$101325 + 1/2(1,225)^2 \times 20^2 = P_2 + 1/2$$

$$(1,225) \times 20^2$$

$$101325 = P_2 + 245$$

$$P_2 = 101325 - 245 = 101080 \text{ pascales}$$

E2:

Leo bien, saco los datos

$$P_1 = 101325; V_1 = 0; V_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$D = 0,001225 \text{ g/cm}^3$$

La fórmula a utilizar es

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 +$$

dgh₂

No hay alturas

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

Hago cálculos

$$101325 = P_2 + 1/2($$

$$0,001225 \text{ g/cm}^3) \times 400$$

$$101325 = P_2 + 0,49$$

$$P_2 = 101325,51 \text{ pascales si bajo}$$

El error es que en la energía cinética no convertí unidades

Corrección

$$101325 = P_2 + 1/2(1,225 \text{ Kg/m}^3) 400 \text{ m/s}$$

$$P_2 = 101080 \text{ pascales}$$

E3:

Pongo estos datos en un dibujo

$$V_1 = 0; P_1 = 101325, d = 0.001225 \text{ g/cm}^3$$

$$.h_1 = ? V_2 = 20 \text{ m/s}; P_2 = ?; h_2 = ?$$

Resuelve el ejercicio teniendo en cuenta los pasos propuestos

Conversión de densidad $d = 1,225 \text{Kg/m}^3$

Ecuación para aplicar

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 +$$

dgh_2

Despejo

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho V_2^2 + dgh_2 - \frac{1}{2} \rho V_1^2 -$$

dgh_1

No se puede desarrollar porque no están las alturas.

Corrección: no hay alturas y se reduce

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

$$P_2 = P_1 - \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

$$P_2 = 101325 - \frac{1}{2}(1,225 \text{kg/m}^3 \times 400 \text{ m}^2/\text{s}^2)$$

$$P_2 = 101080 \text{ pascales}$$

E4:

Buscar información

$V_1 = 0$; $V_2 = 20 \text{ m/s}$; $P_1 = 101345 \text{ pascales}$

Densidad del aire $d = 0,001225 \text{ g/cm}^3$

$$P_2 = ?$$

Hacer un esquema

En un instante el súper hombre está en reposo

$$V_1 = 0$$

Cuando el súper hombre empieza a desarrollar velocidad, la presión disminuye.

Hacer conversiones

$$d = 0,001225 \text{ g/cm}^3 = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

Utilizo la ecuación de Bernoulli, no hay alturas

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

Resuelve el ejercicio teniendo en cuenta los pasos propuestos

$$101325 \text{ pascales} = P_2 + \frac{1}{2} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 400 \text{ m}^2/\text{s}^2$$
$$P_2 = 101325 \text{ pascales} - (245 \text{ pascales})$$
$$P_2 = 101080 \text{ pascales.}$$

E₅:

Datos del problema

$$V_1 = 0 ; V_2 = 20 \text{ m/s} ; P_1 = 101345 \text{ pascales}$$

$$. d = 0,001225 \text{ g/cm}^3$$

$$P_2 = ?$$

Recordar la ecuación de Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + dgh_2$$

Ahora se colocan los datos

$$101325 + \frac{1}{2} (0,001225) \cdot 0 = P_2 + \frac{1}{2} (0,001225) \cdot 400$$

Hay que corregir las unidades de densidad del aire $d = 1,225 \text{ kg/m}^3$

$$101325 + \frac{1}{2} (1,225) \cdot 0 =$$

$$P_2 + \frac{1}{2} (1,225)^2 \cdot 20$$

$$P_2 = 101355,02 \text{ pascales, Hay error}$$

Corrección

$$101324 = P_2 + \frac{1}{2} (1,225 \text{ kg/m}^3) \cdot 400$$

$$P_2 = 101080 \text{ Pascales}$$

¿Existieron dificultades en el proceso de resolución? ¿Cuales? Menciona las relevantes

E₁: tuve un problema en el manejo las multiplicaciones en la ecuación pues los numero no me concordaban, pero con la ayuda del profesor pude resolverla

E₂: la parte de la energía cintica de la formula estaba un poco difícil pues la densidad no me cuadraba bien tocaba ver bien las unidades kg/m^3 .

E₃: En un primer intento el manejo de los cálculos estaba un poco mal pues me

¿Existieron dificultades en el proceso de resolución? ¿Cuales? Menciona las relevantes

¿La estrategia elegida es propicia para hallar la solución? Si o no ¿Por qué? Justifica tu respuesta

confundí, pero cuando la ecuación se redujo ya se facilitaron las cosas

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 +$$

dgh₂

Se redujo a

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2$$

E4: pues no tuve dificultades pues las orientaciones del profesor fueron claras y se pudo hacer el desarrollo normalmente.

E5: En un principio falle pues los datos no los coloqué bien pero cuando recibí orientación ya me salió bien

E1: Si, porque los pasos que seguí fue posible dar la solución al problema, existieron errores que se pudieron resolver

E2: tuve que hacer unas correcciones el manejo y despeje de la ecuación pues me dio mal la respuesta, pero después pude corregir mi error.

E3: verifique nuevamente los pasos y la lógica está bien pues el resultado fue el mismo y la presión que se encontró si dio menor que la presión atmosférica

E4: el plan si está bien propuesto pues se logró encontrar una respuesta que se esperaba pues sin hacer los cálculos y sabiendo lo de la ley de Bernoulli se pudo verificar comprobar la solución

E5: El plan si fue adecuado, si tuve errores fue en las multiplicaciones y en los despejes que logré corregir y si pude resolver el problema

E1: si, aunque en un principio tuve algunas dificultades, pero pude resolverlas al verificar que estaba mal

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto?
Sí__ No__ ¿Por qué?

E2: pues si lo pude resolver, pero hay que revisar y no confiarse de las primeras respuestas porque al principio tuve errores que tuve que corregir

E3: si pude resolverlo, pero hay que hacer una revisión de todos los pasos para estar completamente segura

E4: Si tuve éxito en resolver el problema y hay que estar revisando si lo que se hizo tiene lógica para obtener la respuesta.

E5: reconozco que no medio la respuesta en la primera vez, pero se rectificó y se corrigió y si se obtuvo la respuesta al problema

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto?
Sí__ No__ ¿Por qué?

E1: Si, pues logre obtener el resultado de la presión que se preguntaba en el problema

E2: Me faltó hacer las conversiones de manera correcta, pero al final si logre obtener el valor de la presión en el túnel.

E3: Si, porque logre hallar encontrar la solución y se pudo comprobar que la presión tenía que ser menor a la presión atmosférica como se había dicho al principio.

E4: Si, se pudo resolver el problema y los pasos y el procedimiento si tenían la lógica para encontrar el valor de la presión y mirando que estaba de acuerdo con lo que se dijo inicialmente que esta presión tenía que ser más baja que la presión atmosférica.

E5: el plan sí estuvo bien, solo que no hice bien la colocación de datos, pero la recomendación fue que se revisara bien y ya logré resolver el problema.

¿Consideras que el plan elegido fue adecuado para solucionar el problema?
Sí__ No__
¿Porque?

¿Los resultados que obtuviste son coherentes? Justifica tu respuesta

E₁: si al fin me dio un resultado coherente porque los cálculos fueron hechos con más cuidado.

E₂: Si pude solucionar las dificultades y la presión medio 101080 pascales y fue menor que la presión atmosférica

E₃: los resultados si son coherentes pues la respuesta de la presión disminuye y tiene un valor menor a la presión atmosférica

P₂= 101080pascales

¿Los resultados que obtuviste son coherentes? Justifica tu respuesta

E₄: la respuesta tiene lógica pues el valor de la presión dentro del túnel cuando el hombre corre es tiene un valor menor a la presión atmosférica P₂= 101080 pascales

E₅: después de corregir algunos errores pude encontrar el valor de la presión en el túnel cuando el hombre corre

P₂= 101080 pascales.

Fuente: Elaboración Propia

8.3.1 Análisis Del Momento De Desubicación

Subcategoría planeación:

Con relación al proceso de regulación metacognitiva, Brown (1987) establece que la planeación es un proceso que se lleva a cabo antes de enfrentar una tarea escolar, allí se verifican factores que afectan el rendimiento, la predicción, las estrategias de secuenciación y la distribución del tiempo o de la atención selectiva. Antes de realizar la tarea; consiste en anticipar las actividades, prever resultados, enumerar pasos.

En esta etapa, los estudiantes ya poseen más conocimientos referentes a la ley de Bernoulli y frente a la presentación del video y el enunciado del problema, sus capacidades predictivas mejoraron estableciendo proposicionalmente lo que sucedería físicamente de acuerdo con la ley de Bernoulli “*E₄: según lo que dice la ley de Bernoulli entre más*

velocidad de un fluido menor su presión, se puede decir que la presión en el túnel disminuirá y será menor que la presión atmosférica normal” los fenómenos físicos de su cotidianidad ya son explicados sistemáticamente con conceptos de ciencia adquiridos. “*E₃: Se puede ver el efecto que causa la velocidad del hombre. Los papeles salir volando por el túnel y la gente cayendo, esto significa la disminución en la presión y se puede estimar que es menor a la presión atmosférica*”. Se evidencia una apropiación en la planeación concerniente a predecir posibles resultados como parte fundamental en solucionar el problema, es lo que Mevarech y Kramarski (2014) llaman experiencia metacognitiva refiriéndose a procesos conscientes e inconscientes que acompañan cualquier éxito o fracaso en el aprendizaje o en una empresa cognitiva.

En cuanto a la dinámica del ejercicio los estudiantes establecieron el carácter de resolución tanto proposicional como algebraico, y así fueron inducidos a proponer sistemáticamente una serie de pasos de forma anticipada antes de afrontar el proceso resolutivo; “*E₂: leer bien el problema. ¿Por qué? Para tener claro que hacer: sacar los datos y la información que ofrece el problema ¿Por qué? Porque con los datos se empieza a resolver, verificar que formula o procedimiento es adecuado recordando otro ejemplo, despejar la fórmula y darle solución al problema*”. Se los hace reflexionar sobre el extremo opuesto. ¿Cómo solucionar un problema sin estructurar un plan de acción?

Esto confirma la importancia de desarrollar en los estudiantes la capacidad de estructurar procesos que contengan una serie sistemática de elementos o pasos como proceso fundamental en la resolución de un problema tal como lo afirman varios autores (Allal, 1992; Brown, 1987; Kluwe, 1987; Lawson, 1984; Normandeau, 1992; Tesouro, 2015; Diaz, 2013) quienes hablan de procesos anticipativos o de planificación como preámbulo para enfrentar una tarea. De esta forma, los estudiantes establecieron una serie de pasos un poco más explícitos, con un carácter más consciente, y que estimaron suficientes para lograr dar solución al problema.

Subcategoría monitoreo:

Este proceso se lleva a cabo durante la ejecución de la tarea, con el objetivo de que el estudiante sea consciente de revisar y modificar su estrategia cuando se presentan obstáculos o identifican detalles incoherentes mientras se resuelve el ejercicio. Según Brown (1987) el monitoreo se refiere a la posibilidad que se tiene en el momento de realizar la tarea de comprender y modificar su ejecución; verificar, rectificar, y revisar las estrategias seguidas y hacer autoevaluaciones durante el aprendizaje; ello supone procesos iterativos con el objetivo de detectar posibles errores para efectuar sus reajustes.

En la realización de este proceso, los estudiantes hicieron su proceso de revisión teniendo en cuenta las dificultades que se presentaron en el camino y las incoherencias de resultados que se presentaron en cada caso, intencionalmente el docente permitió que se equivocaran hasta que ellos mismos se dieron cuenta que llegaron absurdos o soluciones incoherentes. “*E₂: la parte de la energía cintica de la fórmula estaba un poco difícil pues la densidad no me cuadraba bien tocaba ver bien las unidades kg/m³*”. Eventualmente no especificaron algunos pasos que después reconocieron que eran imprescindibles en su monitoreo para poder dar la solución logrando movilizar procesos cognitivos tales como información almacenada en la memoria de largo plazo en forma de esquemas o producciones, procedimientos heurísticos, algoritmos y relaciones entre otras representaciones. (Kempa, 1986).

Es importante resaltar que los estudiantes actuaron prevenidamente dado que ya sabían el tipo de respuesta a la cual tenían que llegar. “*E₄: el plan si está bien propuesto pues se logró encontrar una respuesta que se esperaba pues sin hacer los cálculos y sabiendo lo de la ley de Bernoulli se pudo verificar comprobar la solución.*” Además, ya manejan conocimientos que obtuvieron en los procesos iniciales que respaldaron las decisiones tomadas; reconocieron problemas en el proceso algebraico concernientes a la aplicación de una fórmula donde encontraron valores numéricos que en ocasiones no correspondían a la solución esperada, pero que lograron corregir después.

En esta parte del modelado metacognitivo como estrategia para guiar los procesos de regulación metacognitiva se puede notar su influencia en los estudiantes facilitando el desarrollo de habilidades como precursores metacognitivos (Saiz, Carbonero, 2017), que servirán para enfrentar diferentes clases de problemas y tareas.

En el proceso de modelamiento se logró impulsar las reflexiones de los estudiantes sobre sus procesos de monitoreo donde reconocieron las dificultades y los errores en la ejecución en determinados pasos y en medida aceptable fueron propositivos en disponer de correctivos en elementos de su planeación inicial.

Subcategoría Evaluación:

Esta etapa sucede al final del proceso y según Brown (1987) la evaluación se refiere a la naturaleza de las acciones tomadas como aprendiz, evaluando los resultados en términos de eficacia. Las respuestas de los estudiantes mostraron que evaluaron su estrategia con el resultado final del ejercicio resuelto, asegurando que su plan de acción era adecuado logrando encontrar la solución adecuada, pero aún falta más reflexión a la hora de evaluar la eficacia de cada paso o si faltaron pasos o más elementos a tomar en cuenta.

Los estudiantes estaban seguros, que dada su predicción inicial que evidentemente era verdadera, y que por el resultado final que encajaba con su apreciación final, la secuencia de pasos era correcta. *“E4: la respuesta tiene lógica pues el valor de la presión dentro del túnel cuando el hombre corre es tiene un valor menor a la presión atmosférica $P_2 = 101080$ pascales”*. Aunque no reflexionaron que para varios casos la secuencia no estaba completa y los llevó a errores. Se reconoce en los estudiantes este acercamiento al proceso de evaluación y se pretende que en un futuro este proceso se profundice como elemento fundamental dentro de la resolución de problemas en el área de física.

Encausar la regulación metacognitiva en la resolución de problemas provocó una mejor actitud y reflexión en los procesos de aprendizaje de la física. A pesar de las

dificultades, los estudiantes estuvieron motivados en aplicar esta habilidad haciendo un esfuerzo por aprender. “El aprendizaje implica procesos mentales reconstructivos de las propias representaciones acerca del mundo físico, sociocultural e incluso mental, así como de autorregulación de la propia actividad de aprendizaje” (Pozo, 2006, p. 124).

8.4 MOMENTO DE REENFOQUE

Para el desarrollo de este momento se consideró aplicar el mismo instrumento relacionado con la segunda actividad del momento de ubicación. Aquí, se tuvo en cuenta un cuestionario con la misma estructura del momento inicial y se diseñó un problema con características de solución tanto proposicional como numérico asociado a un fenómeno muy familiar para los estudiantes y que hace parte de su cotidianidad.

Con la aplicación de este instrumento final y su análisis, se comparó el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos antes de la instrucción en los procesos de regulación metacognitiva (momento de ubicación) y después de desarrollar la enseñanza de los mismos mediante el modelado metacognitivo.

A continuación, se presentan los resultados:

Instrumento 4. Resolución de problemas aplicando regulación metacognitiva

Tabla 5. Indagación final de procesos de regulación metacognitiva en resolución de problemas de dinámica de fluidos

En sistema se introducen 400 mililitros de agua y la parte inferior se activa una fuerza de 12 Newtons sobre un área $7 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ generando un caudal de 50 cm^3 en 6 segundos. Los diámetros de la manguera cambian de 3 cm a 0.4cm en la parte superior a 40 cm de altura. ¿Cuál es la velocidad y la presión del agua en la parte superior?



PREGUNTA	RESPUESTA
<p>¿Teniendo en cuenta tus conocimientos y experiencia sobre fluidos? ¿Qué crees que sucede con la velocidad y la presión del fluido en la parte superior</p>	<p><i>E1: Aquí como la manguera se hace pequeña al final la velocidad aumenta y la presión del agua también aumenta al salir</i> <i>E2: Según lo que comprendí la velocidad aumenta y la presión tiene que disminuir porque así dice la ley de Bernoulli.</i> <i>E3: Dado que cuando la velocidad aumenta la presión disminuye según la ley de Bernoulli, se puede saber que la velocidad va aumentar y por lo tanto la presión del agua tiene que disminuir al final de la manguera.</i> <i>E4: la ley de Bernoulli dice que al aumentar la velocidad de flujo tiene que disminuir su presión entonces es claro que la velocidad del agua aumenta y su presión disminuye porque si aumentara la presión al salir el agua se atrancaría y no saldría</i> <i>E5: estoy seguro que la velocidad va aumentar, y la ley de Bernoulli dice que la presión tiene que disminuir</i></p>

¿Cómo puedes solucionar este problema?
Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

E₁:

PASO 1. lo primero es entender el problema

Porque se debe comprender lo que dice el problema

PASO 2. Ver cuál es la incógnita y los datos porque con estas cosas hay ordenarlas para resolver

PASO 3. Hacer un dibujo o grafica que permita poner los datos

PASO 4. Proceder a aplicar la ley de Bernoulli porque se pueden hallar la velocidad y presión.

E₂:

PASO 1: leer que pide el problema porque es importante saber lo que dice

PASO 2: hacer un esquema porque un dibujo puede ayudar mejor.

PASO3: hacer un proceso con la ecuación

$$\rho \cdot dV_1 + \rho g h_1 + P_1 = \rho \cdot dV_2 + \rho g h_2 + P_2$$

$$\rho \cdot (3)(0,017)^2 + 7142,8 = \rho \cdot (0,4)(0,00096)^2 + (0,4)(10)(40) + P_2$$

...(...)

PASO 4 despejar el valor de la presión

E₃:

PASO 1: hacer un dibujo donde se pueda representar la situación, esto es para mejor comprensión de lo que debo hacer

PASO 2: organizar los datos correspondientes en el dibujo porque me facilita comprender mejor

PASO 3: Clasificar los datos y observar cuales me hacen falta para la solución.

¿Cómo puedes solucionar este problema?
Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

PASO 4: identificar que operaciones me hacen falta al aplicar la ley de Bernoulli para hallar la solución.

E4:

PASO 1: Esquematizar lo que el problema dice con los diferentes datos.

PASO 2: hay ajustar los datos y hacer conversiones porque se tienen sus unidades

PASO 3: Organizar la información en la formula o ley de Bernoulli.

PASO 4: proceder a dar la solución mediante el principio y la ecuación de Bernoulli porque permite calcular los valores

E5:

PASO 1: identifico los datos porque son necesarios para resolver

PASO 2: los organizo y también veo cual es la incógnita

PASO 3: organizo toda la información en un esquema practico del problema

PASO 4. Realizo los caculos con la ecuación de Bernoulli

Menciona las diferentes dificultades que se le presentaron en el desarrollo del problema propuesto. Justifica

E1: Lo que se me hace difícil es entender lo que dice el problema y además es confundidor cuando se hacen cálculos

E2: hay dificultad en organizar los datos para lograr saber dónde ubicarlos pues toca hacer otras operaciones y se cae en errores

E3: con lo que he aprendido hay que ser cuidadosos y aplicar bien la ley de Bernoulli

E4: pues dificultad no, solo hay que saber sobre el manejo de la ley de Bernoulli

E5: pues la dificultad es saber más sobre la ecuación de Bernoulli pues siempre hay

¿Crees necesario revisar tus procedimientos para resolver bien el problema? Justifica tu respuesta

cosas que no entiendo bien al hacer operaciones

E1: Si, creo que hay que revisar el proceso que hice pues no estoy seguro de que mi respuesta sea correcta tengo que ver otros ejemplos

E2: Si hay que revisar pues tuve un error y no coloque bien un número toca volver a leer el problema para colocarlos bien.

E3: Yo digo que sí porque tuve que revisar pues en ocasiones en algo me equivoque en los despejes

E4: Si, porque a veces algunos detalles se me escapan y fue necesario estar revisando para poder corregir algunos detalles

E5: Si, porque hay unos conceptos que no están suficientemente claros y tengo que repasarlos. Seguí los pasos para resolver el problema de acuerdo a como lo comprendí.

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto?
Sí__ No__ ¿Por qué?

E1: Yo creo que, si pude resolver el problema, pero estaba difícil pues cometí unos errores y tuve que borrar y volver a empezar

E2: Si lo pude resolver pues ya había aprendido más sobre este tema, aunque era un poco más difícil y al principio me equivoque

E3: si se pudo resolver este problema pues si se tiene más dominio y los pasos fueron acertados.

E4: si fue posible resolverlo pues los datos estaban completos y solo era cuestión de tener manejo con las formulas

E5: Si, pues se pensó muy bien las cosas pues había muchos datos y aunque tenía

problemas trate de utilizar bien las formulas

¿Crees que con los pasos que seguiste obtuviste la solución correcta? Justifica tu respuesta

E₁: No porque no estoy seguro de mi despeje o si mis datos están bien hechos.

E₂: Aunque no estoy 100% seguro de que los pasos sean correctos creo que si aplique bien y obtuve una respuesta buena.

E₃: pienso que sí, pues siguiendo los pasos y corrigiendo algunos cálculos de la mejor manera se logró entender y darle solución que concordaba con lo que había pensado al principio.

E₄: Si porque el camino fue el más adecuado, llegué a la respuesta utilizando los mecanismos que van de la mano con el objetivo del problema y obtuve resultados con respuestas correctas V_1 menor que V_2 P_1 mayor que P_2 .

E₅: Pues tuve que tener cuidado en los pasos finales pues al principio no me daba la respuesta y tuve que corregir el manejo de la ecuación.

Fuente: Elaboración propia

8.4.1 Análisis Del Momento De Reenfoque

Subcategoría planeación:

Para este momento se muestra un proceso de predicción de la situación más cuidadosamente. Los estudiantes ya no operan solo por intuición al predecir los fenómenos de su cotidianidad, sino que se apoyan en el sustento de la ley científica; ello indica un elemento importante, el estudiante hace un proceso más reflexivo en su ejercicio predictivo de los diferentes fenómenos físicos encaminado sus declaraciones en la resolución del problema y esto es válido pues según Brown (1987) la predicción o el prever resultados es un indicador importante dentro de la planeación y al hacerlo con el sustento teórico, se favorece la tarea resolutive.

Para Brown (1987), la planeación es un proceso que se realiza antes de enfrentar la tarea que implica la selección de estrategias la predicción, estrategias de secuenciación y la enumeración de pasos. Con relación a este punto, los pasos planteados por los estudiantes evidenciaron que en su mayoría las secuencias fueron mejor estructuradas. Ellos reconocieron mejor la información del enunciado del problema y les permitió ir trabajando de acuerdo a lo que se sugería en el mismo; identificando los elementos de la ley de Bernoulli, introduciendo procesos sistemáticos y sabiendo con certeza a donde deberían llegar de acuerdo a sus predicciones y conocimientos.

Todo indica que la mayoría de los estudiantes ejecutaron procesos metacognitivos significativos con pasos mejor estructurados en la etapa de planeación, según Neto y Valente (2001) al considerar la utilización de estrategias metacognitivas como mecanismo reflexivo, permite aplicar estrategias sistémicas y profundas en vez de estrategias fragmentadas y superficiales

Análisis pre-test y pos-test subcategoría planeación

Se comparan las respuestas de los estudiantes correspondientes a la subcategoría planeación entre los momentos de ubicación y reubicación.

Pre - test E₁: yo creo que el agua sale con fuerza y velocidad por todos los lados porque la tubería tiene orificios

Pos-test E₁: Aquí como la manguera se hace pequeña al final la velocidad aumenta y la presión del agua también aumenta al salir

En esta fase predictiva vemos que en el momento de reenfoque el estudiante asocia a los fenómenos físicos elementos teóricos de forma más evolucionada y con un lenguaje específico de la física demostrando que sus procesos reflexivos han mejorado.

Pre-test E₃: yo creo que por la parte delgada del tubo pasa el agua más rápido y entonces hay más presión en esa parte

Pos-test E₃: Dado que cuando la velocidad aumenta la presión disminuye según la ley de Bernoulli, se puede saber que la velocidad va a aumentar y por lo tanto la presión del agua tiene que disminuir al final de la manguera

Se puede mirar que en reenfoque el estudiante hace un mejor uso de los conceptos y leyes físicas y las etapas de predicción se ajusta a la lógica de las leyes físicas como elemento fundamental encaminado a resolver con éxito el problema.

Pre-test E₅:

PASO 1: hay que leer bien porque hay que comprender el problema

PASO 2: ver que me pregunta el problema

PASO 3: recordar el tema a que corresponde porque se ofrece saber del tema

Post-test E₅:

PASO 1: identifico los datos porque son necesarios para resolver

PASO 2: los organizo y también veo cual es la incógnita

PASO 3: organizo toda la información en un esquema práctico del problema

PASO 4. Realizo los cálculos con la ecuación de Bernoulli

Al final se puede ver que los pasos son más específicos y con un mayor valor funcional que en la primera parte donde se muestran pasos generales sin mayor profundidad demostrando que mejoraron sus procesos reflexivos en los procesos de regulación metacognitiva. Al utilizar estrategias metacognitivas como mecanismo reflexivo, permite aplicar estrategias sistémicas y profundas en vez de estrategias fragmentadas y superficiales (Neto, Valentín: 2001).

Subcategoría monitoreo:

Para esta etapa se reflejó que los estudiantes efectuaron actividades de verificación de procesos en especial la revisión de operaciones en la relación matemática de Bernoulli. Sin duda este paso es el que ofreció mayor incertidumbre “E₁: Lo que se me hace difícil es

entender lo que dice el problema y además es confundidor cuando se hacen cálculos”. “E5: pues la dificultad es saber más sobre la ecuación de Bernoulli pues siempre hay cosas que no entiendo bien al hacer operaciones”. Ello implicó que varios estudiantes tuvieran que borrar algunas veces para corregir algunos cálculos hasta conseguir la solución siendo esto comprensible dentro de los procesos de resolución de problemas de física.

A pesar de las dudas y las dificultades, se destaca en los estudiantes una actitud positiva en hacer una revisión de su estrategia compuesta de una serie de pasos. Anteriormente, la mayoría de los estudiantes abandonaba frente a las dificultades que presentaba el problema, haciendo evidente un bloqueo cognitivo en sus procesos. Según Barón (1988) un estudiante puede darse cuenta que no entiende y al no saber regular su pensamiento no podrá saber qué hacer para resolver determinada situación.

Por esto el desarrollo en los estudiantes de los procesos de regulación metacognitiva (monitoreo) propuestos por Brown (1987) generaron una respuesta satisfactoria en la actitud del estudiante. Ahora al percibir que se habían cometido errores en determinado paso, lo reconocieron, lo evaluaron y efectuaron procesos correctivos en sus procedimientos utilizando varios recursos como volver a leer el problema, recordar conceptos, mirar otros ejemplos, afinar algoritmos de despeje etc.

Análisis pre-test y pos-test subcategoría monitoreo:

Se comparan las respuestas de los estudiantes correspondientes a la subcategoría monitoreo entre los momentos de ubicación y reubicación.

Pre-test E₁: *yo creo que los pasos están bien, sino que no sé cómo aplicar la ecuación en las alturas de los vasos*

Post-test E₁: *Si, creo que hay que revisar el proceso que hice pues no estoy seguro de que mi respuesta sea correcta tengo que ver otros ejemplos.*

En el proceso final se evidencia un proceso más reflexivo y profundo con una función más propositiva ante las dificultades y dudas. El estudiante es conciente de que debe revisar y explorar otros posibles caminos para entender siendo más proactivo en sus procesos de pensamiento.

Pre-test E4: *pues los pasos que propuse me resultaron porque ya había visto un caso parecido y por eso se me facilito*

Pos-test E4: *Si, porque a veces algunos detalles se me escapan y fue necesario estar revisando para poder corregir algunos detalles.*

Se evidencia al final que está haciendo el monitoreo correspondiente al proceso de regulación metacognitiva de manera más consciente proponiendo mecanismos de revisión sistemática e iterativa para abarcar todos los posibles pormenores, y no deja a la suerte el monitoreo basándose en un ejercicio en particular como al principio. Naturalmente las dudas y los errores son parte del proceso y están dentro del espectro del solucionador de problemas. Según Moreira (1998) el experto solucionador de problemas de física lleva a cabo un análisis cualitativo del problema de forma verbal, gráfica y con otras representaciones y reflexiona dentro de un esquema metacognitivo.

Subcategoría evaluación:

Los estudiantes son reflexivos frente a su trabajo reconociendo sus dudas, sus dificultades y sus avances. La mayoría de los estudiantes tuvieron que hacer correcciones en sus procesos para poder llegar a la respuesta correcta evaluando siempre la efectividad de la serie de pasos propuestos.

Se reconoce en sus respuestas que para la mayoría de ellos la resolución no fue una tarea directa y que siempre cometieron errores en el proceso que los llevo a ejecutar varias iteraciones en sus cálculos con el incentivo y la certeza de que ya sabían a donde tenían que llegar guiados por la parte proposicional de la ley de Bernoulli y por sus predicciones iniciales. Este hecho es significativo, ya que fueron reflexivos frente a los algoritmos y

cálculos finales dejando en buena medida el operativismo ciego Neto y Valente (2001), sincerándose sobre su propio trabajo de resolución de problemas de dinámica de fluidos.

La aplicación de esta unidad didáctica duró cuatro semanas y al término de la misma se pudo contemplar que los estudiantes apropiaron elementos de la regulación metacognitiva de Brown al resolver problemas de dinámica de fluidos aplicando la ley de Bernoulli. Todo este proceso permitió que los estudiantes fueran más reflexivos sobre su trabajo aplicando estrategias adecuadas frente a las dificultades con una actitud positiva siendo más propositivos en su planeación y en el seguimiento de sus procesos permitiéndoles identificar sus errores, aplicar las correcciones necesarias y evaluar de su trabajo con la intención de llegar a la meta de solucionar con éxito el problema.

Al término este proceso se puede ver la relación que guarda la aplicación de los procesos de regulación metacognitiva en la solución de problemas de dinámica de fluidos con el aprendizaje de la física. Su importancia se evidencia en que la aplicación de esta estrategia ha hecho efectivo en gran medida el aprendizaje por cuanto el estudiante aplicó y reguló procesos cognitivos que lo condujeron a mejorar su actitud y su comprensión de la dinámica de fluidos. Según Condemarin, Galdames y Medina (1995) las aplicaciones de estos procesos favorecen el aprendizaje, pues focalizan la atención en los contenidos importantes, el monitoreo de la comprensión, la determinación de propósitos o metas y la resolución de dificultades de la comprensión.

Análisis pre-test y pos-test subcategoría evaluación:

Se comparan las respuestas de los estudiantes correspondientes a la subcategoría evaluación entre los momentos de ubicación y reubicación.

Pre-test E₁: *la verdad es que la segunda parte no pude hacerla, porque no logro aplicar la ley de Bernoulli.*

Pos-test E₁: *Yo creo que, si pude resolver el problema, pero estaba difícil pues cometí unos errores y tuve que borrar y volver a empezar*

Al inicio el estudiante concentra su frustración al no poder utilizar una formula, después hay un pensamiento de orden superior más evolucionado que reconoce la dificultad y ejecuta acciones de pensamiento en función de identificar errores y corregirlos. Un estudiante que es consciente de lo que debe hacer está actuando metacognitivamente (Martí, 1995). Se reconoce una actuación más reflexiva en la evaluación dentro de los procesos de regulación metacognitiva.

Pre-test E₅: *Creo que no está todo bien pues me falta entender mejor*

Post-test E₅: *Pues tuve que tener cuidado en los pasos finales pues al principio no me daba la respuesta y tuve que corregir el manejo de la ecuación.*

Se evidencia que al aplicar los procesos de regulación metacognitiva, el estudiante organiza mejor sus ideas y procesos operacionales. Los procesos reflexivos mejoraron en la tarea de resolver problemas de dinámica de fluidos.

9 CONCLUSIONES

La regulación metacognitiva incide satisfactoriamente en la solución de problemas de física. Al comparar las tareas de resolución en el momento de ubicación y después en el momento del reenfoque, se pudo determinar un avance en la capacidad de reflexionar, gerenciar, organizar, evaluar y corregir estrategias de solución.

Se identificaron en los estudiantes procesos iniciales de resolución de problemas de física sin haber tenido instrucción previa en procesos de regulación metacognitiva. Estos guardaron alguna relación con los procesos de predicción, elaboración de pasos y la revisión de la respuesta. Naturalmente se identificaron dificultades en la mayoría de los estudiantes de carácter conceptual, procedimental y de estrategia que les impidió asociar los conceptos científicos con los fenómenos físicos de la cotidianidad.

Se puede establecer una relación causal entre la regulación metacognitiva, la resolución de problemas y el aprendizaje de la dinámica de fluidos. Los estudiantes reconocieron sus dificultades, permitiendo cuestionar y reflexionar sobre su trabajo, mejorando en la aplicación de estrategias y habilidades en los procesos resolutivos y apropiándose mejor del conocimiento metacognitivo.

10 RECOMENDACIONES

Es importante incorporar en el aula de clases de la institución Educativa Manuel Briceño estas metodologías de enseñanza en las áreas de ciencias. Necesariamente incluir procesos metacognitivos para el desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes se evidencia más investigación y compromiso pues conlleva ejecutar más trabajo en el diseño de unidades didácticas desde los primeros grados escolares para lograr resultados satisfactorios en los grados superiores.

Generalmente en nuestro trabajo docente en el aula de clase y siendo sinceros recurrimos mucho a aplicar un modelo conductista para ganar tiempo. Al instruir en procesos de regulación metacognitiva se pudo evidenciar un cambio interesante en la actitud del estudiante en su forma de aprender lo cual presupone reorganizar los enfoques metodológicos con el apoyo del concejo académico para adoptar estrategias metacognitivas en áreas afines y con algunos contenidos viables para empezar a proponer cambios en los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula.

Hay que reconocer que la investigación se efectuó en un ambiente controlado con una sola temática, un grupo dividido en dos partes y con un tiempo relativamente largo de cuatro semanas. Ello implica que si se aplica en un proceso normal de enseñanza el tiempo no alcanzaría para cubrir todo un programa en el área de física. Sería bueno conocer otras experiencias significativas que instituciones educativas hayan llevado a cabo en este campo de la regulación metacognitiva y que hayan sido relevantes en el tiempo para involucrarlas en nuestra institución.

11 REFERENCIAS

- Afflerbach, P., Pearson, D., & Paris, S. (2008). Clarifying differences between reading skills and reading strategies, *The Reading Teacher*. *Nueva Jersey*, 364-373.
- Allal, L., Saada, & Roberth, M. (1992). La metacognition: Cadre conceptuel pour l'étude des régulations en situation scolaire. *Archives de Psychologie* 60, 265-296.
- Borkowski, J., & Muthukrishna, N. (1992). Moving metacognition into the classroom. *Working models and strategy teaching. Promoting academic competency and literacy in school*, 447-501.
- Brown. (1987). Metacognition, Executive control, Self-Regulation and other more mysterious mechanisms. *Weinert F.E. and Kluwe Hillsdale*, 65-116.
- Brown, A. (1978). Knowing when, where and how to remember. A Problem of metacognition. En R. Glaser (Ed). *Advances in instructional psychology (vol 1) Hillsdale N, J Erlbaum*.
- Buron, J. (1999). Enseñar a Aprender : Introducción a la metacognition. *Ediciones Menzajero*, 9-97.
- Buteler. (2008). Recursos Metacognitivos durante la resolución de problemas de Física. *Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Matemática y de Física CONICET*.
- Camelo. (2010). El mejoramiento Cualitativo de la escritura a partir de la Metacognition. *Colombian Applied Linguist Journal*, 54-69.
- Carr. (1990). Cambio Educativo y Desarrollo Profesional. *University of Sheffield*.
- Carr, M. (1994). Metacognition and mathematics strategy use. *Cognitive Psychology*.
- Carretero, M. (2001). Metacognition y Educación. *Buenos Aires: Aique*.
- Chatzipanteli, A., Grammatikopoulos, V., & Gregoriadis, A. (2014). Development and evaluation of metacognition in early childhood education. *Early Child Development and Care* 184(8), 1223-1232. Doi 1080/03004430.201.38614.
- Condemarin, C., Galdames, M., & Medina, A. (2000). Estrategias de estudio y aprendizaje escolar. *Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- Correa, C. (2004). Estudio Descriptivo de las estrategias Cognitivas de los alumnos de primer año de Pedagogía en Enseñanza Media de la Universidad del Bio-Bio. *Facultad de Educación*.
- Craik, K. (1943). The Nature of Explanation. *Cambridge*.

- Davidson, J., Deuser, R., & Sternberg, R. (1994). The role of metacognition in problem solving. In J & A.P. Shimamura: *Knowing about knowing*, 207-226.
- Davison, J., & Sternberg, R. (1998). Smart problem solving: How metacognition help. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A.C. Graesser (Eds) *Metacognition in educational theory and practice* . L Erlbaum, Mahwah, 47-68.
- De Jong, T., Ferguson, & Hessler, M. (1996). Tips and qualities of knowledge. *Educational psychologist*, 105-113.
- Diaz. (2013). ¡Tienes las herramientas! aprende a utilizar las estrategias y concejos para maestros, padres y estudiantes : para un efectivo proceso de enseñanza aprendizaje. *Estdos Unidos. editorial LLC*.
- Diaz, F., & Hernandez, G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretacion constructivista. Mexico DF. *Mc Graw-Hill*.
- Flavell. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area Cognitiva-Development Inquiri. *Stanfor University ; vol 10* , 906-911.
- Fleming, S., & Dolan, R. (2014). Philosophical transactions of the Royal Society B. *Biological Science, Londres*, 1138-1139.
- Garder, D. (1991). Eting disorder inventory-2. *Professional manual. Persources Psychological Assessement Resources, Odessa*.
- Garofalo, J. (1985). Metacognition, Cognitive Monitoring, and Mathematical Performance. *Journal for Reseach in Mathematics Education* .
- Garrido, M. (2017). Propuesta de intervension; Estrategias metacognitivas en el Aprendizaje de la Fisica y de la Quimica en el segundo curso de E.S.O. *Universidad Internacional de la Rioja*.
- Griffin, T., & Salas, W. a. (2013). Suppoting effective Self-regulated learnig the critical role of monitoring. *Intrnational Hanbook of metacognition and learning technologies. New York Springer*.
- Hacker, D., & Graesser , A. (1998). Metacognition in educational theory and practice. *The educational psychology. Lawrence Erlbaum Associates Publisherrs*.
- Hartman. (1998). Metacognicion in teaching and learning: an introduction Intruictional Science. 26.
- Heit. (2012). Estrategias Metacognitivas de Comprension lectora y eficacia en la asignatura, lengua y literatura. *Revista de Psicologia*, 79-96.
- kempa. (1986). Resolucion de problemas de Quimica y estructiura cognositiva. *Enseñanza de las ciencias*, 99-110.

- Kintsch, G. (1985). Understanding solving words arithmetic problems. *Psicology Review*, 109-129.
- Klimenko, A. (2008). Aprender Como Aprendo. *Grupo de Educacion y Desarrollo*, 12-24.
- Klue , R. (1987). Executive decisions and regulation of problem solvin Behavior,En F.E Weinert R H Klue (Eds) Metacognition, motivation,and understanding. *Hillsdale, NJ*, 31-64.
- Lawson, M. (1984). Being executive about metacognition. En J.R Kirby(Ed), cognitive strategies an educational performance. *Orlando,FL Academic Press*, 89-109.
- Lockl, K. &, & Schneider, w. (2003). Metacognitive monitoring and self-control processes for children allocation of study time. *Zeitschrift fur padagogisch Psychologie 17 (3/4) doi: 1024//1010-0652.17.3.173*, 173-183.
- Lopez. (2013). Metodos Procedimientos y Estrategias para Memorizar : reflexiones ecesarias para la actividad del estudiante eficiente. 805-824.
- Marques , P., & Domingo, M. (2013). Practica docente en aulas 2.0 de centros de Educacion primria y secundaria de España. Classroom 2.0 teaching practice in elementary and intermediate school in Spain. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educacion 42,*, 115-128.
- Marti. (1995). Metacognicion. Entre la facinacion y el desencanto. *Universidad de Barcelona*, 67.
- Marugan. (2013). Estrategias Cognitivas de Elaboraion y Naturaleza de Contenidos en estudiantes Universitaios . *Biologia Educativa*, 13-20.
- Mateos. (2001). Metacognicion y Educacion: Serie Psicologia Cognitiva y Educacion. *Aique Grupo Editor Buenos Aires*.
- MEN. (1998). lineamientos Curriculres Ciencias Naturales. *Serie Lineamientos Curriculares. Editorial Magisterio Nacional de Colombia Bogota*.
- Mevarech, Z., & Kramarski, B. (2014). Critical maths for innovative societies: the role of metacognitive pedagogies. Paris. *OECD*.
- Miller, G., Galanter, E., & Pribam, K. (1960). Plans and the structure of behavior. *Holt Rinehart y Winston*.
- Mitchell, G. &. (1998). *Metacognicion and conceptual change*. California: In Mintzes Wndersee end Novak Teaching.
- Montero, E., & Bol, A. &. (2012). An analysis of learning to Learning competences at the university. *Electronic Journal of Reseach in Educational Psychology 10(1)*, 253-270.

- Moreira, G. Y. (1998). Modelos Mentales y Aprendizaje de la Física en Electricidad y Magnetismo. *Instituto de Física Ciencia y Educacion.UFRGS.Porto Alegre* , 289-303.
- Negrete. (2007). Estrategias para el Aprendizaje. *Mexico Editorial Limusa*.
- Neto. (2001). Disonancias Pedagógicas en la resolución de problemas de Física: una propuesta para su superación de raíz Vygotskiana . *Departamento de Pedagogia.Universidad de Evora*.
- Nickerson, R., Perkins, D., & Smith, E. (1994). Enseñar a pensar: aspectos de la actitud intelectual. *Lawrence Erlbaum. Nueva Jersey* .
- Normandeau, S. (1992). Developpement des strategies cognitives et des habiletés d autocontrolé chez les enfants de 8 a 14 ans. *Revue Canadienne de Psychologie* 46(1), 117-137.
- Orrantia, J. (1993). Comprensión y razonamiento matemático: donde las matemáticas necesitan del lenguaje. *conferencia inaugural del curso 1993-94 de las ESU de Psicología del Lenguaje y Logopedia.Universidad Pontificia de Salamanca*.
- Paris, S., & Winograd, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instrucción. *Ln B. F. Jones & L.Dimensions of thinking and cognitive instruction*, 15-51.
- Pozo. (2006). Nuevas Formas de Pensar la Enseñanza y el Aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos. *Barcelona Grau*, 234-239.
- Pozo. (2006). Teorías cognitivas del Aprendizaje. *Facultad de Psicología. Universidad Autonoma de Madrid. Editorial Morata*, 178-189.
- Pozo, J., Gomez, M., & Limon, M. (1991). Las ideas de los estudiantes sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología. *Enseñanza de las ciencias*, 83-94.
- Queiruga. (2018). Evaluación de estrategias Metacognitivas: Aplicación de métodos online. *Revista de Psicología y Educacion. Universidad de Burgos*.
- Rodríguez, S. (2005). Teorías y prácticas del análisis de datos cualitativos.Proceso general y criterios de calidad. *SOCIOTAM*, 137.
- Roman, J. (2011). Entrenamiento metacognitivo y estrategias de resolución de problemas en niños de 5 a 7 años. *International Journal of Psychological Reseach*,4(2), 9-19.
- Sanmarti. (2016). promoviendo la autoregulación en la resolución de problemas de Física . *Ciencia y Educacion.Barau*, 7-22.
- Schoenfeld, A. (1987). Cognitive Science and Mathematics Education . *Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.University of California*.

- Serway. (1993). *FISICA TOMO 1. Tercera Edicion*. Madison EE.UU: Mc GRAW-HILL.
- Shraw. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instruccion Science*, 113-115.
- Tamayo. (2013). Las Unidades Didacticas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales Educacion Ambiental y Pensamiento Logico Matematico. *Articulo de Investigacion. Bogota Colombia. Itinerario Educativo*.
- Tamayo. (2016). Unidades Didacticas para la Enseñanza . *Universidad Autonoma de Manizales*, 77-88.
- Tarricone, P. (2011). *The taxonomy of Metacognition*. New York: Psychology Press.
- Tesouro, M. (2015). La metacognition en la escuela: La importancia de enseñar a pensar . *Girona: Aula intelimundo. Recuperado 15 de octubre de 2016*.
- Tsalas, N., Sodian, B., & Paulus, M. (2017). Correlates of metacognitive control in 10 year old children and adults . *Metacognitive learning 12*, 1-18. *Doi 10.1007/s 11409-016-9168-4*.
- Valles. (2002). El Aprendizaje de Estrategias Metaatencionales y de Metamemoria .Algunas propuestas y Ejemplificaciones para el aula. *Educacion en el 2000*, 20-25.
- Vargas, M. Z. (2009). UNA ESTRATEGIA METACOGNITIVA Y DE AUTOREGULACION EN LA SOLUCION DE PROBLEMAS DE FISICA . *Cod.Bras..Ens.Fis vol 26. Universidad de Tucuman*, 514-532.
- Veeman. (2011). Learning to self-monitor and self- Regulate . En RE. *Hand book of Reseach on Learning and Instruction*, 197-248.
- Veeman, M. (2006). *Metacognition and Learning: Methodological considerations*. New York. 3-14.
- Veenman, M. (2011). Learning to self-monitor and self-regulate.in R Meyer & P Alexander (Eds). *Handbook of reseach on learning and instruction*, 197-218.
- Vigosky, L. (1996). *Obras Escogidas. Tomo IV Madrid. Editorial Visor*.
- White. (1999). Condiciones para el aprendizaje de calidad en la Enseñanza de las Ciencias. *Ponencia presentada en el V congreso Internacional sobre investigacion en la Didactica de las Ciencias*.
- Zohar, A., & Dori, Y. (2012). *Metacognition in Science Education. Trends in current Reseach. New York Springer*.

ANEXOS

Anexo A. Formato de unidad didáctica

Momentos	Objetivos	Actividades	Propósitos	Descripción de las actividades	Tiempo
Ubicación	Indagar las ideas previas y los procesos iniciales de regulación metacognitiva de los estudiantes al resolver dos situaciones de la física de fluidos: una de tipo experimental y la otra considerando un problema con enunciado y	Actividad 1. Aplicación de la estrategia predecir-observar-explicar para identificar el proceso metacognitivo utilizado en explicar una situación experimental de dinámica de fluidos que hace parte de su	Evidenciar la estrategia que los estudiantes aplican para explicar un fenómeno experimental, verificando en qué medida lo explican científicamente de manera sistemática asociando conceptos ya conocidos	Realización de un experimento donde se utiliza la estrategia “predecir, observar, explicar. Se considera predecir lo que sucedería al soplar entre dos hojas de papel verificando sus ideas y declaraciones iniciales; seguidamente se observa la experiencia.	Dos horas

grafica asociada	cotidianidad aplicando lo que conocen	Después se analiza si sus declaraciones explicativas finales del fenómeno son producto de un proceso metacognitivo con elementos sistemáticos reflexivos y ordenados	Dos horas
	Actividad 2. Identificación de procesos iniciales de regulación metacognitiva de los estudiantes al resolver un problema referente a la dinámica de fluidos	Establecer los procesos de regulación metacognitiva inicial que los estudiantes tienen al resolver un problema de dinámica de fluidos, identificando que pasos realizan y como utilizan los conceptos físicos involucrados en el proceso de resolución	
		Se desarrolla un instrumento en el cual se presenta un problema que involucra una solución proposicional. La estructura del problema se basa en la comparación de dos situaciones observables y en la aplicación de principios de la dinámica de fluidos	

Desubicación	Ilustrar a los estudiantes mediante el modelamiento o metacognitivo como resolver un problema de dinámica de fluidos aplicando habilidades de regulación metacognitiva a planeación, monitoreo y evaluación para el aprendizaje de la ley de Bernoulli.	Actividad 1. Aplicación de procesos de regulación metacognitiva en la resolución de un problema de dinámica de fluidos	Encaminar procesos reflexivos para la resolución de problema de dinámica de fluidos aplicando procesos de regulación metacognitiva. En la planeación se reconocen las variables e incógnitas y su relación, con diferentes representaciones que conlleven a una solución. En el monitoreo se efectúa la verificación de lo planeado estableciendo si las estrategias son adecuadas o por el contrario hay que hacer replanteamientos. En la evaluación se hacen los cuestionamientos sobre las estrategias	A través del instrumento se visualiza un video de cine de ciencia ficción donde se evidencia una situación relacionada con la dinámica de los fluidos que se asocia a un problema en el cual se deben identificar los elementos asociados a la dinámica de fluidos para dialogar y reflexionar sobre los procesos de solución.	3 horas
---------------------	---	--	--	--	---------

			utilizadas y la solución del problema dentro de los dominios establecidos.		
Reenfoque	Rastrear el aprendizaje de los estudiantes y sus procesos de regulación metacognitiva a planeación, monitoreo y evaluación en la resolución de problemas de dinámica de fluidos	Actividad 1 aplicación de habilidades de regulación metacognitiva de planeación, monitoreo y evaluación en resolución de problema de dinámica de fluidos con aplicación de preguntas orientadores	Evidenciar e indagar la efectividad de la aplicación de habilidades de regulación metacognitiva por parte de los estudiantes en la resolución de problemas de dinámica de fluidos	Mediante la resolución de un problema determinado de física de fluidos aplicando la regulación metacognitiva, se efectúan preguntas orientadoras que permita determinar si superaron las dificultades presentes en los procesos de resolución de problemas para el aprendizaje de la ley de Bernoulli	2 horas

Anexo B. Exploración de ideas previas y regulación metacognitiva inicial

Descripción: se considera un experimento (Tomar dos hojas comunes, ubicarlas paralelamente a la altura de la cabeza y se sopla con fuerza entre ellas) mediante la estrategia de “**predicción observación explicación**” se pone a reflexionar al estudiante sobre lo que puede suceder antes de ejecutar el experimento explorando su capacidad metacognitiva de prever resultados de la situación. Una vez escuchadas sus declaraciones, se procede a realizar y observar la experiencia promoviendo la reflexión sobre sus planteamientos iniciales y dificultades evaluando sus ideas y estableciendo una posible explicación más adecuada a la situación.

EXPERIMENTO 1



¿Qué crees que sucede al soplar fuerte en medio de las dos hojas?

¿Por qué? Justifica tu respuesta

Una vez hecho el experimento
¿Tus apreciaciones iniciales fueron correctas? _____

¿Porque? _____

¿Qué puedes hacer para corregir o mejorar tus explicaciones?

¿Crees que tus declaraciones finales son correctas?

Sí__ No__

Porque _____

Anexo C. Indagación de regulación metacognitiva inicial en resolución de problema de dinámica de fluidos.

Instrumento: Identificación inicial de procesos de resolución de problemas de dinámica de fluidos. Regulación metacognitiva inicial.

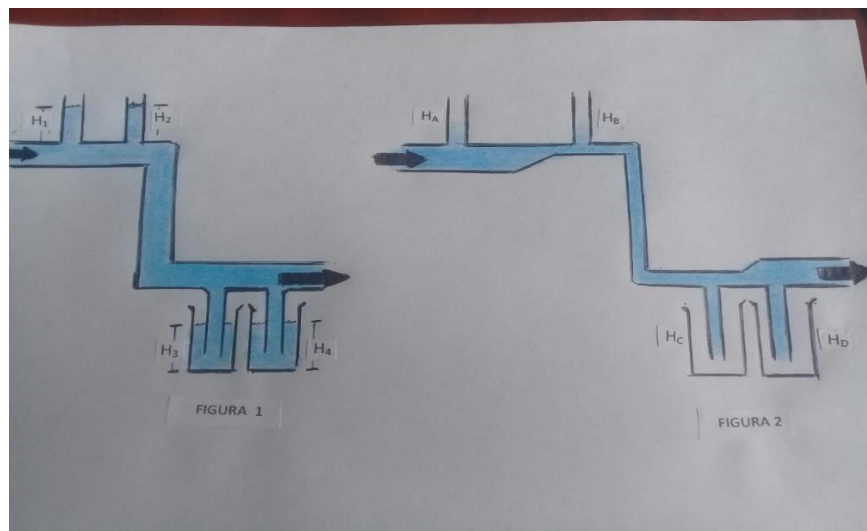
Descripción: a continuación, se presenta una situación problémica que requiere una solución de tipo descriptivo o proposicional aplicando los conocimientos previos de los estudiantes. Se pretende conocer la forma de resolver dicho problema aplicando una serie de preguntas con la tutoría del docente:

Materiales: Fotocopias, hojas de papel.

Nombre:

Problema de presión hidrostática y dinámica de fluidos

Como maestro de obras, Juan quiere implementar sistemas de tuberías de agua para mejorar eficiencia en velocidad utilizando tubos de diferente diámetro. Contrastando las dos figuras, ¿qué sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas? ¿Qué sucede con los niveles de agua en las partes anchas y angostas? ¿Qué significa?



Al observar las dos figuras ¿Qué crees sucede con la velocidad en las partes angostas y anchas?

¿Qué sucede con los niveles del agua en las partes anchas y angostas de las tuberías?

Explica _____

¿Cómo puedes solucionar este problema? Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

Paso1:

¿Por qué? _____

Paso2:

¿Por qué?

Paso3:

¿Por qué? _____

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto? Sí__ No__ ¿Por

qué? _____

Menciona las diferentes dificultades que se le presentaron en el desarrollo del problema propuesto.

¿Crees necesario revisar tus procedimientos para resolver bien el problema? Justifica tu respuesta.

¿Consideras que necesitas mejorar tus conocimientos de dinámica de fluidos para resolver este problema? Justifica tu respuesta

¿Consideras que el plan realizado fue efectivo? Sí ___ No___

¿porque?_____

Anexo D. Modelado metacognitivo

Instrumento 3. Aplicación de modelado Metacognitivo mediante habilidades de regulación metacognitiva en la resolución de problema de física.

Descripción de la actividad:

Mediante la visualización de un video correspondiente a una situación del cine de ciencia ficción, se resuelve un problema mediante el modelado metacognitivo sugiriendo la aplicando habilidades de regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación).

Materiales: video en YouTube <https://youtu.be/yNfZYYZDpJk>

Elementos de la ecuación de Bernoulli.

Situación problemática

En la película un súper humano hace un salto de un edificio a otro. Suponiendo que fuera verdad esto, el súper humano desarrolla una velocidad de 20 metros por segundo. Considerando que, si todo está en reposo, y que la densidad del aire $0,0122 \text{ g/cm}^3$. ¿Qué sucede con la presión cuando el hombre corre por el sector?, ¿se puede calcular su valor?

A partir de la situación planteada, el docente induce a los estudiantes a contestar las siguientes preguntas:

Planeación

¿Que pide o sugiere el problema?

Explica con tus propias palabras

¿Qué información es relevante para solucionar el problema? Menciona

¿Qué crees que suceda con la presión en el túnel?

Describe que secuencia o serie de pasos se pueden ejecutar para dar solución al problema-

Paso

1

¿Porqué?

Paso

2

¿Porque?

Paso

3

¿Porqué?

2 Monitoreo.

¿Existen dificultades en el proceso de resolución? ¿Cuales? Menciona las relevantes

¿La estrategia elegida es propicia para hallar la solución? Si o no ¿Por qué? Justifica tu respuesta_____

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto? Sí__ No___ ¿Por qué?_____

3 Evaluación

¿Consideras que el plan elegido fue adecuado para solucionar el problema? Si__ No ___
Porque?_____

¿Los resultados que obtuviste son coherentes? Justifica tu respuesta_____

Anexo E. Indagación final de procesos de regulación metacognitiva en resolución de problemas de dinámica de fluidos.

Instrumento 4. Aplicación del instrumento final resolución de problemas de física mediante regulación metacognitiva.

Materiales: modelo sistema de mangueras de diámetro diferente, 400 mililitros de agua dinamómetro, pie de rey, calculadora, hojas de papel.

En grupo nos dirigimos al laboratorio y efectuamos las mediciones correspondientes de diámetros y alturas y fuerzas para simular los sistemas de acueducto y elevación del agua a casas de varios pisos o llevar agua a partes altas de huertas y campos.

Fecha: _____



En sistema se introducen 400 mililitros de agua y la parte inferior se activa una fuerza de 50 Newtons sobre un área $7 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ generando un caudal de 50 cm^3 en 6 segundos. Los diámetros de la manguera cambian de 3 cm a 0.4cm en la parte superior a 40 cm de altura.

¿Cuál es la velocidad y la presión del agua en la parte superior? ¿Cómo se pueden comparar estos valores del modelo de laboratorio con el caso de tuberías de agua en una de un piso y de un segundo piso?

A partir de la situación planteada responde los siguientes interrogantes:

¿Qué variables o incógnitas debes encontrar en la situación mostrada??

¿Qué crees que suceda con la velocidad y la presión al final de la manguera?_____

¿Cómo puedes solucionar este problema? Describe una serie de pasos que lleve a la solución del problema

Paso1:

¿Por qué? _____

Paso2:

¿Por qué? _____

Paso3:

¿Por qué? _____

¿Pudiste resolver el ejercicio propuesto? Sí__ No__ ¿Por qué?_____

Menciona las diferentes dificultades que se le presentaron en el desarrollo del problema propuesto. _____

¿Crees necesario revisar tus procedimientos para resolver bien el problema? Justifica tu respuesta _____

¿Por qué crees que la respuesta que encontraste es la correcta? Justifica tu respuesta. _____

¿consideras que el plan realizado fue efectivo? Sí __ No __ ¿por qué? _____
