



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
Especialización en Educación: Procesos de Aprendizaje

Trabajo Especial de Grado

**COMPARACIÓN DE ELEMENTOS RELEVANTES
PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA ASIGNATURA DE
FÍSICA PARA APRENDER Y APLICAR LOS CONOCIMIENTOS EN EL
ÁREA**

Presentado por
Osmari Carolina Goitia Camacho
Para optar al título de
Especialista en Educación
Mención Procesos de Aprendizaje

Asesora
Gemma Utrera

Caracas, Julio 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN
MENCIÓN: PROCESOS DE APRENDIZAJE

Título del Trabajo
Comparación de Elementos Relevantes
para la Resolución de Problemas en la Asignatura de Física para aprender y aplicar
los Conocimientos en el Área

Autor: Osmari Goitia
Asesora/Tutora: Gemma Utrera
Fecha: Julio 2017

Resumen

Esta monografía tuvo como objetivo comparar elementos relevantes para la resolución de problemas en la asignatura de Física considerados por distintos autores con el fin de potenciar la confianza, las habilidades y las capacidades en los estudiantes para aprender y aplicar los conocimientos, conociéndose a sí mismo y elevar su autonomía intelectual.

Inicialmente se analizaron estudios que evidencian dificultades en la resolución de problemas para presentar el propósito de la investigación. Luego se conceptualizó el término problema y resolución de problemas según seis autores para la construcción del marco conceptual de referencia, donde luego se realizaron comparaciones entre los elementos considerados por cada autor para definirlo y se presentaron distintos procedimientos para la resolución de problemas.

Finalmente, se orientó la resolución de problemas para el área de la Física a través de la contextualización del proceso de enseñanza y aprendizaje y la presentación de distintos procedimientos para la resolución de problemas en esta disciplina que sirvieron de base para la construcción de un procedimiento propuesto por el autor.

Descriptores: Problema / Resolución de Problemas / Elementos / Procedimientos de Resolución de Problemas / Física.

Índice de Contenidos

	Página
Resumen.....	ii
Introducción.....	1
Capítulo 1. Conceptualización de Problema.....	4
Antecedentes.....	4
Objetivo de la Investigación.....	8
Definición del término Problema.....	8
Comparación de Elementos Considerados por Distintos Autores para Definir Problema.....	15
Clasificación de Problema.....	20
Capítulo 2. Conceptualización de Resolución de Problemas.....	26
Definición de Resolución de Problemas.....	26
El Aprendizaje en la Resolución de Problemas.....	34
Comparación de Elementos Considerados por Distintos Autores para Definir Resolución de Problemas.....	39
Capítulo 3. Procedimientos para la Resolución de Problemas.....	45
Documentación del Procedimiento para la Resolución de Problemas.....	45
Comparación de Procedimientos Considerados por Distintos Autores para la Resolución de Problemas en Varias Disciplinas.....	53
Experiencias en el Proceso de Resolución de Problemas.....	57
Comparación de las Experiencias Relacionadas con el Proceso de Resolución de Problemas en Varias Disciplinas.....	62
Capítulo 4. Resolución de Problemas en Física.....	65
Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en Física.....	65
Procedimiento para la Resolución de Problemas en Física.....	75
Documentación del Procedimiento para la Resolución de Problemas en Física.....	75
Comparación de Procedimientos Considerados por Distintos Autores para la resolución de problemas en Física.....	82
Experiencias en el Proceso de Resolución de Problemas en Física....	85
Comparación de las Experiencias Relacionadas con el Proceso de Resolución de Problemas en Física.....	99
Conclusiones.....	102
Referencias.....	113

	Página
Anexos	
A Elementos Relevantes para Definir Problema y su Cuantificación..	118
B Elementos Relevantes para Definir Resolución de Problemas y su Cuantificación.....	120
C Elementos Relevantes del Procedimiento para la Resolución de Problemas y su Cuantificación.....	122
D Elementos Relevantes del Procedimiento para la Resolución de Problemas en Física y su Cuantificación.....	124
Tablas	
1 Estándares Intelectuales Universales.....	10
2 Elementos del Razonamiento.....	11
3 Características Intelectuales.....	13
4 Elementos Considerados para Definir Problema y su Descripción.....	15
5 Clasificación de Problemas en el Área de Matemáticas.....	22
6 Elementos Considerados para Definir Resolución de Problemas y su Descripción	39
7 Elementos Considerados para el Procedimiento de Resolución de Problemas	53
8 Nivel Global del Conocimiento Conceptual de los Estudiantes.....	58
9 Elementos Considerados para el Procedimiento de Resolución de Problemas en su Experiencia.....	62
10 Dimensiones de la Enseñanza de la Ciencia y sus Contenidos.....	66
11 Diferencias entre los Novatos y Expertos en Física.....	71
12 Ubicación de los Problemas de Física en la Clasificación de Problemas.....	71
13 Elementos Considerados para el Procedimiento de Resolución de Problemas en Física.....	82
14 Resultados Promedios del Pretest y Postest.....	90
15 Características de las Tipologías.....	96
16 Resultados de Estudio: Libros de Texto y Categorías del Análisis.....	97
17 Elementos Considerados para el Procedimiento de Resolución de Problemas en Física según la Experiencia.....	99
Figuras	
1 Las Seis Grandes Habilidades: Pasos Utilizados para la Resolución de Problemas.....	52

Introducción

A finales del siglo XX, la humanidad profundiza en un proceso global de modernización debido a las transformaciones de una sociedad industrial a una denominada “Sociedad del Conocimiento”; lo cual origina el uso de las tecnologías, la información y conocimiento como base del desarrollo de los países, por ser fuente principal de producción, riqueza y poder (Silvio, 2000).

Bajo este escenario, el mismo autor establece que la humanidad en su evolución ha formado nuevas necesidades y con ello también han creado nuevos objetos físicos que contribuyen a mejorar o aumentar la cognición, adecuándose a los nuevos modos de vida, pensamiento y actuación, con el fin de lograr satisfacer nuevas necesidades y cuyo resultado es el uso de la tecnología como vía para responder ante esas carencias o requerimientos.

Parte de las necesidades que responde la sociedad del conocimiento descritas por el autor, se basa en el valor a la tecnología en un contexto dentro de un nuevo paradigma para el pensamiento, sentimiento y acción se refieren a: conocimiento, digitalización, virtualización, molecularización, integración, desintermediación, convergencia tecnológica, innovación, prosumición, inmediatez, globalización y discordancia.

Por ello, para que una persona se desenvuelva adecuadamente en la sociedad, sus conocimientos, habilidades y destrezas deben apoyar la satisfacción de las necesidades de su entorno, a través del establecimiento de prioridades y de la identificación de fortalezas y debilidades. En este punto las estrategias para la resolución de problemas pueden promover las competencias que permitan, con la eficacia y la agilidad necesarias, dar soluciones que aporten comprensión y

transformación de ese entorno en pro de mejorar la calidad de vida de los miembros que la conforman.

En el ámbito educativo formal son muchas las asignaturas que aportan en la formación de estas competencias; sin embargo el Ministerio de Educación(1987) establece que la asignatura de Física tiene un papel fundamental en la enseñanza nacional al contribuir en el desarrollo intelectual, emocional, social y ético del estudiante de Educación Básica ya que con el estudio de esta área se adquiere una visión representativa del universo y una concepción amplia del ambiente que lo rodea a través de la interpretación de hechos y fenómenos naturales; así como de procesos para aplicar conceptos básicos, leyes y principios fundamentales con el fin que emitir juicios, tomar decisiones y resolver problemas cotidianos y de la sociedad de la cual forma parte.

En este trabajo se hace hincapié en la resolución de problemas por ser la fase conclusiva de una serie de pasos sucesivos que lo transforma en un proceso complejo por tener inmerso la comprensión de todo el aspecto teórico, así como la cuantificación de fenómenos físicos y la apropiación de este conocimiento para el beneficio propio y de la sociedad; por esta razón se realiza un estudio cuya estructura es el reconocimiento de un problema, la necesidad de su resolución y la aplicación de una acción a través de un procedimiento que permita superar el mismo.

Para lograr el estudio descrito anteriormente se presentan posiciones asumidas por distintos autores con respecto al procedimiento necesario para la resolución de problemas enfocado a la asignatura de Física. El trabajo está estructurado en cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1. Conceptualización de problema, se describe el propósito de la presente investigación, se presentan varias definiciones del término problema, comparaciones de elementos relevantes presentes en dichas definiciones para construir una definición propia y finalmente se desarrolla la clasificación de problema que dependerá del criterio considerado por cada autor.

Capítulo 2. Conceptualización de resolución de problemas, se presenta en esta sección el paso inmediato ante un problema, que consiste en definir en qué consiste su resolución, basándose en diferentes definiciones y comparaciones de elementos relevantes, para finalmente realizar una propia.

Capítulo 3. Procedimientos para la resolución de problemas, se expone información referente a técnicas, dimensiones, normas generales y habilidades que proponen distintos autores para la resolución de problemas en Matemáticas y en disciplinas científicas según la postura de los mismos, se establecen comparaciones de elementos relevantes presentes en dichos procedimientos y se analizan distintas experiencias de la aplicación de diversas estrategias.

Capítulo 4. Resolución de problemas en Física, se expone información referente a pasos principales, modelo y “receta “que proponen distintos autores para la resolución de problemas en la asignatura de Física según la postura de los mismos, comparaciones de elementos relevantes presentes en dichos procedimientos y análisis de distintas experiencias de aplicación de estrategias en la ciencia que estudia las propiedades de espacio, materia, tiempo y energía así como sus interacciones mutuas.

Capítulo 1. Conceptualización de Problema

Para iniciar se hace referencia a tres estudios que hacen hincapié en el proceso de resolución de problemas en los siguientes aspectos : uso de problemas en la educación científica, dificultades en la concepción de problema y en el proceso de resolución; así como los distintos factores que intervienen en la resolución de problemas matemáticos, dificultades que enfrenta el alumnado durante el mismo y, los recursos y las dificultades que exteriorizan los alumnos que se forman para ser profesores de Matemáticas en primaria y secundaria al resolver problemas en dicha área. Una vez expuesto lo anterior se encamina el propósito de la presente investigación a través de la formulación del objetivo general.

También se realiza la concepción del termino problema según la postura del autor y la disciplina que se haga referencia y se explican las distintas clasificaciones que permiten el entendimiento de dicha expresión lingüística.

Antecedentes

En la investigación realizada por Oñorbe De Torre y Sánchez Jimenez (1996), los autores plantean que la utilización de problemas en la educación científica es importante en el trabajo elaborado por profesores y estudiantes por lo que establecen las concepciones iniciales del propio problema y el proceso de resolución como aspectos donde se presentan más dificultades.

Los resultados arrojan los factores que dificultan la resolución de problemas en las aéreas de Física y Química, basadas en las opiniones obtenidas de los estudiantes, vinculados con los siguientes aspectos:

- a) Procedimientos de resolución.
- b) Comprensión de los enunciados.

- c) Falta de trabajo.
- d) Falta de interés.
- e) Falta de confianza en sí mismos con la comprensión del enunciado.
- f) Enseñanza recibida con la excesiva complicación de los problemas.
- g) Errores del cálculo.
- h) Falla de memoria.

Por lo anterior, tipifican en conjunto los resultados en cuatro grupos:

- a) Alumno/ no responsable, valoraciones bajas en todas las dificultades excepto el cálculo.
- b) Procedimientos, por la falta de conocimientos procedimentales como principal causa de fracaso.
- c) Alumno /responsable, asumen en gran proporción la responsabilidad por falta de trabajo, interés y conocimientos previos.
- d) Profesor/enseñanza, asociación del fracaso a la enseñanza y al profesor.

Al respecto Juidías (2007) realizó un estudio con el fin de analizar los factores que intervienen en la resolución de problemas matemáticos para luego describir las dificultades a las que se puede enfrentar el alumnado en el proceso. Los resultados obtenidos, los agruparon en cuatro dimensiones:

- a) Identificación y definición del problema: aquellas relacionadas con:
 - a.1) Traducción del enunciado en una representación mental que les oriente en la búsqueda de la solución, debido a problemas en sus conocimientos iniciales.
 - a.2) Desconocimiento de lo heurístico.
 - a.3) Dificultad que entraña el propio enunciado.

- b) Planificación de la solución, referentes al bajo desarrollo metacognitivo que se refleja en respuestas impulsivas en las que no se reflexiona, desde el inicio, sobre la demanda de la tarea.
- c) Ejecución del plan, implica lo siguiente:
 - c.1) La forma de aplicación de lo heurístico.
 - c.2) Dificultades relativas al conocimiento del procedimiento.
- d) Verificación, relacionados con la evaluación del proceso seguido:
 - d.1) Motivadas por una deficiente metacognición.
 - d.2) Escaso conocimiento inicial que ayude a interpretar los resultados.

Además se plantean posibles soluciones ante cada dificultad que deben ser acompañadas por intervenciones dirigidas a mejorar el contexto del alumno, valoración del proceso de resolución, discusión del pensamiento matemático con sus iguales, exposición de situaciones problemáticas interesantes y útiles, y uso de recursos didácticos variados para plantear y resolver problemas.

Por su parte, Socas, Hernández y Palarea (2011) tienen por objetivo analizar los recursos y las dificultades que exteriorizan los alumnos que se forman para ser profesores de Matemáticas en primaria y secundaria al resolver problemas en dicha área, por lo que encontraron varios obstáculos que se relacionan con los siguientes conocimientos:

- a) Lingüísticos, relacionados con la falta de comprensión de textos.
- b) Semánticos, desconocimiento del significado de las palabras.
- c) Estructura del problema o conocimiento esquemático, implica comprensión global del texto y conocimiento de los tipos de problemas.
- d) Representaciones que utilizan para resolver problemas.

- e) Razonamientos, las estrategias generales, la heurística en la que se puede apoyar.
- f) Operaciones, referente a algoritmos y técnicas.
- g) Estructura, relacionados con definiciones, propiedades y estructuras.
- h) Procesos, implica sustitución formal, generalización y modelización.

Los resultados del estudio han arrojado el uso de una estrategia fallida en forma general por operar datos del problema, sin mostrar clara comprensión del mismo y sin identificar las relaciones operacionales, conceptuales o procesuales, carencia de estrategias cognitivas y pensamiento crítico Palabrea, Hernández y Socas (2001, citado por Socas et al., 2011).

Tanto el estudio de Juidías (2007) y Socas et al. (2011) fueron aplicados en la asignatura de Matemáticas sin embargo es extensivo a cualquier disciplina científica, por ser la resolución de problemas una de las competencias comunes en esa área ya que el estudiante puede adquirir la capacidad de reconocer un problema, planear una estrategia que permita dar una respuesta de acuerdo al contexto de forma creativa y novedosa, por lo que desarrolla también otras competencias: pensamiento lógico, creativo, crítico y comunicativo.

Las investigaciones mencionadas hacen referencia a la presencia de distintos factores que dificultan la resolución de problemas lo cual impide llevar a cabo el desarrollo de la capacidad y habilidad de los estudiantes de lograr una meta y disminuir su autoestima, por lo que disponer de procedimientos adecuados al contexto permite superar los inconvenientes que se presentan en la resolución (Polyá 1989; Shoenfeld, 1985).

Objetivo de la investigación

Con base en los estudios descritos, se evidencian dificultades en la resolución de problemas y para contribuir en la disminución de las mismas se enuncia como objetivo de investigación el siguiente planteamiento:

Comparar elementos relevantes para la resolución de problemas en la asignatura de Física considerados por distintos autores con el fin de potenciar la confianza, las habilidades y las capacidades en los estudiantes para aprender y aplicar los conocimientos, conociéndose a sí mismo y elevar su autonomía intelectual.

Definición del término problema

El origen etimológico del término problema se encuentra en el latín específicamente en la palabra problema refiriéndose a: “enigma, tema de debate” y además proviene del término griego πρόβλημα cuyo significado es: “tarea, enigma, tema de debate” (Pérez Porto y Merino, 2012).

El término problema es un nombre masculino que posee distintas acepciones de acuerdo a la Real Academia Española (2016a), las cuales son: primero, “cuestión que se trata de aclarar”, segundo, “proposición o dificultad de solución dudosa”, tercero, “conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin”, cuarto, “disgusto, preocupación” y quinto, “planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos”.

Las descripciones anteriores giran en torno a una circunstancia con dificultades que se espera se solucione, sin embargo ninguna de ellas hace referencia a la estructura de un problema ni a la estructura mental que posee la persona por lo

que más adelante se presenta la postura de otros autores que permiten complementar esta definición.

Para Martínez Guillén (2012), el concepto de problema se basa en una situación imprevista, desviación del objetivo, cuestión o dificultad a resolver, está compuesto de una situación inicial, una situación final deseada y una forma de llegar de una situación a otra.

De igual modo Azinián (2000) conceptualiza problema con criterios semejantes a Martínez Guillén (2012) relacionados con su estructura y estipula que el mismo implica dos situaciones: una, inicial que la denomina la perplejidad, malestar o confusión y otra, final la cual llama de clarificación. Se espera llegar de la primera a la segunda situación sin conocer el camino, por lo que el autor establece tres elementos al respecto, los cuales son:

- a) Una situación inicial.
- b) Una situación final u objetivo a alcanzar.
- c) Restricciones o pautas respecto de métodos, actividades, tipos de operaciones entre otros, sobre los cuales hay acuerdos previos.

El autor también plantea que un problema es una situación en la cual el sujeto pone en juego la inteligencia que posee la cuestiona y la modifica, produce nuevos conocimientos, prevalece la movilización afectiva del intelecto, presencia de comportamiento activo y la alegría del descubrimiento; toma en cuenta el conocimiento como una respuesta a situaciones o problemas, surge un contexto funcional para luego ser procesado al relacionarlo con otros conocimientos, conservarlo y transmitirlo que favorezca la modalidad de saber cultural, en

consecuencia se destaca la importancia de la estructura mental del individuo en su definición, es decir el intelecto del sujeto.

Resulta oportuno hacer referencia al término intelecto, definido por la Real Academia Española (2016b) como: “entendimiento, potencia cognoscitiva racional del alma humana”, se destaca que la capacidad de comprensión hace posible la resolución de problemas es decir, la inteligencia. Por lo que al evaluar la calidad del razonamiento sobre un problema se toman en cuenta las aplicaciones vinculadas con el pensamiento, denominados Estándares intelectuales Universales (Paul y Elder, 2003).

Los estándares intelectuales universales permiten la exploración de dos procesos: primero, el pensamiento crítico, definido como el modo de pensar basándose en sus propias estructuras y segundo, la responsabilidad por el pensamiento, el cual se relaciona con preguntas personales que guían el proceso de razonamiento, como se especifican en la tabla 1:

Tabla 1.
Estándares intelectuales universales propuestos por Paul y Elder (2003).

Tipo	Descripción	Interrogantes Relacionados
Claridad	Planteamiento confuso no se sabe que dice.	¿Podría ampliar sobre ese asunto? ¿Podría darme un ejemplo? ¿Podría ilustrar lo que quiere decir?
Exactitud	Enunciado inexacto es inútil debe tener certeza.	¿Es posible verificar eso? ¿Es posible saber con certeza si eso es cierto? ¿Cómo se puede probar?
Precisión	Planteamiento aproximado es incompleto.	¿Puede ser más específico? ¿Puede ofrecer más detalles? ¿Puede precisar más?
Relevancia	Planteamiento claro, exacto y preciso pero irrelevante al asunto o pregunta queda incompleto.	¿Qué relación tiene con el problema? ¿Cómo afecta eso al problema? ¿Cómo nos ayuda con el asunto?

Tabla 1. (continuación)

Tipo	Descripción	Interrogantes relacionados
Profundidad	Establecer las complejidades.	¿Qué hace de esto un problema particularmente difícil? ¿Cuáles son algunas de las dificultades de esta pregunta? ¿A qué complicaciones habría que enfrentarse?
Amplitud	Considerar los diferentes puntos de vista.	¿Habría que examinar esto desde otra perspectiva? ¿Habría que considerar otro punto de vista? ¿Habría que estudiar esto de otra forma?
Lógica	Las ideas deben ser organizadas, combinadas y apoyadas entre ellas.	¿Tiene esto sentido? ¿Existe una relación entre el primer y el último párrafo? ¿Eso que dice, se desprende de la evidencia?
Importancia	Asignarle valor.	¿Es este el problema más importante que hay que considerar? ¿Es esta la idea central en la que hay que enfocarse? ¿Cuál de estos datos es el más importante?
Justicia	Debe ser imparcial.	¿Tengo un interés personal en este asunto? ¿Represento los puntos de vista de otros justamente?

En este sentido, los mismos autores establecen que los pensadores críticos ponen en práctica los mencionados estándares intelectuales universales a elementos del razonamiento, los cuales se describen en la tabla 2:

Tabla 2.

Elementos del razonamiento propuestos por Paul y Elder (2003).

Tipo	Descripción	Interrogantes Relacionados
Objetivo del pensamiento	Implica claridad, diferenciarse de otros propósitos, verificable en el tiempo, realista y significativo.	¿Qué trato de lograr? ¿Cuál es mi meta central? ¿Cuál es mi propósito?

Tabla 2. (continuación)

Tipo	Descripción	Interrogantes Relacionados
Pregunta a plantear	Comprende el planteamiento que expresa la interrogación en forma clara de tal manera que se determine su alcance.	¿Qué pregunta estoy formulando? ¿Qué pregunta estoy respondiendo?
Supuestos	Determinan claramente el punto de vista justificable para aceptarse como dado.	¿Qué estoy dando por sentado? ¿Qué suposiciones me llevan a esta conclusión?
Perspectiva	Identificación del punto de vista para la consideración de puntos de vista distintos a través de la determinación de fortalezas y debilidades.	¿Desde qué punto de vista estoy acercándome a este asunto? ¿Habrá otro punto de vista que deba considerar?
Perspectiva	Identificación del punto de vista para la consideración de puntos de vista distintos a través de la determinación de fortalezas y debilidades.	¿Desde qué punto de vista estoy acercándome a este asunto? ¿Habrá otro punto de vista que deba considerar?
Datos, información y evidencia:	Recopilación de información clara, precisa relevante, a favor y contraria que permita limitar las afirmaciones.	¿Qué información estoy usando para llegar a esa conclusión? ¿Qué experiencias he tenido para apoyar esta afirmación? ¿Qué información necesito para resolver esa pregunta?
Conceptos, teorías, definiciones, axiomas, leyes, principios y modelos	Los mismos deben ser claves, claros y precisos.	¿Cuál es la idea central? ¿Puedo explicar esta idea?
Interpretación, inferencia y conclusiones:	A partir de las evidencias se formulan inferencias que sean consistentes entre ellas.	¿Cómo llegué a esta conclusión? ¿Habrá otra forma de interpretar esta información?
Implicaciones y consecuencias:	Se consideran tanto las positivas como las negativas y todas las posibles consecuencias.	¿Cuál es la idea central? ¿Puedo explicar esta idea?

Dichos elementos del razonamiento desarrollan las características intelectuales identificadas que se describen en la tabla 3:

Tabla 3.
Características intelectuales propuestos por Paul y Elder (2003).

Característica	Descripción
Humildad intelectual	Consciencia del alcance del conocimiento con sensibilidad hacia el prejuicio, las tendencias y las limitaciones del punto de vista.
Autonomía Intelectual	Dominio de forma racional de los valores, las creencias y las inferencias que se tiene al tomar en cuenta la razón y la evidencia. Aprendizaje para pensar sobre sí mismo, dominio del proceso mental de razonamiento.
Integridad Intelectual	Reconocimiento de la necesidad de ser honesto en el pensar, consciencia en los estándares intelectuales, rigurosidad de evidencia y prueba, práctica de lo que se predica, admisión de las inconsistencias del pensamiento.
Entereza Intelectual	Consciencia de la necesidad de enfrentar y atender con justicia, ideas, creencias o visiones hacia lo que se considera falso o absurdo.
Perseverancia Intelectual	Consciencia de la necesidad del uso de la perspicacia intelectual y la verdad a pesar de las dificultades, obstáculos y frustraciones.
Confianza en la razón	Conclusiones a través de la razón, pensamiento coherente y lógico.
Empatía Intelectual	Consciencia de ponerse en el lugar del otro para entenderlo, razonar a partir de premisas, supuestos e ideas que no son las propias. Considerar que se puede estar equivocado y reconocerlo.
Imparcialidad	Tratamiento de distintos puntos de vista de la misma forma sin considerar sentimientos ni intereses personales.

Con referencia a lo anterior hay un desarrollo de mecanismos de pensamiento para que sea crítico y creativo desde una perspectiva amplia, capaz de descubrir las implicaciones personales, grupales y sociales, poniéndolo a prueba de forma crítica, autodirigida, autodisciplinada, autorregulada y autocorregida lo que permite mejorar la comunicación de este pensamiento para que sea efectiva y de

esta forma pueda aportar soluciones a los retos que se presenten en situaciones problemáticas.

Por su parte, Newell y Simón (1970) consideran que el término problema consiste en pasar de un estado de conocimiento a otro y el estado actual incluye su solución, por lo que se refieren a los sujetos que se enfrentan con tareas de resolución de problemas, como aquellos que representan el entorno del problema como un espacio de situaciones en las que se debe buscar una solución, en las que se desconocen las acciones a tomar, siendo este un elemento que el autor incorpora en la definición.

Al respecto, Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) concibe un problema como un sistema de proposiciones y preguntas que reflejan la situación objetiva existente, en el caso de las proposiciones, representan los elementos y relaciones dados (¿qué se conoce?) mientras que las preguntas indican los elementos y las relaciones desconocidas (¿qué se busca?), este autor estructura el término problema en una situación con dos partes específicas: relaciones conocidas y relaciones desconocidas.

Finalmente, Pérez Porto y Merino (2012) plantean los problemas con peculiaridades por ser específicos según una determinada ciencia o área en que se desarrollan, los más frecuentes son los relacionados con el campo de la Filosofía, por estar relacionados con la alteración de la paz, del equilibrio y la armonía de quien o quienes tienen problemas; las Matemáticas, producido con preguntas respecto a una estructura o un objeto para obtener la solución se requiere de una explicación con su respectiva demostración; la Religión, considerado como resultado de una contradicción interna generado por diferentes dogmas; la

Medicina, referentes a la salud: mental, física, aguda, crónica, entre otras por lo que requiere de la atención de un médico para que estudie lo que sucede y determine el tratamiento que le corresponde, entre otras áreas.

Comparación de elementos considerados por distintos autores para definir problema

En la tabla 4 se distinguen los elementos que cada autor considera y se realiza una descripción de la definición basada en ellos para identificar la disciplina a la cual es aplicable, la cual se detalla a continuación:

Tabla 4:
Elementos considerados para definir problema y su descripción.

Autor	Elementos	Descripción	Disciplina
Pérez Porto y Merino (2012)	a) Latín problema b) Griego πρόβλημα	a) Enigma, tema de debate. b) Tarea, enigma, tema de debate.	Aplicación general. Aplicación general.
Real Academia Española (2016a)	Aclaración, dificultad, disgusto, preocupación, hechos o circunstancias, planteamiento, respuesta desconocida y métodos científicos.	Situación que posee características contrarias a la voluntad, gusto, tranquilidad, transparencia y/o respuesta con la cual se tiene especial atención.	Aplicación general.
Martínez Guillén (2012)	Situación imprevista, desviación del objetivo, dificultad, situación inicial, situación final, forma de llegar de una situación a otra.	Circunstancia con obstáculos estructurada en tres partes: inicial, final y forma de llegar.	Aplicación general.
Azinián (2000)	Situación inicial (perplejidad), situación final (clarificación), restricciones, métodos, actividades, tipos de operaciones, inteligencia.	Confusión inicial con camino desconocido para ser aclarada y con aplicación de la inteligencia.	Aplicación general.

Tabla 4. (continuación)

Autor	Elementos	Descripción	Disciplina
Newell y Simón (1970)	Estado, conocimiento, solución, tareas, acciones a tomar.	Condición que transforma el conocimiento en otro con desconocimiento de las acciones a tomar.	Aplicación general.
Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011)	Sistema, proposiciones, preguntas, elementos, relaciones, conocido y desconocido.	Conjunto de enunciados que contiene ideas e interrogantes con conexiones conocidas y desconocidas.	Aplicable a Matemáticas y al área científica: Física y Químicas.

A partir de lo anterior, los elementos más relevantes por cada autor citado para definir el término problema, son (ver Anexo A):

- a) Enigma- tema de debate, utilizado solo por Pérez Porto y Merino (2012) representa el 16,67% .
- b) Tarea, empleado por Pérez Porto y Merino (2012) y Newell y Simón (1970) representa el 33,33% .
- c) Circunstancia, utilizado por tres autores: Real Academia Española (2016a), Martínez Guillén (2012) y Azinián (2000) representa el 50%.
- d) Planteamiento, empleado por Real Academia Española (2016a) y Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) representa el 33,33%.
- e) Método Científicos, utilizado solo por Real Academia Española (2016a) representa el 16,67%.
- f) Dificultad, empleado por Real Academia Española (2016a) y Martínez Guillén (2012) representa el 33,33%.

- g) Situación Inicial, utilizado por tres autores: Martínez Guillén (2012), Azinián (2000) y Newell y Simón (1970) representa el 50%.
- h) Situación Final, empleado por tres autores: Martínez Guillén (2012), Azinián (2000) y Newell y Simón (1970) representa el 50%.
- i) Forma de llegar de una situación a otra - Acciones a tomar, empleado por Martínez Guillén (2012) y Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) representa el 33,33%.
- j) Inteligencia, utilizado solo por Azinián (2000) representa el 16,67%.
- k) Conocimiento, utilizado solo por Newell y Simón (1970) representa el 16,67% .
- l) Relaciones conocidas y desconocidas, utilizado solo por Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) representa el 16,67% .
- m) Solución, utilizado solo por Newell y Simón (1970) representa el 16,67%.
- n) Pregunta, utilizado solo por Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) representa el 16,67% .
- o) Aplicación general, empleado por cuatro autores: Pérez Porto y Merino (2012), Real Academia Española (2016a), Martínez Guillén (2012) y Azinián (2000) quienes representan el 66,67%.
- p) Orientado hacia las áreas Matemáticas, Física y Química, utilizado solo por Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) representa el 16,67%.

En términos generales, tres autores coinciden que un problema es una situación o circunstancia, estructurado en tres partes: situación inicial, situación final y acciones a tomar o forma de llegar de una situación a otra. Cuatro de los autores citados lo definen para ser aplicado en forma general al área o disciplina

pertinente, excepto Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) que lo enfoca hacia las área Matemáticas, Física y Química y la Real Academia Española (2016a) hace referencia al método científico.

Newell y Simón (1970) incluyen la comprensión de la información, denominado conocimiento y Azinián (2000) considera la habilidad y capacidad para la comprensión de la información, es decir la inteligencia; donde cada quien por su lado profundiza la definición del termino problema, por incluir el aprendizaje cognitivo y el pensamiento crítico, que los diferencia del resto de los autores.

Por otra parte, los autores, Newell y Simón (1970) y Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011) hacen mención al término tarea como parte de un escenario que persigue la solución a un problema.

En general las definiciones hacen referencia que problema es un hecho con características como: la dificultad, lo imprevisto, lo conocido y lo desconocido, que pretende una solución a través de formas o maneras de resolverlo efectivamente y se puede plantear como la exposición de ideas e interrogantes.

Por lo anterior, se toma en cuenta los siguientes elementos para construir la definición de problema:

- a) Situación, por ser una realidad o circunstancia en determinado momento establecido en dos fases: una inicial y otra final (Pérez Porto y Merino ,2012; Real Academia Española, 2016a; Martínez Guillén, 2012; Azinián, 2000 y Newell y Simón, 1970), caracterizado como un sistema por Rohn (citado por Pérez y Ramírez, 2011), y para los fines de la investigación la

situación puede ser un conjunto de circunstancias, es decir está implícito el sistema.

- b) Estado de conocimiento, particularidad que distingue, a través de las facultades intelectuales de los individuos, una idea sobre otras (Newell y Simón, 1970), el resto de los autores también lo toman en cuenta pero utilizan otros términos al expresar las características de la situación, es decir: la Real Academia Española (2016a) utiliza la palabra “planteamiento”; Martínez Guillen (2012) lo especifica como “desviación del objetivo, cuestión o dificultad”; Azinián (2000), se refiere a “la perplejidad, malestar o confusión”; Rohn (citado por Pérez y Ramírez, 2011), establece una “situación objetiva existente” y finalmente, Pérez Porto y Merino (2012) la categorizan de acuerdo a una determinada ciencia o área que se desarrolle.
- c) Moviliza afectivamente el intelecto: por propiciar el pensamiento crítico, que puede ser evaluado con el uso de los Estándares Intelectuales Universales (Azinián, 2000).
- d) Desconocimiento del procedimiento: es una parte que caracteriza al problema, este término es empleado tanto por la Real Academia Española (2016a) como por Newell y Simón (1970), llamado por Martínez Guillen como “forma de llegar de una situación a otra”, Azinián (2000) lo denomina “sin conocer el camino” y Rohn (citado por Pérez y Ramírez, 2011) aunque no hace hincapié en ello está inmerso en su definiciones como la parte establecida por el cómo “¿qué se busca?”.

- e) Existencia de peculiaridades: dependerá de las áreas en que se presente: Filosofía, Matemáticas, Religión, Medicina, entre otros; por las características que distinguen cada disciplina (Pérez Porto y Merino, 2012).

En conclusión el término problema se entenderá para los efectos de este trabajo como:

Situación que posee un estado de conocimiento inicial, que moviliza afectivamente el intelecto por desconocer el procedimiento que le permite alcanzar la situación ideal y que sus peculiaridades dependerán del área que se presente.

Clasificación del término problema

En forma general, no existe una única clasificación de este término por ello Espíndola Castro (2005) coincide con otros autores al establecer la siguiente categorización:

- a) Según la estrategia de resolución, se distinguen tres tipos:
- a.1) Problemas de razonamiento: se utiliza la lógica y sus respectivas operaciones de ordenación e inferencia.
 - a.2) Problemas de dificultades: se conoce la respuesta a un problema sin embargo hay oposición o dificultad para realizarla.
 - a.3) Problemas de conflictos: se presentan a causa de la oposición de otras personas.
- b) Según el número de respuestas, comprende dos tipos:
- b.1) Convergentes: poseen solución única o un conjunto de soluciones definidas.

b.2) Divergentes: poseen varias soluciones o un conjunto indeterminado de respuestas posibles, sujetas a la creatividad de la persona.

c) De acuerdo a su origen, existen otros tres tipos de problema:

c.1) Conflicto: de luchas, enfrentamientos u oposiciones.

c.2) Dificultad: obstáculos.

c.3) Problema: situación planteada como una interrogación

Esta última clasificación, de acuerdo a su origen, se caracteriza por la capacidad de reformular un tipo de problema en otro, es decir: de conflicto a dificultad, de dificultad a problema o de problema a conflicto y viceversa, lo cual permite tomar mejores decisiones.

Por su parte, Perales Palacios (1993) clasifica los problemas según los siguientes criterios:

a) Campo de conocimiento implicado: desde el punto de vista de la ciencia lo importante es la solución y en los problemas cotidianos lo que prevalece es el proceso.

b) Tipo de tarea: implica los tipos cualitativo y cuantitativo.

b.1) Los problemas cualitativos: son aquellos cuya resolución es verbal/escrita referidos a interpretaciones científicas de fenómenos reales por lo que no se precisa recurrir a determinaciones numéricas.

b.2) Los problemas cuantitativos: son aquellos cuya resolución exigen cálculos numéricos efectuados a través de los datos disponibles en el enunciado y sus correspondientes ecuaciones.

c) Naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución: pueden ser abiertos o cerrados.

c.1) Los problemas cerrados: son aquellas tareas que contienen toda la información necesaria y se resuelven mediante un algoritmo. Los problemas cuantitativos son cerrados.

c.2) Los problemas abiertos: son aquellas tareas que tienen una o varias etapas en su resolución y se realiza mediante la acción del pensamiento productivo. Los problemas cualitativos son abiertos.

Cabe agregar a Martínez Guillén (2012) quien clasifica los problemas según su estructura, y los diferencia en: bien estructurado por conocer el punto de partida, la forma de resolverlo y el punto de llegada y, mal estructurado por desconocerse al menos uno de los componentes anteriores; por lo que para plantear un problema estructurado es necesario conocer todos los elementos que forman parte del bien estructurado y así lograr solucionarlo.

Para el área de Matemáticas, Blanco (1993) entiende que se deben construir tareas para fomentar: abstracción, aplicación, convencimiento, clasificación, inferencias, organización, representación, generalización, comparación, explicación, diseño y desarrollo de modelos, validación, conjuración, análisis, conteo, medición, síntesis, ordenar, entre otros y en función de ello ordena una clasificación de problemas, descrito en la tabla 5:

Tabla 5.
Clasificación de problemas en el área de Matemáticas propuesto por Blanco (1993).

Tipo	Descripción	Ejemplo
Ejercicios de reconocimiento	Resolución, reconocimiento o recuerdo de un factor específico, una definición o proposición de un teorema.	Si a es negativo y b positivo, ¿Es a/b negativo?
Ejercicios algorítmicos o de repetición	Procedimiento realizado con un algoritmo generalmente numérico.	Resolver la ecuación $x^2-3x-5=0$

Tabla 5. (continuación)

Tipo	Descripción	Ejemplo
Problemas de traducción simple o compleja	Formulados en un contexto concreto y cuya resolución supone una traducción del enunciado, oral o escrito, a una expresión Matemática. Tiene implícito la estrategia a seguir.	En una reunión hay 49 personas, doble número de mujeres que de hombres y el número de niños es el cuádruplo del número de hombres. Hallar cuántos hombres, mujeres y niños hay en la reunión.
Problemas de procesos	La forma de cálculo no aparece claramente delimitada lo que supone varios caminos para encontrar la solución.	¿Cuántos apretones de manos se darían en una fiesta si cada uno de los 15 invitados le diera la mano a cada uno de los demás?
Problemas sobre situaciones reales	Actividades cercanas a situaciones reales que requieran el uso de habilidades, conceptos y procesos Matemáticos.	Se quiere cambiar las baldosas de dos clases y de los pasillos del colegio, ¿cuántas baldosas se necesitan?, ¿se puede hacer una estimación del costo?
Problemas de investigación Matemática	Relacionados directamente con contenidos Matemáticos, cuyas proposiciones pueden no contener ninguna estrategia para representarlos y sugieren la búsqueda de algún modelo para encontrar la solución.	Probar que si los tres términos de una progresión aritmética es 36, el término del medio vale 12
Problemas de puzzles	Muestran el potencial recreativo de las Matemáticas. Obliga flexibilizar la forma de resolverlo y considerar varias perspectivas.	Dividir un triángulo obtusángulo en triángulos acutángulos.
Historias Matemáticas	Observación en los libros de cuentos, novelas entre los que se encuentran algunas propuestas o planteamientos que requieren de un esfuerzo que impliquen algún concepto Matemático.	Libros como <i>Primos</i> o algunos <i>dislates sobre números</i> de S.Thio de Pol (1976) o <i>Las intrigantes aventuras del Doctor Ecco</i> de D. Shasha (1989).

Con respecto a la clasificación de problemas los autores no coinciden en los indicadores, que permitan unificar criterios en este sentido, haciendo cada uno sus propias consideraciones, tales como:

- a) Espíndola Castro (2005): estrategia de resolución, número de respuesta y de acuerdo a su origen.
- b) Perales Palacios (1993): campo de conocimiento implicado, tipo de tarea, naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución.
- c) Martínez Guillén (2012): según su estructura.
- d) Blanco (1993) enfocado al área de matemática: Ejercicios de reconocimiento, Ejercicios algorítmicos o de repetición, Problemas de traducción simple o compleja, Problemas de procesos, Problemas sobre situaciones reales, Problemas de investigación Matemática, Problemas de puzzles e Historias Matemáticas.

En general, se consideraran las distintas descripciones en la clasificación del término problema, ya que en este trabajo se evaluarán los indicadores que permitan identificar la categoría a la cual corresponde, es decir: según la estrategia de solución, según el número de respuesta, según su origen o según su estructura y en forma particular se considerará la clasificación en el área de Matemáticas a partir de las tareas que se fomenten en el proceso educativo.

Finalmente, la definición del término problema que se propuso anteriormente al orientarla en el campo de la Física, se diferencia a que sus peculiaridades se caracterizan en una situación cuya situación inicial implique la aplicación de principios y ecuaciones de dicha área, que permite alcanzar la situación ideal. Cabe destacar que como todo problema, también se desconoce el procedimiento

que permite alcanzar la situación ideal, sin embargo por las características de la Física, la resolución de problemas requiere de un procedimiento consistente donde se aplique un razonamiento de tipo conceptual y/o cuantitativo y su respectiva solución; lo cual se desarrollará en el capítulo de resolución de problemas en Física.

Un aspecto a destacar de las definiciones anteriores del término problema, así como la clasificación, es que un problema posee un cierto margen de incertidumbre y esclarecerlo da cabida a un proceso denominado resolución de problema que requiere de la aplicación de conocimientos por parte del sujeto que lo ejecuta.

Esta incertidumbre lo llama Espíndola Castro (2005) “complemento” y lo estructura en tres partes, que en conjunto permite reducir la discrepancia que se genera entre lo deseado y la realidad, los cuales son:

- a) Cómo resolver el problema.
- b) Toma de decisiones.
- c) Acciones que se ejecutan para solucionarlo.

Capítulo 2: Conceptualización de Resolución de Problemas

Una vez aclarado el término problema y su clasificación, según los criterios del autor, se presenta en este capítulo el siguiente paso, que consiste en esclarecerlo a través de la resolución, fase que incluye un proceso amplio, para lo cual se inicia con las definiciones basadas en la postura de distintos autores y comparaciones de elementos relevantes presentes en dichas definiciones con la finalidad de unificar la interpretación que se dará durante el desarrollo de este trabajo, así como estructurar las partes y los límites del mismo.

Definición de resolución de problemas

Históricamente la investigación sobre resolución de problemas ha tenido lugar en la psicología experimental, orientado en los últimos años hacia las ciencias experimentales o de las Matemáticas, es por ello que sus distintas perspectivas dan cabida a distintas corrientes psicológicas y teorías del aprendizaje, entre ellas la psicología cognitiva (Perales Palacios, 1993).

La resolución de problemas evidencia la dependencia entre el proceso de resolución y el contenido donde se contextualiza el problema, lo que sustenta que el razonamiento no solo tiene forma sino contenido, de allí que la unión de algunos aspectos de la teoría conductistas y la teoría cognoscitivas originen al constructivismo (Pozo, 1985, citado por Perales Palacios, 1993).

Para ello Pozo (1988) establece que el factor que interfiere en el razonamiento y dificulta la evolución del conocimiento es la práctica continua en la resolución de problemas, donde no es la cantidad de ejercitación que tenga un sujeto con una tarea sino la naturaleza de la práctica, en consecuencia lo que se debe destacar son

las ideas que posee el sujeto con respecto a la tarea como producto de la práctica o familiaridad.

En este sentido, Perales Palacios (1993) agrupa en tres variables las consideraciones a tener en una resolución de problemas:

- a) La naturaleza del problema: relacionada con aspectos formales del problema, tales como: precisión, estructura y lenguaje del enunciado; complejidad y tipo de tarea a realizar en la resolución; solución abierta o cerrada; conocida o desconocida; entre otros.
- b) El contexto de la resolución del problema: se refiere a las variables intervinientes en el proceso de resolución sin considerar al propio solucionador, tales como: manipulación o no de objetos reales, la consulta o no de fuentes de información, la verbalización o no de la resolución, si se suministra o no el algoritmo puesto en juego, tiempo de resolución, entre otros.
- c) El solucionador del problema: referente a las características del solucionador, tales como: conocimiento teórico, habilidades cognitivas, creatividad, actitud, ansiedad, edad, sexo, entre otros.

Todo ello conlleva a un enfoque cuyo estudio de modelos de pensamiento giran en torno a situaciones específicas, siendo la resolución de problemas considerada como independiente de la estructura lógica y, dependiente de la representación mental y de la comprensión del sujeto, es decir de ideas previas sobre los conceptos que intervienen en el mismo (Perales Palacios, 1993).

Aunado a lo anterior, Vergnaud (1990) plantea que se deben considerar para la medida correcta de la función adaptativa del conocimiento, un lugar central a las

formas que toma en la acción del sujeto para que sea un conocimiento racional operatoria, lo cual puede ser:

- a) Clases de situaciones que el sujeto tiene repertorio, es decir posee competencias necesarias para afrontar las circunstancias en un momento dado.
- b) Clases de situaciones que el sujeto no tiene repertorio, es decir carece de competencias obligándolo a reflexionar y explorar en un determinado momento.

Para Vergnaud (1990) se presenta en ambas clases de situaciones un concepto denominado “esquema” debido a: “la organización invariante de la conducta para una clase de situaciones dada” (p.2), debido a la investigación de conocimientos iniciales del sujeto para determinar los elementos cognitivos que transforma la acción del sujeto en operatoria y se distingue de la siguiente forma:

- a) Con repertorio, el sujeto tiene conductas muy automatizadas, organizadas por un esquema único.
- b) Sin repertorio, el sujeto aplica varios esquemas que se van a acomodar, separar y recombinar, acompañados por el descubrimiento.

Por lo anterior, para la resolución de problemas: la observación del contexto por parte del sujeto y, el análisis de dudas y errores, evidencia que las conductas en situación abierta son estructuras por tomar del repertorio esquemas disponibles que sean asociados a las clases de situaciones que se asemeja con la que se trata en el momento, que inclusive sean esbozados e interrumpidos antes de ser concluidas, por lo que varios esquemas se pueden evocar sucesiva y simultáneamente en una nueva situación para el sujeto, en ello se destaca que las

conductas en situación se basan en el repertorio inicial de los esquemas disponibles donde no se puede teorizar sobre el funcionamiento cognitivo sin considerar el desarrollo cognitivo (Vergnaud ,1990).

En este mismo orden de ideas, Vergnaud (1990) también hace referencia a que el esquema puede ser aplicado por un solo sujeto a una clase amplia cuyo modo de situación es fallo y en consecuencia de debe determinar el alcance y descomponer en elementos distintos para las diversas subclases de situaciones generalmente por adjunción de elementos cognitivos suplementarios. En este caso, las inferencia se hacen necesarias para el funcionamiento del esquema en cada situación en particular ya que el mismo es una función temporalizada de argumentos al producir diferentes acciones y recoger información en función de los variables de la situación.

Por otro lado, Pozo (1989, citado por Rodríguez Palmero, 2004) expresa que la teoría del aprendizaje significativo es producto del avance de la psicología cognitiva y es concebida como una teoría cognitiva de reestructuración ya que es una teoría psicológica creada desde un enfoque organicista del individuo centrada en el aprendizaje producido en un contexto escolar que relacionado con las teorías del aprendizaje es de tipo constructivista por ser el individuo-organismo quien genera y construye su aprendizaje.

La teoría del aprendizaje significativo según Ausubel (1976, citado por Rodríguez Palmero, 2004) debe ser realista y significativamente viable, que se ocupe de lo complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico, por ello se debe prestar atención a todos y cada uno de los elementos y factores que le afectan para ser manipulados.

Finalmente, se pretende considerar que la resolución de problemas tiene varios elementos a considerar para que el mismo sea efectivo y es en esta parte según las distintas teorías: el contexto, las ideas previas (esquemas), la construcción y lo significativo para el sujeto elementos que contribuyen bajo su estudio y aplicación adecuado el logro del conocimiento.

Con respecto al enfoque histórico-cultural de la psicología de Vygotsky, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007) plantean la solución de problemas como una función psicológica superior o proceso mental complejo al existir relación con otras funciones psíquicas, tales como lenguaje, pensamiento abstracto o razonamiento deductivo, razonamiento inductivo, entre otros.

En este sentido, Vygotski (citado por Luria, 2009) estudió la solución de problemas en el niño, al establecer el uso del lenguaje como un instrumento que permite el razonamiento y ejecución de la acción, el cual aumenta junto con sus esfuerzos para lograr una solución menos automática y más inteligente. La relación entre el lenguaje y la acción en la solución de una tarea en el niño, se basa en dos consideraciones: a) el habla y la acción poseen la misma importancia para alcanzar una meta y b) si la acción exigida por la situación es más compleja y su solución es menos directa el papel del lenguaje posee mayor importancia.

Al no permitir hablar a los niños, no realizarán la tarea encomendada ya que es un medio de contacto social apoyada por el sentido de la vista y el tacto. El lenguaje sirve para buscar y preparar los instrumentos y planear las acciones futuras, cuyo orden es planificar y luego ejecutar, en consecuencia el lenguaje facilita la manipulación de los objetos y además controla el comportamiento que vence las acciones provenientes del impulso Vygotsky (citado por Luria, 2009).

Por otra parte, Luria (1984) expresa que el hombre posee un conocimiento no solo sensorial sino además un conocimiento racional, ya que sale de los límites de la experiencia sensorial inmediata, estructura su pensamiento, establece enlaces y relaciones profundas, transmite información y saca conclusiones basándose en las razones que lo justifica ya sea de forma deductiva o inductiva; por lo que el hombre no solo recibe y transmite información por medio de un mecanismo fisiológico sino que además construye relaciones para llegar a un fin.

Por lo anterior, el hombre utiliza el lenguaje para designar los objetos externos y sus relaciones a través de códigos, que incluye sistemas de categorías por pasar de un pensamiento abstracto a una conciencia estructurada y cuyo elemento fundamental es la palabra, por ser el medio que permite expresar pensamientos y sentimientos (Luria, 1984).

La resolución de problemas, según Mayer (2012), consiste en un proceso mental, de tipo cognitivo dirigido, que tiene por objeto encontrar la forma de lograr una meta, por ello en su artículo plantea cuatro elementos en la definición de problema, los cuales son:

- a) Cognitivo, debido a que ocurre dentro del sistema del conocimiento que resuelve problemas.
- b) Proceso, se trata de la ejecución de operaciones, en las representaciones cognitivas del sujeto que resuelve el problema.
- c) Dirigido, ya que el sujeto intenta lograr un determinado objetivo.
- d) Personal, por entrar en la situación con conocimientos previos diferentes.

En el 2012, Sigarreta Almira y Laborde Chacón establecieron, a partir de una serie de conceptos de diversos autores, los rasgos fundamentales en toda

resolución de problema, los cuales son: existencia de una situación inicial y una situación final, desconocimiento de la vía de pasar de una situación a otra por lo que no se puede acceder a ella en forma inmediata, presencia de un estudiante que quiera resolver el problema y disposición de los elementos necesarios para establecer relaciones que permita convertir la situación por parte del estudiante.

Para Azinián (2000) resolver un problema requiere de: formular, probar, recomenzar a partir del error, construir modelos, lenguajes, conceptos, proponer soluciones, confrontar las soluciones, defenderlas, discutirlos y replantear el problema si es necesario, por lo cual considera que el conocimiento es una respuesta a situaciones o problemas que ha surgido en un contexto funcional y luego se procesa para establecer relaciones con otros conocimientos, mantenerlo, transmitirlo y personalizar los saberes con el fin de religarlos a su génesis.

En este mismo sentido, Rugarcía Torres, Doria Serrano, Hernández Esparza, Patiño Olivares, Ibáñez Cornejo, Bernal Cuevas y Ruiz Treviño (1993) establecen la resolución de problemas como la actividad por medio de la cual se determina el mejor valor para una incógnita basadas en las siguientes condiciones:

- a) Si se tiene inmediatamente la mejor respuesta no se está en un problema ya que debe estar ante un reto sin saber cómo llegar al resultado.
- b) Lo que puede no ser un problema para una persona, puede serlo para otra y muy complejo.
- c) La resolución de problemas es guiada por la mente, de tal manera que una mayor comprensión de las operaciones mentales (psicología cognoscitiva) mejoran las habilidades; se puede no tener todas las respuestas prácticas

pero si se puede saber la dirección que se debe seguir para resolver los problemas.

- d) Para este autor el término resolución de problemas es sinónimo de toma de decisiones.

Para estos autores la resolución de problemas implica una serie de habilidades o atributos que maestros y psicólogos cognoscitivos pueden enseñar y comprende lo siguiente:

- a) Una estrategia o enfoque para enfrentar los problemas de manera organizada: implica una serie entre tres y siete pasos que son aplicables en forma general y no siempre se realizan en forma secuencial. Con frecuencia una estrategia general se aplica para resolver un problema, por ejemplo: defina, explore, planee, resuelva, revise y mejore.
- b) Creatividad, análisis, generalización y simplificación: son capacidades y habilidades con juicio crítico que se utilizan sin secuencia fija.
- c) Indicaciones que faciliten obtener la respuesta buscada: información que oriente, sugiera o establezca el proceder de forma práctica, denominado heurística, por ejemplo: abordar un problema con la descomposición en sub problemas que abarque el total.
- d) Evaluación: conocimiento del contexto y la contribución al campo de estudio respectivo así como confianza de que se puede resolver el problema por lo que es necesario una coevaluación y autoevaluación y,
- e) Conocimientos previos: comprende conocimientos básicos, valores que se aprenden con la experiencia, capacidad para tomar notas, extraer información y relacionarla con los conocimientos básicos, comunicación

con el uso de palabras, símbolos y figuras adecuadas, motivación, habilidades de grupo, madurez mental y conocimiento de uno mismo.

El aprendizaje en la resolución de problemas

Schunk (2012) expresa que con frecuencia la solución de problemas está relacionada con el aprendizaje, aunque estos conceptos no son sinónimos. Por lo que resulta oportuno hacer referencia al término aprender, el cual ha estado en constante debate entre psicólogos y docentes y por lo que aún no se ha encontrado una definición única, pues el aprendizaje es definido por diversos enfoques y de acuerdo a lo que cada cual pretende sustentar desde su perspectiva.

Aunado a lo anterior, hay que diferenciar entre la resolución de un problema y la resolución de un ejercicio desde el área de la matemática escolar por lo que Monereo (2002, citado por Iriarte Pupo y Sierra Pineda, 2011) estipula lo siguiente:

- a) El proceso de resolución de problemas promueve la reflexión y la continua valoración que da cuerpo a la toma de decisiones, propia de una actuación estratégica lo que se contrapone a un proceso y un estímulo que genera una respuesta por los ejercicios.
- b) El proceso seguido en la solución de ejercicio es mecánico e inmediato con el fin de consolidar habilidades instrumentales básicas por ser un medio de resolución de problemas es decir un ejercicio busca generar en los estudiantes el manejo de algoritmos básicos que son utilizados en la resolución de problemas.

Por su parte Callejo (1998, citado por Iriarte Pupo y Sierra Pineda, 2011) distingue los siguientes aspectos diferenciadores entre la resolución de ejercicio y la resolución de problema:

- a) El comportamiento del estudiante para llegar a la solución: en el ejercicio aplica mecánicamente los conocimientos adquiridos, en cambio en la resolución de un problema requiere que se familiarice con la situación para buscar y relacionar los diferentes elementos de tal manera que elabore una estrategia que le conduzca a la solución.
- b) El objetivo del docente: en un ejercicio es aplicar conocimientos de forma rutinaria mientras que al proponer un problema se desea que se investigue la solución del mismo.
- c) El tiempo empleado: en la resolución de un ejercicio es previsible pero en la resolución de un problema es difícil estimar porque puede durar un momento, días, semanas o meses.
- d) La dimensión efectiva: la resolución de ejercicios no suele suscitar emociones importantes sin embargo en la resolución de problemas hay una carga efectiva importante.

Por ello Pozo (2000) establece que: “la labor de educar se sustenta en ciertas concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza, que son producto de la cultura educativa en que dichos profesores y alumnos se han formado” (p. 6), por lo que un aspecto a considerar en la construcción del concepto de aprendizaje es la concepción que tengan los docentes del mismo transmitiéndolo posteriormente a los estudiantes, quienes a su vez construyen su propia concepción, por lo que las ideas de los docentes se convierten luego en teorías de aprendizaje y enseñanza;

en consecuencia la formación del docente es muy importante y relevante para crear concepciones que faciliten el proceso educativo a partir de definiciones claras de cada uno de los elementos que lo conforman.

En cuanto a una definición general de aprendizaje se tiene por un lado a Schunk (2012) quien basándose en un enfoque cognoscitivo establece que es: “un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es el resultado de la práctica o de otras formas de experiencia” y por el otro lado Cantón Hernández (2014) quien lo define como: “conjunto de procesos mediante los cuales adquirimos conceptos, conocimientos y habilidades, por los que la práctica o la experiencia producen un cambio significativo y relativamente permanente en lo que una persona puede realizar” (p.83).

Ambas definiciones se refieren a la experiencia como forma de cambio en la conducta, solo que el primero lo denomina cambio perdurable y el segundo como un conjunto de procesos por lo que se conceptualizará como un grupo de acciones que generan nuevas formas de comportamiento al asignarle valor e importancia, producto de la experiencia.

En el campo de las ciencias, según Mayer (2002), el proceso de aprendizaje de los alumnos implica un cambio en su concepción, que gira en torno a la reestructuración de los conceptos existentes en vez de añadir información nueva, este proceso de tipo cognitivo se basa en cuatro fundamentos:

- a) El reconocimiento de que la concepción existente es inadecuada para explicar las observaciones: distinción que el modelo mental actual es inadecuado definido como la representación cognitiva de partes esenciales de un sistema, es decir se poseen ideas equivocadas.

b) El desarrollo de un nuevo concepto que se adapte mejor a lo que se observa: reemplazo del modelo mental actual por uno nuevo, que explique en forma adecuada los hechos observables, que tenga sentido para el alumno y sea útil para resolver problemas anteriores y actuales. La nueva concepción que tenga el alumno debe ser: inteligible, comprensión de cómo funciona el nuevo concepto; plausible, consistencia de la nueva concepción con otro conocimiento y explicativa de la información disponible y, fructífera, capacidad de ampliar la concepción a nuevas áreas de investigación.

c) La aplicación de ideas a la resolución de un nuevo problema científico: capacidad de operar mentalmente a través del nuevo modelo para determinar la solución y crear con ello habilidades de pensamiento científico.

d) El desarrollo del dominio en el razonamiento científico: conocimiento de hechos que promuevan la transformación de novato a experto. Los expertos se diferencian de los novatos en dos formas: cuantitativamente, se refiere a cuánto conocen y cualitativamente, relacionado con el qué conocen.

En consecuencia, el resultado es el cambio de punto de vista cognitivo por lo que el conocimiento de un experto es cualitativamente diferente al conocimiento del novato, ya que no se limita a saber un conjunto de hechos y fórmulas de un determinado campo sino que afronta los problemas de forma diferente para reestructurar progresivamente la información.

Ahora bien, Ertmer y Newby (1993) hacen referencia a las perspectivas modernas del aprendizaje que buscan explicar los procesos de adquisición de conocimiento, denominadas teorías del aprendizaje, a través del uso de la comprensión, predicción y control del comportamiento humano para proporcionar orientaciones a la instrucción de tal manera que se construyan estrategias y técnicas que permitan mayor efectividad durante la realización, se busca en el aprendizaje apropiación de toda la información que se le suministra y desarrolle habilidades y destrezas, las cuales son:

- a) Conductista, el aprendizaje se manifiesta en cambios de la conducta que sean observables presentándose la demostración o exhibición de respuestas ante un estímulo ambiental específico (el aprendizaje como adquisición de respuestas).
- b) Cognitivista, se promueve el procesamiento mental al hacer énfasis en el pensamiento, la solución de problemas, el lenguaje, la formación de conceptos y el procesamiento de la información, se presenta la adquisición de conocimientos.
- c) Constructivista, referida a la construcción de significados a partir de la propia experiencia del individuo.

Estos últimos autores deciden que para la selección de cada teoría, se deben establecer criterios basados en la información recolectada sobre las competencias que deben adquirir los estudiantes, el tipo de tarea de aprendizaje y los métodos acordes a los resultados que se esperan obtener según la situación.

Comparación de elementos considerados por distintos autores para definir resolución de problemas

En la tabla 6 se distinguen los elementos que cada autor considera y se realiza una descripción de la definición basada en los mismos, lo cual se especifica a continuación:

Tabla 6:
Elementos considerados para definir resolución de problemas y su descripción

Autor	Elementos	Descripción
Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007)	Función psicológica superior, proceso mental complejo y relación.	Funciones como: percepción, atención, memoria, pensamiento y lenguaje.
Mayer (2012)	Proceso mental, cognitivo, meta, dirigido y personal.	Sistema de conocimiento que ejecuta operaciones para lograr un objetivo, con la ayuda de los conocimientos previos del estudiante.
Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012)	Situación inicial, situación final, vía desconocida, estudiante, disposición de elementos, relaciones, conversión.	Transformación de una situación que inicialmente se ignora la forma de obtener la solución, que requiere de un estudiante y elementos para establecer relaciones.
Azinián (2000)	Conocimiento, situaciones, contexto funcional, procesamiento, relaciones y personalización.	Nociones e ideas como resultado de relaciones entre conocimientos y apropiación del mismo por medio de la formulación, pruebas, propuestas, defensa, discusión, entre otros.
Schunk (2012)	Aprendizaje	Relacionado con la adquisición de conocimientos perdurable.

Tabla 6. (continuación)

Autor	Elementos	Descripción
Rugarcía Torres et al. (1993)	Determinación, valor, incógnita, reto, complejo, guiada, mente, operaciones mentales, toma de decisiones, estrategia, creatividad, análisis, indicaciones, evaluación y conocimiento previos.	Determinación del valor de una incógnita que requieren de atributos: serie de pasos, capacidades, habilidades, información, evaluación y conocimientos básicos.

A partir de lo anterior, los elementos más relevantes por cada autor citado para definir resolución de problema, son (ver Anexo B):

- a) Función psicológica, utilizado por Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007) representa el 16,67%.
- b) Proceso mental, utilizado por tres autores: Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007), Mayer (2012) y Rugarcía Torres et al. (1993) representa el 50%.
- c) Relaciones, utilizado por cuatro autores: Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007), Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012), Azinián (2000) y Rugarcía Torres et al. (1993) representa el 66,67%.
- d) Meta, utilizado por Mayer (2012) y Rugarcía Torres et al. (1993) representa el 33,33%.
- e) Dirigido, utilizado por Mayer (2012) representa el 16,67%.
- f) Personal, utilizado por Mayer (2012) y Azinián (2000) representa el 33,33%.

- g) Transformación, utilizado solo por Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012) representa el 16,67%.
- h) Estudiante, utilizado por Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012) representa el 16,67% .
- i) Conocimientos previos, utilizado por tres autores: Mayer (2012), Azinián (2000) y Rugarcía Torres et al. (1993) representa el 50%.
- j) Personalizado, utilizado por Azinián (2000) representa el 16,67%.
- k) Toma de decisiones, utilizado por Rugarcía Torres et al. (1993) representa el 16,67%.
- l) Aprendizaje, utilizado por Schunk (2012) representa el 16,67%.

Por lo anterior, la resolución de problemas, en forma general, es concebida de distinta forma como: función psicológica, transformación, conocimiento, proceso y en el área específica de Matemáticas la determinación de un valor numérico.

Sin embargo hay autores que coinciden en la presencia de relaciones en la resolución de problemas específicamente en:

- a) Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007) plantean relación entre las funciones psíquicas: lenguaje, pensamiento abstracto o razonamiento deductivo y razonamiento inductivo.
- b) Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012) indican que el estudiante debe establecer relaciones entre elementos del problema, para convertir una situación inicial a una final la situación.
- c) Azinián (2000) expresa que se relaciona el conocimiento como respuesta a situaciones problemáticas con otros conocimientos.

d) Rugarcía Torres et al. (1993) por extraer información y relacionarla con los conocimientos básicos.

Por otra parte, tres fuentes consideran que es un proceso mental, Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007), Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012) y Azinián (2000), debido a que se almacena, elabora y transforma información durante el desarrollo del mismo con el uso de los datos que forman parte de la situación inicial y final, y seleccionar el camino que permita conseguir la meta.

En cuanto a la implicación de una personalización Azinián (2000) plantea que el sujeto se apropia del saber para luego ser utilizado posteriormente. En esta parte se asocia con los conocimientos previos, por depender de las experiencias del sujeto, por lo que Mayer (2012) y Azinián (2000) lo denominan como propio del individuo “personal”.

Otro elemento a considerar es el “estudiante”, nombrado por Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012), pero se hace hincapié a la disposición que él debe tener para resolver el problema y aunque el resto de los autores no enfatizan en el mismo término se hace referencia a “sujeto” o está implícito en la definición.

Aunado a lo anterior, se considera la toma de decisiones (Rugarcía Torres et al. 1993) y el aprendizaje (Schunk, 2012), que se vinculan con este concepto por la identificación de las opciones que permiten resolver el problema y seleccionar la más viable y así adquirir con este proceso un nuevo conocimiento.

Finalmente la resolución de problemas implica los términos: proceso, aprendizaje y nuevo conocimiento, que realizan una “transformación” del

conocimiento previo mencionado por Mayer (2012) en su definición y, a pesar que los demás no hacen referencia al mismo, es parte del resultado obtenido.

A lo largo de las propuestas de cada autor se toman en cuenta los siguientes elementos para construir la definición de resolución de problema:

- a) Función psicológica superior o proceso mental complejo, operación relacionada con la capacidad comprender y razonar de la persona; compuesta por: percepción, atención, memoria, pensamiento, lenguaje e inteligencia Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007).
- b) Tipo cognitivo que tiene por objeto encontrar la forma de lograr una meta, por su relación con el conocimiento y cuyo propósito es lograr esclarecer una situación (Mayer, 2012).
- c) Producción de un aprendizaje, relación de la resolución de problemas con el aprendizaje por generar un cambio perdurable en la conducta (Schunk, 2012).
- d) Produce un cambio de concepción, por medio de la reestructuración de los conceptos existentes, se genera un cambio de modelo mental actual por un modelo mental nuevo que permite, asumir con su formación, una forma diferente de afrontar los problemas para que su resolución sea efectiva, y así convertirse en experto (Mayer, 2002).
- e) Toma de decisiones, implica seleccionar procedimientos adecuados que permita resolver el problema de manera eficaz (Rugarcía Torres et al., 1993).

- f) Contexto funcional que se relaciona con conocimientos previos para formar las bases de la toma decisiones, al personalizar con ello los saberes, como parte del cambio de concepción se relaciona los conocimientos existentes con lo que la información, producto de la observación y evaluación del contexto, permite la construcción del conocimiento y apropiación del mismo (Azinián, 2000 y Rugarcía Torres et al., 1993).
- g) Situación inicial, situación final, desconocimiento del procedimiento a seguir para convertir la situación por parte del estudiante, elementos de partida para que sea necesario la resolución de un problema (Sigarreta Almira y Laborde Chacón, 2012).

Para concluir esta parte, la definición de resolución de problemas se entenderá para los efectos de este trabajo como:

Función psicológica superior o proceso mental complejo de tipo cognitivo que tiene por objeto encontrar la forma de lograr una meta, donde se obtiene un aprendizaje al producir un cambio de concepción, por medio de la reestructuración de los conceptos existentes, originado en un contexto funcional que se relaciona con conocimientos previos para formar las bases de la toma decisiones, al personalizar con ello los saberes, por lo que se requiere de: situación inicial, situación final y desconocimiento del procedimiento a seguir para convertir la situación por parte del sujeto.

Capítulo 3: Procedimientos para Resolución de Problemas

La resolución de problema es una actividad compleja por desconocer inicialmente el plan de acción para esclarecerlo, por lo que a continuación se describen distintos procedimientos para alcanzar la meta, hacer comparaciones de elementos relevantes presentes en dichos procedimientos, así como el análisis de varias experiencias de aplicación de estrategias, para que finalmente se estructuren los pasos para resolver un problema.

Documentación del Procedimiento para la Resolución de Problemas

A continuación se presentan basamentos teóricos para establecer pasos que se seguirán en la resolución de problemas, aplicables generalmente a Matemáticas, según la postura del autor, los cuales son:

1. Técnica de Polya

Polya (1989) caracteriza métodos generales que usan las personas para resolver problemas, al transferir su interpretación hacia la enseñanza y aprendizaje, pone a disposición heurísticas generales basadas en la metacognición, es decir pensar en el pensar. Sintetiza sus ideas sobre la importancia de resolver problemas como medio para crear conocimiento en Matemáticas y el aprendizaje del mismo, por ello establece una técnica que considera las siguientes etapas:

En primer lugar, comprender el problema, que consiste en: examinar la situación, manipularla para entenderla mejor y relacionarla con situaciones semejantes; esta fase da respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la incógnita?, ¿Cuáles son los datos?, ¿Cuál es la condición?, ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita?, ¿Es insuficiente?, ¿Redundante?, ¿Contradictoria?

En segundo lugar, concebir un plan, en esta fase se determinan las estrategias que faciliten la solución para que exista conexión entre los datos y las incógnitas; se deben dar respuestas a interrogantes como: ¿Se ha encontrado con un problema semejante?, ¿conoce algún problema relacionado con éste?, ¿Podría enunciar el problema de otra forma?, ¿Podría imaginarse un problema análogo un tanto más accesible?, ¿Ha empleado todos los datos?, ¿Ha empleado toda la condición?, entre otras.

En tercer lugar, ejecutar un plan, comprende la realización de los cálculos y operaciones como parte del procedimiento y estrategia seleccionada en la segunda fase; se deben responder las siguientes interrogantes: ¿Puede usted ver claramente que el paso es correcto?, ¿Puede usted demostrarlo?, entre otras.

En cuarto y último lugar, examinar la solución, consiste en evaluar la estrategia seleccionada en la fase dos; comprobar los cálculos, razonamientos y la solución; generalizar a contextos más amplios y/o transferir resultados, métodos y procesos a problemas relacionados. Contesta interrogantes como: ¿Puede usted verificar el resultado?, ¿Puede verificar el razonamiento?, ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?, ¿Puede verlo de golpe?, ¿Puede usted emplear el resultado o método en algún otro problema?

En resumen la técnica de resolución de problemas de Polya, generalmente aplicada al área de Matemáticas, considera cuatro pasos: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar un plan y examinar la solución, que se deben aplicar en forma secuencial, que se enfocan no solo en la resolución sino además el planteamiento del problema. El autor se basa en la metacognición se regulan los procesos cognitivos, controla el aprendizaje y evalúa los logros obtenidos. Así

mismo orienta el procedimiento a través de interrogantes para cada paso, se compara con circunstancias semejantes y se focaliza en la situación problemática.

2. Las dimensiones de Schoenfeld para una resolución de problemas

Apoyado en las ideas de Polya originadas en 1945, Schoenfeld (1985) señala estrategias basadas en las creencias sobre las Matemáticas al tomar en cuenta varios factores, los cuales denominó dimensiones y se describen a continuación:

- a) Recursos: se refiere a
 - a.1) Conocimientos previos que posee el individuo específicamente a conceptos, fórmulas, algoritmos y todo lo necesario para afrontar una situación.
 - a.2) Inventario de recursos: comprende el cómo accede el individuo a los conceptos que posee.
 - a.3) Circunstancias estereotípicas: provocan respuestas estereotípicas es decir, exagerado y con poco detalle
 - a.4) Recursos defectuosos: conocimientos aprendidos incorrectamente así como sus aplicaciones.
- b) Heurística: cada problema requiere de cierta heurística particular, investigar por descubrimiento, por ello se deben conocer, saber usarlas y tener la habilidad para usarlas.
- c) Control: capacidad de considerar una serie de soluciones así como darse cuenta que el camino seleccionado funciona en determinado momento, para poder cambiarlo oportunamente, por ello establece las siguientes acciones:
 - c.1) Entendimiento: claridad del contexto del problema.

- c.2) Consideración de diversas formas posibles de solución y elegir una de ellas para crear un diseño.
- c.3) Monitorear el proceso y decidir hasta que momento lo mantiene o no y elegir uno nuevo.
- c.4) Llevar a cabo el nuevo diseño y cambiarlo de ser nuevamente necesario
- c.5) Revisar el proceso de resolución.
- d) Sistema de creencias: forma de abordar los problemas desde el punto de vista del alumnado, profesores y sociedad, el qué y el cómo se enseñan.

Las dimensiones de Schoenfeld (1985), son consideradas como una estrategia, a diferencia de Polyá (1989) que muestra una técnica, ambos son procedimientos. La estrategia persigue el logro de un aprendizaje y la técnica es una parte del aprendizaje que persigue la estrategia, es decir la técnica está inmersa en la estrategia.

Aunado a lo anterior, las dimensiones de Schoenfeld (1985), se estructura en cuatro factores, los cuales describe y subclasifica a dos de ellos, en consecuencia posee once consideraciones; a diferencia de Polyá (1989), que establece cuatro etapas que los define y describe con interrogantes, sin embargo ambas son enfocadas a Matemáticas.

3. Normas generales para la resolución de problemas según Willis

Aunque los problemas son de diversa naturaleza, Willis (1995) en su clasificación, establece algunas normas de utilidad en el área de Química, con aplicación general para resolverlos; de modo sistemático, los cuales son:

- a) Razonar positivamente: convencimiento de poder resolver el problema con sus conocimientos.

- b) Leer cuidadosamente la pregunta: la cuidadosa atención al enunciado exacto del problema permitirá identificar los datos y evitará posiciones equivocadas, para así obtener el resultado correcto.
- c) Recordar las definiciones: al leer el enunciado de un problema se debe definir cada uno de los términos que se encuentran en él (si no se recuerdan, leerlos), ello implica no solo una ayuda para el razonamiento sino además permitirá el avance en el cálculo.
- d) Escribir una ecuación ajustada para cualquier reacción que se plantee: esto es propio en el estudio de la química, por lo que para cualquier cálculo es necesaria la reacción química ajustada o equilibrio.
- e) Identificar lo que se pregunta: leer la pregunta y determinar que piden concretamente que se calcule, se elige un símbolo que represente la magnitud para utilizarlo en una ecuación.
- f) Plantear una ecuación que permita calcular la incógnita: se considera una ecuación algebraica como un medio para relacionar varias magnitudes que cualquiera puede ser la incógnita.
- g) Reducir el número de incógnitas de la ecuación: buscar la manera de llegar a una ecuación que solo tenga una incógnita, calcular los valores de las demás magnitudes que intervienen o encontrar una segunda ecuación independiente que relacione ambas incógnitas.
- h) Aplicar los valores numéricos de las constantes y efectuar las operaciones necesarias para resolver la ecuación: ejecutar las operaciones aritméticas necesarias correctamente de nivel relativamente sencillas.

- i) Leer la respuesta: comprobar la respuesta si es correcta o no.
- j) Leer la pregunta otra vez: satisface la respuesta a lo solicitado, verificar el uso de todos los datos o en su defecto confirmar si eran necesarios o no.

Las normas generales para la resolución de problemas según Willis (1995) está estructurado en diez pasos enfocados a un procedimiento de aplicación general, es decir a áreas como: Matemáticas, Física y Química en cambio la técnica de Polyá (1989) y las dimensiones de Schoenfeld (1985) poseen menos pasos y son orientados principalmente al área de Matemáticas.

Los tres autores hacen referencia a conocimientos previos o iniciales y a la confianza para poder resolver un problema entre sus pasos, sin embargo el conocimiento no sólo incluye definiciones sino además ecuaciones que relacionen las variables que intervienen, reconocimiento de los datos e incógnitas para posteriormente sustituirlo a la ecuación pertinente y finalmente comprobar el resultado.

Los pasos entre la técnica de Polyá (1989) y las dimensiones de Schoenfeld (1985) muestran consideraciones semejantes, por incluir significados asociados, los cuales son:

- a) Polyá (1989) denomina “comprender el plan” en su primer paso, Schoenfeld (1985) lo denomina “recursos” lo subdivide en cuatro partes y lo retoma en su cuarto paso “Sistema de creencias” y Willis (1995) lo desglosa en cinco partes: razonar positivamente, leer cuidadosamente la pregunta, recordar las definiciones, escribir una ecuación ajustada e identificar lo que se pregunta.

- b) Polyá (1989) denomina “concebir un plan” en su segundo paso, Schoenfeld (1985) lo denomina entre su segundo y parte del tercer paso “heurística y control” y Willis (1995) lo categoriza en “plantear una ecuación que permita calcular la incógnita” y “Reducir el número de incógnitas de la ecuación”.
- c) Polyá (1989) denomina “ejecutar un plan” en su tercer paso, Schoenfeld (1985) lo denomina en parte de su tercer paso “control” específicamente en “consideración de diversas formas posibles de solución y elegir una de ellas para crear un diseño” y “llevar a cabo el nuevo diseño y cambiarlo de ser nuevamente necesario” y Willis (1995) “aplicar los valores numéricos de las constantes y efectuar las operaciones necesarias para resolver la ecuación”.
- d) Polyá (1989) denomina “examinar la solución” en su cuarto paso, Schoenfeld (1985) lo denomina “control” en una de su subcategorías “monitorear el proceso y decidir hasta que momento lo mantiene o no y elegir uno nuevo”, “Revisar el proceso de resolución” y Willis (1995) “Leer la respuesta” y “Leer la pregunta otra vez”.

4. Las seis grandes habilidades (The Big Six Skills) de Zenhas, Silva, Januario, Malafaya, y Portugal

En este orden de ideas, se puede mencionar el trabajo de Zenhas, Silva, Januario, Malafaya, y Portugal (2002) donde se establece que el estudiante adquiere la competencia de resolución de problemas bajo la estructura denominada las seis grandes habilidades:

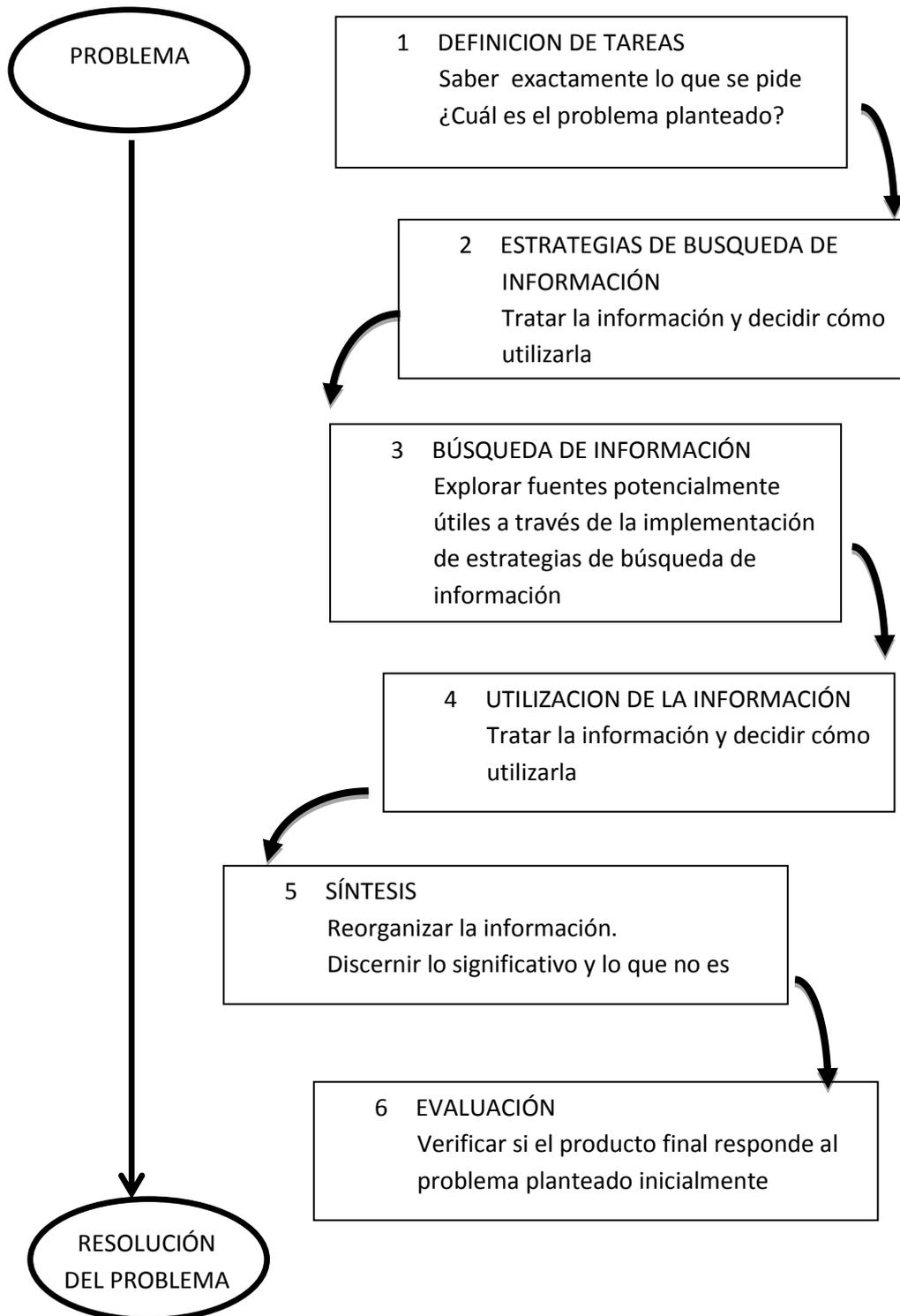


Figura 1. Las seis grandes habilidades: pasos utilizados para la resolución de problemas. Zenhas et al. (2002)

Como se puede observar en la figura N°1 las habilidades definidas por Zenhas et al. (2002) está estructurada en seis pasos para permitir la resolución de

problemas, los cuales son similares a los procedimientos de Polyá (1989), Schoenfeld (1985) y Willis (1995) con connotaciones distintas; sin embargo considera estrategias de búsqueda de información, el uso y orden de la información de una forma muy específica, a diferencia del resto de los autores.

Esta consideración permite, a mi criterio, reforzar, el pensamiento crítico, ya que le fomenta un espacio para discernir en forma consciente la información que le sea útil, relacionarla con los conocimientos existentes y reestructurarlos de ser necesario.

Comparación de procedimientos considerados por distintos autores para la resolución de problemas en varias disciplinas

A continuación se presenta la tabla 7 donde se comparan los procedimientos de Polyá (1989), Shoenfeld (1985), Willis (1995) y Zenhas et al. (2002), en base a los elementos que presenta cada autor, como se especifica a continuación:

Tabla 7:
Elementos considerados para el procedimiento de resolución de problemas.

Autor Elemento	Polyá (1989)	Shoenfeld (1985)	Willis (1995)	Zenhas et al. (2002)
Nombre del procedimiento	Técnica	Dimensiones	Normas generales	Las seis grandes habilidades
Número de pasos	Cuatro	Doce (en general)	Diez	Seis
Basamento	Metacognición	Creencias sobre las Matemáticas	Dominio de las operaciones fundamentales de Matemáticas	Habilidades necesarias para la resolución de problemas
Disciplina	Matemáticas	Matemáticas	Química con Aplicación general	Aplicación general
Acciones a ejecutar	Comprender, concebir, ejecutar y examinar.	Reconocer, investigar, controlar, entender, elegir, monitorear y revisar.	Razonar, leer, recordar, escribir, identificar, plantear, reducir, aplicar y verificar.	Definir, buscar, utilizar, sintetizar y evaluar.

Tabla 7. (continuación)

Autor Elemento	Polyá (1989)	Shoenfeld (1985)	Willis (1995)	Zenhas et al. (2002)
Paso semejante 1: Análisis de la situación	a) Comprender el problema	a)Recursos d)Sistema de creencias	a) Razonar positivamente, b) Leer cuidadosamente la pregunta, c) Recordar las definiciones, d)Escribir una ecuación ajustada e) Identificar lo que se pregunta	1. Definición de tareas
Paso semejante 2: Estrategias para la solución	b)Concebir un plan	b)Heurística c) Control	f)Plantear una ecuación que permita calcular la incógnita g)Reducir el número de incógnitas de la ecuación	3. Búsqueda de Información
Paso semejante 3: Ejecución de la estrategia para la solución	c)Ejecutar un plan	c)Control: consideración de diversas formas posibles de solución y elegir una de ellas para crear un diseño	h)Aplicar los valores numéricos de las constantes y efectuar las operaciones necesarias para resolver la ecuación	4. Utilización de la información 5. Síntesis
Paso semejante 4: Evaluación de los resultados	d)Examinar la solución	c) Control: monitorear el proceso y decidir hasta que momento lo mantiene o no y elegir uno nuevo y Revisar el proceso de resolución	i)Leer la respuesta	6. Evaluación
Paso diferente	Ninguno	Recursos: Inventario de recursos, circunstancias estereotípicas	j) Leer la pregunta otra vez.	2. Estrategias de búsqueda de información

A partir de lo anterior, los elementos más relevantes por cada autor citado para el procedimiento de resolución de problema, son (ver anexo C):

- a) Divido en pasos sistemáticos, empleado por los cuatro autores considerados es decir el 100%.
- b) Metacognición, considerado por Polyá (1989) representa el 25%.
- c) Consideraciones Matemáticas, empleado por los cuatro autores, es decir el 100%.
- d) Comprensión del problema, empleado por los cuatro autores considerados, es decir el 100%.
- e) Determina Estrategias para la búsqueda de la solución, empleado por los cuatro autores considerados es decir el 100%.
- f) Ejecuta estrategias, empleado por los cuatro autores considerados es decir el 100%.
- g) Evalúa los resultados, empleado por los cuatro autores considerados es decir el 100%.
- h) Determina estrategias para la búsqueda de la información, considerado por Zenhas et al. (2002) representa el 25% .
- i) Revisión de la respuesta considerado por Willis (1995) representa el 25% .
- j) Considera el inventario de recursos, considerado por Shoenfeld (1985) representa el 25%.
- k) Considera circunstancias estereotípicas, considerado por Shoenfeld (1985) representa el 25%.

En términos generales Polyá (1989), Shoenfeld (1985), Willis (1995) y Zenhas et al. (2002) coinciden en los siguientes aspectos:

- a) División del procedimiento en pasos sistemáticos: orden estricto en la aplicación de cada paso.

- b) Utilizan las operaciones matemáticas lo que significa que el enunciado del problema tiene un lenguaje cuantitativo en el que se relacionan magnitudes, unidades, cantidades y variables.
- c) El procedimiento, aunque varíe en su terminología y cantidad de pasos, se centra en cuatro fases: comprensión del problema, determinación de estrategias para la búsqueda de la solución, ejecución de las estrategias de solución y evaluación los resultados.

Ahora bien, Polyá (1989) hace referencia a la metacognición ya que promueve pensar en el pensar y concientiza sobre la información que se recibe para convertirla en conocimiento a diferencia del resto de los autores.

Zenhas et al. (2002) determinan no solo estrategias para la solución del problema sino además determina estrategias para la búsqueda de la información para discernir cual es significativa o no y posteriormente organizarla.

Willis (1995) hace una revisión de la respuesta para comprobar si es correcta o no y se repite el proceso al leer la pregunta otra vez para verificar si satisface la respuesta a lo solicitado así como confirmar si son necesarios el uso de todos los datos.

Finalmente, Shoenfeld (1985) hace referencia al inventario de recursos y circunstancias estereotípicas en el momento que se analiza la situación problemática para evaluar cómo accede el sujeto a los conceptos que posee (estructura mental) e identificar la información exagerada o de poco detalle.

Experiencias en el proceso de resolución de problemas

1. Estrategia de solución de problemas BIIG

Hiremath (2015) desarrolló un proceso simplificado en la resolución de problemas con la finalidad de mejorar la experiencia de aprendizaje en los estudiantes de ciencia, utilizó como estrategia un método de acercamiento a los problemas del mundo real planteados en la ciencia de una forma sencilla, racional, clara y con profundidad suficiente, denominado BIIG. Cada elemento se asocia con:

- a) B, Buddies (Amigo): asocia números con sus unidades de tal manera que los números posean sentido al atribuirle su correspondiente unidad.
- b) I, Identification (Identificación): referente a la variable que se decodifique correctamente el problema por reconocer lo que representa cada número con su unidad.
- c) I, Isolation (Aislamiento): información contextual lo cual incorpora la información de contexto basado en el elemento de identificación para hacer una distinción entre las características iniciales y finales.
- d) G, Gourmet (Gastronómico): presentación real de la solución con todas las cantidades conocidas o explicadas en términos de la pregunta original.

La muestra estaba formada por cinco cursos de Física a nivel universitario donde los planes de estudio eran iguales excepto las fechas, utilizó una encuesta interna en línea llamada SurveyMonkey, obtuvo que el aprecio de los estudiantes por el tema: antes del curso, un nivel de interés alto tuvo 28% y al final del curso desglosado en dos partes: interna con un 76% y externa, con el uso del sistema de la Universidad del estado de Massachusetts con un 87%.

Los elementos del modelo BIIG se pueden aplicar a un formato de resolución de problemas en el ámbito educativo, por ser un modelo universal, de apoyo para las habilidades de pensamiento crítico, el enfoque lógico y atención al detalle. Al organizar la información se producen resultados más rápidos y más eficientes, al decodificar un problema real en partes significativas, así como encontrar y aplicar la fórmula correcta, se evitan errores y se asegura el camino hacia el éxito.

2. *Conocimiento conceptual y procedimental en la resolución de problemas*

Surif (2012) en una investigación plantea como objetivo de estudio: identificar el nivel de conocimiento conceptual y conocimiento procedimental y la relación entre ellos en la resolución de problemas.

Seleccionó cuatro escuelas al azar de una población de escuelas de secundarias en Johor Bahru con una muestra 200 estudiantes, aplicó el examen de forma cuatro “Form Four” (evaluación de nivel de instrucción), utilizó un instrumento en forma de cuestionario (UTPKPP), formada por dos partes: A, cubre las preguntas relacionadas con el nivel de conocimiento conceptual y B, incluye preguntas relacionadas con el nivel de conocimiento procedimental; ambas del área de química.

Como indicador de nivel de conocimiento conceptual se consideró el porcentaje medio de alumnos que respondieron correctamente a las preguntas, lo cual se detalla en la tabla 8:

Tabla 8.
Nivel global del conocimiento conceptual de los estudiantes propuesto por Surif (2012)

Niveles de concepto	Conceptos	Porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente (%)	Porcentaje (%)	Nivel de logro
Nivel macroscópico	Función del ph en el ácido y la base	54		
	Concepto de ácido fuerte y ácido débil	34		
Nivel microscópico	Grado de disociación de iones	34	34.6	Débiles
	Proceso de neutralización	36.5		
	Reacción de neutralización	14.5		

Con respecto a la parte B, se refiere al nivel de resolución de problemas de los estudiantes con base al conocimiento conceptual en un nivel microscópico y macroscópico, este último basado en el concepto de función del pH en ácido y base, el nivel alcanzado por los alumnos fue moderado. La mitad de los estudiantes fueron capaces de responder correctamente con el porcentaje de 54% y 59,5%.

En el caso de las preguntas en el nivel microscópico que implican los conceptos de ácidos fuertes y débiles, el grado de disociación del proceso de neutralización de iones y el proceso de neutralización, menos de la mitad de los estudiantes eran capaces de proporcionar las respuestas correctas. Los resultados reflejaron que los estudiantes eran débiles en la solución problemas a nivel microscópico. En promedio, sólo el 34,6% de los estudiantes eran capaces de proporcionar la correcta respuesta.

Esta investigación permite:

En primer lugar, establecer la importancia del conocimiento conceptual y procedimental para la resolución de cualquier problema debido a la comprensión de las ideas conceptuales y la química teórica, y a la comprensión de cómo aplicar los conceptos aprendidos en cualquier problema-situaciones.

En segundo lugar, identificar el proceso para establecer la relación entre el conocimiento conceptual y el conocimiento procedimental, que considere los siguientes pasos:

- a) Explorar los conocimientos previos del estudiante.
- b) Identificar la nueva situación que no se ajusta la concepción.
- c) Establecer el problema.

- d) Establecer la hipótesis y posible solución.
- e) Promover la reflexión a través de un proceso orientado hacia la lectura, discusión, observación, reunión.
- f) Establecer un diseño de investigación para probar la hipótesis.
- g) Promover la reflexión a través de un proceso orientado hacia la lectura, discusión, observación, reunión.
- h) Diseñar una mejor investigación.
- i) Establecer un nuevo concepto.
- j) Crear otra situación que no se ajuste a la concepción.
- k) Crear un nueva problemática.
- l) Establecer la hipótesis y posible solución.
- m) Repetir el proceso desde el paso e).

3. Intuición y Visualización en la resolución de problemas

Huang (2015) tuvo como objetivo explorar el uso del razonamiento intuitivo y visual en la resolución de problemas Matemáticos por estudiantes de ingeniería; a través de un análisis de protocolos y de las respuestas de solución de problemas orientado hacia el valor de verdad de los enunciados Matemáticos, examinó los siguientes elementos: a) interacción entre la forma de intuición y la visualización en el proceso de toma de decisiones y b) las formas en que el proceso de toma de decisiones influye en las construcciones de contraejemplos asociados para las declaraciones de los estudiantes.

El estudio considera la intuición como una representación, explicación o interpretación directa, intrínsecamente significativa lo cual es un aspecto importante para decidir el valor de verdad de los enunciados Matemáticos por

proporcionar una justificación, sugerir lo plausible y obtener una variedad de razonamientos intuitivos que permiten evaluar conjeturas Matemáticas. La visualización se considera en la estructuración de las intuiciones y se refiere a un aspecto crítico del pensamiento Matemático, comprensión y razonamiento.

La muestra está compuesta por 15 estudiantes de primer año de la Universidad de Tecnología en Taiwán, quienes habían culminado los cursos de derivadas e integrales definidas. Se les aplicó un cuestionario que contenía tres enunciados Matemáticos falsos, donde el estudiante en forma individual demostraba sus habilidades para generar contraejemplos vinculados con los conceptos básicos de diferenciación e integración, la recopilación de datos se realizó a través de entrevistas clínicas por medio de las transcripciones de las grabaciones en audio, notas y figuras de los sujetos así como los trabajos escritos de las tareas. El análisis de datos de tipo cualitativos se codificó en forma abierta, axial y selectiva así como se analizó el proceso de toma de decisiones, la respectiva construcción y las conexiones entre dichos procesos.

Entre los resultados obtenidos se tiene que: a) para la planificación de la solución de problemas los estudiantes usan la intuición con el fin de tratar de realizar representaciones simbólicas y gráficas y b) para la aplicación de la solución con éxito, la intuición se utiliza a modo de ensayo y error; ambas son denominadas intuición de anticipación. También destaca la importancia de guiar a los estudiantes a tomar conciencia de la estructura de sus argumentaciones y la conversión de los esquemas mentales en herramientas eficaces intuitivas, es decir mecanismos incorporados orgánicamente en las habilidades conductuales mentales del individuo. La intuición dio resultados más eficaces comparados con

la representación visual en sí, sin embargo este último permitió controlar el mayor número de condiciones a la vez comparado con la representación simbólica controlada uno a la vez.

Por lo anterior, la intuición, constituida por las señales de tareas, los conocimientos previos y la tarea en sí, permite una revisión interna por parte del estudiante para promover la reflexión y valoración de la situación para un aprendizaje significativo; entonces tanto la intuición como la visualización son partes interconectadas del proceso de aprendizaje cuya preservación produce la generalidad de alguna conclusión y en consecuencia la base de ciertas creencias.

Comparación de las experiencias relacionadas con el proceso de resolución de problemas en varias disciplinas

A continuación se presenta la tabla 9 donde se comparan diferentes procedimientos para la resolución de problemas aplicados a grupos de estudiantes, para su estudio: estrategia de solución de problemas BIIG de Hiremath (2015), conocimiento conceptual y procedimental en la resolución de problemas de Surif (2012) e intuición y visualización en la resolución de problemas de Huang (2015), lo cual se detalla a continuación:

Tabla 9:
Elementos considerados para el procedimiento de resolución de problemas en su experiencia

Autor	Hiremath (2015)	Surif (2012)	Huang (2015)
Elementos			
Objetivo	Desarrollar un proceso simplificado en la resolución de problemas que mejore la experiencia de aprendizaje en los estudiantes de ciencia.	Identificar el nivel de conocimiento conceptual y conocimiento procedimental y la relación entre el conocimiento conceptual y el conocimiento procedimental en la resolución de problemas.	Explorar el uso del razonamiento intuitivo y visual en la resolución de problemas Matemáticos por estudiantes de ingeniería.

Tabla 9. (continuación)

Autor Elementos	Hiremath (2015)	Surif (2012)	Huang (2015)
Instrumento	Encuesta interna en línea	Evaluación de nivel de instrucción	Cuestionario que contenía tres enunciados Matemáticos falsos.
Aspecto considerados	Método denominado BIIG: Asociación de números con unidades, reconocimiento de lo que representa cada unidad, incorporación de la información en el contexto y presentación real de la solución.	Conocimiento conceptual y conocimiento procedimental.	Contraejemplos Matemáticos.
Aporte	Apoyo al pensamiento crítico, enfoque lógico, atención al detalle.	Comprensión de las ideas conceptuales, comprensión de cómo aplicar los conceptos aprendidos en situaciones y relación entre el conocimiento conceptual y conocimiento procedimental. Plantea un procedimiento para la resolución de problemas.	Considerar la intuición como una representación, explicación o interpretación directa y la visualización para estructurar las intuiciones
Disciplina aplicada	Ciencia	Química	Matemáticas

Las experiencias citadas de los autores Surif (2012) y Huang (2015) aportan elementos distintos a los considerados en la documentación del procedimiento al proceso de resolución de problemas en forma general, los cuales son: nivel de conocimiento conceptual y conocimiento procedimental, razonamiento intuitivo y visual, estos elementos son significativos por los resultados obtenidos: reforzar la

comprensión de los conceptos y su aplicación a la vida cotidiana, relacionar el conocimiento conceptual con el procedimental lo cual incentiva el pensamiento crítico, utilizar tanto el lenguaje cualitativo como cuantitativo y formas de representación, explicación o interpretación.

En cuanto a la experiencia de Hiremath (2015) considera el lenguaje cuantitativo por tomar en cuenta las magnitudes, números, conceptos para posteriormente relacionarlo con situaciones reales que favorece el pensamiento crítico, enfoque lógico y atención al detalle.

Capítulo 4: Resolución de Problemas en Física

La Física concebida como la ciencia que estudia los fenómenos naturales relacionados con las propiedades de espacio, materia, tiempo y energía así como sus interacciones mutuas, se aplican términos, conceptos, leyes y ecuaciones a situaciones que implican resolución de problemas, donde se requiere de una formación y experiencia en atención a los detalles que contextualizan la dificultad y el respectivo procedimiento de resolución.

Por ello este capítulo se enfoca en la resolución de problemas en la asignatura de Física, se considera la formación integral en esta área durante el proceso de enseñanza y aprendizaje se caracterizaran los problemas de esta índole, se realizan descripciones de estrategias para su respectiva resolución, comparaciones de elementos relevantes en dichos procedimientos y finalmente se analizan experiencias basadas en la aplicación de distintas técnicas a través de sus comparaciones.

Proceso de Enseñanza y aprendizaje en Física

Enseñar ciencias implica para Veglia (2007) observar y reflexionar sobre el mundo que rodea al estudiante, que sirva para la vida relacionándolo con las necesidades del sujeto, las capacidades y la inserción en la sociedad con la finalidad de formar una visión crítica, reflexiva, responsable, con la capacidad de entender, cuestionar y tomar de decisiones de forma autónoma; por lo cual toma en cuenta tres dimensiones y en consecuencia tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, los cuales se estructuran en la tabla 10:

Tabla 10.

Dimensiones de la enseñanza de la ciencia y sus contenidos propuesto por Veglia (2007).

Rama del Saber	Dimensiones	Transposición Didáctica	Contenido
Ciencia	Teórica	Proceso de modificación	Datos Hechos Conceptos Teorías Principios Leyes
	Procedimental	Proceso de modificación	Observación Clasificación Formulación de hipótesis Registro de datos Resolución de problemas Investigación Diseño de experiencia Comunicación
	Actitudinal	Proceso de modificación	Curiosidad Respeto Flexibilidad Sensibilidad Paciencia Pensamiento divergente

Por su parte, Campelo Arruda (2003), establece que el proceso de enseñanza – aprendizaje de la ciencia Física, tiene por objetivo “desarrollar integralmente al estudiante en el aspecto de la formación de su actividad cognoscitiva, del desarrollo del pensamiento y de sus conocimientos y habilidades, así como en el aspecto de su personalidad” por lo que además de adquirir conocimiento debe ser capaz de construirlo a través de la capacidad de pensar, establecer relaciones entre sus ideas y contribuir con el desarrollo de sus características individuales.

El autor, toma en cuenta la comprensión, las acciones y las operaciones implícitas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, ya que el estudiante aplica procedimientos propios de la Base Orientadora de la Actividad de Estudio en la que se considera necesario: el conocimiento sobre el objeto de estudio, las condiciones, los modelos de las acciones a ejecutar y el orden de las mismas; por lo que la planificación contiene objetivos, medios de instrucción y condiciones necesarias para la realización de las acciones a través del control de los resultados.

A partir de lo anterior, el autor plantea el modelo de actividad, producto de la acción, donde el estudiante puede construir un sistema de conocimientos y arquetipo de acciones que se realizan durante una actividad, con un orden de realización de sus componentes, referente a:

- a) La orientación, el alumno posee una idea de lo que va hacer por medio de la información recibida durante el estudio del fenómeno; se debe evitar el ensayo y error,
- b) La ejecución, el alumno desarrolla orientaciones para obtener los objetivos establecidos inicialmente, el proceso de construcción de un nuevo material se realiza en la recepción y comprensión de los conocimientos, lo cual es la primera etapa para la enseñanza en el proceso de enseñanza y aprendizaje,
- c) El control, valorar todo el proceso de enseñanza y aprendizaje para comparar los resultados logrados con las orientaciones, relación entre alcance y lo planteado inicialmente.

Asimismo, el autor establece presupuestos y principios que fundamentan el modelo didáctico necesario para hacer la enseñanza de la Física más efectiva y motivadora, como se describen a continuación:

- a) Presupuestos teórico-metodológicos: establecer la estructura cognoscitiva de los estudiantes como punto de partida de la construcción del conocimiento científico, efectuar la actividad de enseñanza y aprendizaje basada en el método científico y conducir a los estudiantes a una actividad típica de investigación científica. También como trabajo colectivo y dirigido a los estudiantes, garantizar en los estudiantes la condición de sujeto activo de su propio aprendizaje asignándole significado y motivación y, realizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física de acuerdo al grupo de actividades que el estudiante (mediado) es capaz de realizar con la ayuda, colaboración y la orientación del profesor (mediador).
- b) El modelo didáctico tiene como eje los siguientes principios:
 - b.1) Concepción sistémica estructural-funcional de organización de los contenidos de Física: la enseñanza de esta área debe desarrollarse de lo general a lo particular.
 - b.2) Enfoque de los conceptos físicos: deben ser adquiridos por los estudiantes por medio del análisis de las fuentes materiales y los objetos en concretos, indispensables para el aprendizaje. Para la comprensión del concepto físico se requiere del conocimiento de su estructura y de su funcionamiento para realizar relaciones recíprocas entre el modelo físico,

el plan fenomenológico de la descripción de la realidad y el aparato matemático formal de la teoría.

b.3) Enseñanza basada en el método científico: a través del camino inductivo y deductivo, se inicia con un experimento para inducir la ley general. Luego se pasa a la deducción para hacer presuposiciones teóricas inducidas, de lo general a lo particular por medio de un desarrollo teórico-matemático y en consecuencia se obtiene la teoría.

Por otra parte, Cruz Ardila y Espinosa Arroyave (2012) establecen que la didáctica de la Física, está relacionada con las características propias del desarrollo de la enseñanza y del aprendizaje, cuyo fin es orientar los procesos de pensamiento que conlleva la asimilación del conocimiento y profundizar tanto en los conocimientos del profesor y la forma de impartirlos como en los procesos de apropiación del estudiante.

En este sentido Mayer (1992, citado por Mayer, 2002) establece que la educación en ciencias tiene un cambio del aprendizaje tradicional basado en la acumulación de más y más conceptos a otra denominada teoría del cambio conceptual, que implica un aprendizaje en el momento en que el modelo mental (o concepción inicial) es reemplazado por uno nuevo, esta modificación conceptual se lleva a cabo en tres pasos:

- a) Reconocimiento de una anomalía: reconocimiento que el modelo mental actual es inadecuado para explicar hechos observables, por lo que se revisa en los estudiantes de Física sus intuiciones y concepciones en el área. La ciencia tiene por objetivo, bajo este contexto, describir tanto el mundo natural como las relaciones entre las variables que se convierten en leyes.

- b) Construcción del modelo nuevo: construcción de un modelo mental adecuado capaz de explicar los hechos observables. En este caso la ciencia reestructura su objetivo a explicar el universo natural y los mecanismos fundamentales de las leyes descriptivas.
- c) Uso del nuevo modelo: al enfrentar un problema, utilizar el nuevo modelo para obtener su solución.

En consecuencia el autor establece cuatro tipos de conocimientos involucrados en el dominio de la Física, los cuales son:

- a) Conocimientos de hechos: se refiere a los conocimientos básicos de Física que contiene inmersa sus respectivas leyes.
- b) Conocimiento semántico: conocimiento de los conceptos que subrayan las variables que forman parte de las leyes Físicas.
- c) Conocimiento esquemático: conocimiento de los tipos de problemas, identificar los diferentes términos físicos inmersos en el problema.
- d) Conocimiento estratégico: conocimiento de los distintos planes para la resolución de un problema.

Es importante destacar que para avanzar en cada tipo de conocimiento es necesario que se consolide el anterior para dominar el siguiente y lograr efectivamente el aprendizaje.

En este punto Mayer (2012) introduce la diferencia entre novatos y expertos entre los tipos de conocimientos, según la tabla 11:

Tabla 11.
Diferencias entre los novatos y expertos en Física propuesto por Mayer (1992, citado por Mayer, 2002).

Tipo De Conocimiento	Novatos	Expertos
De hechos	Pequeñas unidades funcionales de conocimiento.	Pequeñas unidades funcionales de conocimiento.
Semántico	Representaciones simples.	Representaciones basadas en la Física.
Esquemático	Clasificaciones realizadas en las similitudes superfluas.	Clasificaciones realizadas en similitudes estructurales.
Estratégico	Desarrollo desde lo desconocido al planteamiento. Trabajo hacia atrás.	Desarrollo desde lo conocido a lo desconocido. Trabajo hacia adelante.

En cuanto a las características de los problemas de Física, si se desea clasificar en el marco de los distintos autores (Espíndola Castro, 2005; Martínez Guillén, 2012; Perales Palacios, 1993 y Blanco, 1993) presentados en el capítulo I, se distingue en la tabla 12:

Tabla 12.
Ubicación de los problemas de Física en la clasificación de problemas

Clasificación	Tipo	Descripción
Según la estrategia de resolución (Espíndola Castro, 2005)	Problema de razonamiento	Por utilizar la lógica en su desarrollo y poseer operaciones con orden. Se establecen conexiones, coherencia, conclusiones.
Según el número de respuestas (Espíndola Castro, 2005)	Problema convergente	Sólo existe una única solución para las condiciones establecidas que permanece a lo largo del tiempo.
Según el origen del problema (Espíndola Castro, 2005)	Problema	Se realizan planteamientos como interrogantes.
Según su estructura (Martínez Guillén, 2012)	Bien Estructurado	Dado un buen planteamiento se puede conocer el punto de partida, la forma de resolverlo y el punto de llegada.

Tabla 12. (continuación)

Clasificación	Tipo	Descripción
Campo de conocimiento implicado (Perales Palacios, 1993)	Campo científico	En el caso del campo científico, los problemas de Física son problemas semánticamente ricos por su contraposición a otros tipos de problemas y se centran en las estrategias de resolución.
Tipo de Tarea (Perales Palacios, 1993)	Cualitativos y cuantitativos	Implica resolución que puede ser expresada en forma verbal o escrita con interpretaciones científicas de fenómenos reales o también resolución que exija cálculos numéricos. La tarea de tipo cuantitativa es predominante en los problemas de Física.
Naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución de problemas (Perales Palacios, 1993)	Abiertos o cerrados	Si las tareas tienen la información precisa se resuelven directamente con un algoritmo, son cerrados pero si la tarea implica varias etapas su resolución dependerá del pensamiento productivo, son abiertos. Los cerrados predominan en los problemas de Física.
Desde el punto de vista matemático (Blanco, 1993)	Problemas sobre situaciones reales	Actividades cercanas a situaciones reales que requieran el uso de habilidades, conceptos y procesos Matemáticos.

Por otra parte, Clocchiatti (1998) establece que los problemas de Física deben caracterizarse por ser:

- a) Modelados o representados pictóricamente o esquemáticamente lo que permite ser descritos por un dibujo, el cual sugiere la mayoría de las veces la solución del problema.
- b) Contener principios unificadores que se expresen matemáticamente y se apliquen a situaciones físicas.

Aunado a lo anterior, López Rupérez (1991) hace referencia que la resolución de problemas de Física es un componente central del trabajo científico, la

producción de conocimiento y el desarrollo de la ciencia es el resultado de plantearse adecuadamente problemas que permitan encontrar consecuentemente las respuestas oportunas que incluya la forma de enfrentarse con el mundo.

También el autor plantea que es necesario para la resolución de problemas de Física el conjunto de reglas, principios y conocimientos que dan explicación a fenómenos físicos denominado teoría, producto de la observación, experiencia y razonamiento lógico organizado, formalizado y coherente, lo cual no lo elabora el estudiante pero si debe construir o reconstruir el significado y el de los elementos que lo componen para poder desenvolverse con soltura dentro de la red de conceptos y operaciones que lo integran.

En cuanto a las estrategias para la resolución de problemas, Torres Montealbán (2015) expresa que se pueden crear una diversidad de ellas ya que depende del momento histórico al que se hace referencia y de las teorías del aprendizaje, aunque no existe una receta para la resolución de problemas ni una teoría general de la educación ni de la cognición que den respuestas a los distintos pensamientos. Cabe aclarar que, para este autor, las teorías del aprendizaje dan un orden para ayudar a los estudiantes más no se pueden aplicar a todos los contextos, el desarrollo cognitivo o psicológico es diferente en términos de edades, poseen distintas experiencias y no siempre el resolver un problema es de su interés por lo que son diferentes las motivaciones.

Por lo anterior el autor establece que lograr la comprensión de la solución de problemas implica un poco de arte y de método, ya que requiere reflexionar sobre el qué, el cómo y el para qué aprender a resolver problemas; que lleve de lo memorístico al pensamiento crítico, de la asociación a la comprensión y de

situaciones problemáticas del salón de clases a la vida cotidiana por lo que las propuestas sobre resolución de problemas desarrollan etapas o pasos durante su proceso, giran en torno a la construcción del conocimiento del estudiante y a la comprensión de su realidad para alcanzar metas que dependerán del enfoque de la psicología cognitiva o de los paradigmas.

Un componente a destacar es la actividad metacognitiva, la cual es importante en la resolución de problemas de Física. La metacognición concebido como: un producto (el saber qué), se vincula con el conocimiento que se tiene sobre el propio funcionamiento cognitivo y proceso (el saber cómo), conocimiento de los procedimientos de supervisión y regulación que se implementan sobre la actividad cognitiva al enfrentar una tarea. La actividad cognitiva se refiere a la capacidad que poseen los sujetos de planificar las estrategias a utilizar en cada situación, aplicarlas, controlar el proceso, evaluarlo e inclusive modificarlo de ser necesario (Santillana, 2011).

Los problemas de Física se pueden definir cuándo se conoce la solución con el uso de las operaciones Matemáticas, en este caso son de tipo bien estructurados por tener esquemas bien relacionados del problema que da origen al significado y en consecuencia provoca asimilación en la estructura cognitiva, donde el estudiante relaciona las nuevas informaciones con sus esquemas de conocimiento previo, es decir la resolución de problemas es un tipo de aprendizaje significativo, cuyas habilidades implícitas están relacionadas con ciertas estructuras mentales tales como: codificar, comparar, localizar, almacenar, revisar, entre otras mediante un desarrollo pragmático o constructivista (Torres Montealbán, 2015).

Procedimiento para la resolución de problemas en Física

Documentación del Procedimiento para la Resolución de Problemas en Física

A continuación se presentan basamentos teóricos para establecer los pasos que se seguirán en la resolución de problemas en la asignatura de Física de acuerdo a la postura del autor, los cuales son:

1. Pasos principales para el proceso de resolución de problemas en Física según Manzur Guzmán (2005)

Manzur Guzmán (2005) estipula que el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas de Física inicia con la comprensión de la solución teórica estableciéndolo como primer paso en la resolución integral, luego considera como segundo paso el diseño de un experimento en forma cualitativa o cuantitativa o construcción de simulaciones de su comportamiento a través del uso de la computadora o respuesta ante distintas situaciones y finalmente el tercer paso, interpretación de lo anterior.

El autor indica que al finalizar un curso de Física se espera que el estudiante sea capaz de aplicar los conceptos físicos y las herramientas Matemáticas, interpretar la solución y utilizar la misma para predecir resultados, calcular el efecto producido en el resultado al variar algunos parámetros y que sea capaz de generalizar las condiciones del problema para incluir otros efectos en el resultado. En el caso que el estudiante obtiene la solución teórica, conoce la parte del proceso donde se introducen las aproximaciones o idealizaciones que permite lograr una solución sencilla y en consecuencia conoce los alcances y limitaciones de dicha solución en las posibles aplicaciones; significa que elaboró un diseño de experimento, lo realizó o simuló y lo interpretó.

Por lo anterior, el autor basándose en la comprensión y uso de habilidades para resolver problemas, plantea tres pasos principales que estructura básicamente el proceso de resolución, con la premisa que el enunciado está planteado con toda la información necesaria, los cuales son:

- a) Planteamiento y análisis cualitativo, comprende leer el enunciado del problema cuidadosamente, poner atención en los siguientes aspectos:
 - a.1) Análisis del enunciado: comprender del significado preciso de cada una de las palabras que conforman el enunciado.
 - a.2) Representación esquemática: realizar un dibujo o trazar un croquis con las anotaciones pertinentes.
 - a.3) Información: identificar en el enunciado la información conocida y la que se busca conocidos como datos. Existen datos en forma numérica con su correspondiente unidad que expresa la cantidad física, otros datos son aparecen en forma genérica sin unidades y se debe identificar la cantidad física. También se debe considerar el carácter escalar o vectorial de cada cantidad física.
 - a.6) Símbolos: representar mediante símbolos algebraicos adecuados cada una de las cantidades físicas que intervienen.
 - a.7) Análisis conceptual: identificar los conceptos, variables o cantidades físicas que intervienen en el enunciado, incluye las relaciones entre ellos o las leyes físicas que las conectan.
 - a.8) Análisis cualitativo: hacer una estimación de la solución con el uso de la pregunta o la información buscada, es decir predecir cualitativamente el resultado con argumentos físicos.

- b) Análisis Matemático, uso de las Matemáticas como herramienta para la resolución de manera cuantitativa, cuyos aspectos a considerar son:
- b.1) Unidades: expresar la información en forma numérica con su correspondiente unidad y asegurar que este en el mismo sistema.
 - b.2) Marco de referencia: establecer un marco de referencia o sistema de coordenadas adecuado, generalmente los valores positivos se eligen en la dirección del movimiento.
 - b.3) Ecuaciones: representar mediante relaciones Matemáticas las relaciones físicas llamadas ecuaciones, comprobar que las cantidades conocidas y desconocidas estén en la ecuación; con ello se comprueba la congruencia dimensional de cada término de las ecuaciones.
 - b.4) Método: analizar el problema Matemático a través de la identificación del tipo de variables y de operaciones.
 - b.5) Gráfica: representar el problema Matemático con el uso de una gráfica.
- c) Interpretación física de la solución, parte que culmina el proceso que comprende el análisis e interpretación del resultado, los cuales se describen a continuación:
- c.1) Solución algebraica, resolver el problema primero algebraicamente y después en forma numérica, para lo cual se debe realizar las siguientes actividades: verificar la congruencia dimensional en cada uno de los resultados tanto los intermedios como en el final, representar gráficamente la solución encontrada, comparar la solución con la estimación hecha en el análisis cualitativo y analizar todo el proceso de solución con los efectos

más importantes, los datos que podrían variarse sin afectar radicalmente el resultado y la posibilidad de obtener de otra manera la solución.

c.2) Casos particulares y casos límite: con la solución algebraica se analizan los casos particulares es decir se obtienen con valores numéricos particulares de algunas cantidades y los casos límites se obtienen con valores extremos de algunas cantidades. De esta forma se busca que la solución encontrada se reduzca un problema más sencillo, en caso contrario se debe revisar el proceso desde el principio.

c.3) Extensión del problema: modificar el enunciado del problema para su ampliación con el fin de plantearlo en forma general. También decidir la modificación de la solución encontrada para que sirva de solución del nuevo problema o establecer la modificación del planteamiento.

c.4) Aplicaciones: considerar la solución encontrada como una solución adecuada o que la resolución de problema sirva como modelo para explicar una situación física más complicada.

En los pasos principales propuestos para el proceso de resolución de problemas en Física por Manzur Guzmán (2005) destaca la comprensión de la solución teórica, diseño de un experimento y la interpretación. Además describe la competencia que debe alcanzar el estudiante con una formación integral basada en los tres elementos mencionados, estructurado en tres pasos para la resolución de un problema en Física que a su vez se subdividen, en total diecisiete pasos, considera tanto el análisis cualitativo como el cuantitativo para su valoración de tal manera que pueda modificar si es necesario, predecir, comparar en función de los resultados obtenidos.

2. Modelo de resolución de problemas como investigación de Gil y Martínez Torregrosa (1983)

Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez, Martínez Torregrosa y Senent Pérez, 1988) suponen un modelo que orienta a los estudiantes a resolver problemas sin datos conocidos denominado “resolución de problemas como investigación”, como se describe a continuación:

- a) Inicio con un estudio cualitativo de la situación para definir de manera precisa el problema, en las que se explican las condiciones del mismo, imaginación de la situación física, toma de decisiones, explicación de lo que se determina. Este paso lo realizan generalmente los expertos ya que los estudiantes tienden a operar con datos e incógnitas directamente.
- b) Emisión de una hipótesis basada en los factores que depende la medida buscada y sus dependencias, con la utilización de casos límites de fácil interpretación física.
- c) Elaboración y explicación de posibles estrategias de resolución antes de ejecutarla para evitar el ensayo y error con el fin de buscar distintas vías para contrastar los resultados obtenidos y mostrar coherencia con el cuerpo de conocimientos que se dispone para favorecer el pensamiento divergente y la creatividad.
- d) Realización de la resolución con la verbalización de lo que se hace e intentar evadir operativismos carentes de significación Física.
- e) Análisis de los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas e inclusive los casos límites considerados.

Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) se enfocan a un modelo cuyo análisis es meramente cualitativo por no considerar los valores numéricos, a diferencia del Manzur Guzmán (2005), que posee análisis tanto cualitativo como cuantitativo, sin embargo distingue entre el novato y experto sus cinco pasos propuestos. El experto tiene mayor posibilidad de éxito. Aunque en las dos propuestas se promueve la toma de decisiones bajo el pensamiento crítico, la predicción, la comunicación efectiva, conocimiento de conceptos, leyes, teorías, términos, pensar en pensar y creatividad, el modelo de resolución de problemas de Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) no posee la experimentación.

3. Receta para la resolución de problemas en Física según Clocchiatti

Clocchiatti (1998) plantea un proceso que lo denomina “receta” que permite encarar los problemas de Física y reconocer la existencia de opciones para su resolución, por ello propone los siguientes elementos:

- a) Lectura del problema: leer el capítulo o sección del libro al cual pertenece para luego buscar el significado de los términos que se desconocen.
- b) Dibujo del problema: debe incluir lo siguiente
 - b.1) Título que identifique la cantidad o incógnita que se tiene.
 - b.2) Títulos que identifiquen los parámetros o variables que son datos.
 - b.3) Reconocimiento de una incógnita que se debe obtener antes de la incógnita final.
 - b.4) Expresión de las unidades de medida de todas las cantidades que se usan en el problema.

- c) Ubicación del principio general que relaciona los distintos parámetros y variables del problema con las incógnitas a encontrar. El dibujo sugiere las técnicas y fórmulas a aplicar, pudiera ser necesario una segunda figura pero esta puede ser un gráfico o diagrama de vectores.
- d) Cálculo de la solución: método formal o algebraico a través de la realización de todos los pasos sin reemplazar las variables ni los parámetros.
- e) Repetición del cálculo: uso de los valores numéricos desde el principio.
- f) Crítica de la solución y evaluar si tiene sentido: comparación de la solución con la de otros problemas similares, ejemplos en el texto o notas de clase.
- g) Control de las unidades del resultado: luego de combinar todas las variables, parámetro y constantes de las ecuaciones para verificar si es la esperada.
- h) Repetición de la solución: realizándola en forma más rápida.

Esta “receta” está estructurada en ocho pasos a diferencia de Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) que son cinco y Manzur Guzmán (2005) son diecisiete. Clocchiatti (1998) se enfoca en el lenguaje y análisis cuantitativo al igual que Manzur Guzmán (2005) a diferencia de Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) que es lenguaje y análisis cualitativo. Sin embargo Clocchiatti (1998) hace hincapié en el dibujo de la situación y de ser necesario un diagrama de vectores, el cual orientará las técnicas y las ecuaciones a utilizar en la resolución para identificar en el mismo

las variables conocidas y desconocidas, Manzur Guzmán (2005) solo nombra una gráfica como parte sus pasos solo como una representación.

Comparación de los procedimientos para la resolución de problemas en la asignatura de Física

A continuación se presenta la tabla 13 donde se comparan los procedimientos de Manzur Guzmán (2005), Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) y Clocchiatti (1998), lo cual se especifica a continuación:

Tabla 13:
Elementos considerados para el procedimiento de resolución de problemas en Física

Autor Elemento	Manzur Guzmán (2005)	Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988)	Clocchiatti (1998)
Nombre del procedimiento	Pasos principales para el proceso de resolución de problemas	Modelo de resolución de problemas como investigación	Receta para la resolución de problemas en Física
Número de pasos	Tres	Cinco	Ocho
Basamento	Comprensión y uso de habilidades	Resolución de problemas como investigación	Múltiples opciones selecciona elementos
Lenguaje	Cualitativo o cuantitativo	Cualitativo	Cuantitativo
Paso semejante 1: Análisis de la situación	a)Planteamiento y análisis cualitativo	a)Inicio con un estudio cualitativo	a)Lectura del problema b)Dibujo del problema
Paso semejante 2: Estrategias para la solución	b)Análisis Matemático	b)Emisión de una hipótesis c)Elaboración y explicación de posibles estrategias de resolución	c) Ubicación del principio general que relaciona los distintos parámetros y variables del problema con las incógnitas a encontrar.

Tabla 13. (continuación)

Autor Elemento	Manzur Guzmán (2005)	Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988)	Clocchiatti (1998)
Paso semejante 3: Ejecución de la estrategia para la solución	c) Interpretación física de la solución, parte que culmina el proceso que comprende el análisis e interpretación del resultado: c.1) Solución algebraica, resolver el problema algebraicamente y después en forma numérica	d) Realización de la resolución con la verbalización lo que se hace e intentar evadir operativismos carentes de significación Física.	d) Cálculo de la solución en forma algebraica e) Repetición del cálculo de forma numérica
Paso 4: Evaluación de los resultados	c) Interpretación física de la solución, parte que culmina el proceso que comprende el análisis e interpretación del resultado: c.2) Casos particulares y casos límite, c.3) Extensión del problema	e) Análisis de los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas e inclusive los casos límites considerados.	f) Crítica de la solución y evaluar si tiene sentido g) Control de las unidades del resultado
Paso diferente	c) Interpretación física de la solución, parte que culmina el proceso que comprende el análisis e interpretación del resultado: c.4) Aplicaciones	Ninguno	h) Repetición de la solución: realizándola en forma más rápida

A partir de lo anterior, los elementos más relevantes por cada autor citado para el procedimiento de resolución de problema, son (ver anexo D):

- a) Divido en pasos sistemáticos, empleado por las tres posturas consideradas es decir el 100%.
- b) Lenguaje cualitativo, utilizado por Manzur Guzmán (2005) y Gil y Martínez Torregrosa (1983, por Gil Pérez et al., 1988) representa el 66,67%.
- c) Lenguaje cuantitativo, utilizado por Manzur Guzmán (2005) y Clocchiatti (1998) representa el 66,67%.
- d) Comprensión del problema, empleado por las tres posturas consideradas es decir el 100%.
- e) Determina Estrategias para la búsqueda de la solución, empleado por las tres posturas consideradas es decir el 100%.
- f) Ejecuta estrategias, empleado por las tres posturas consideradas es decir el 100%.
- g) Evalúa los resultados, empleado por las tres posturas consideradas es decir el 100%.
- h) Interpretación física de la solución, utilizado por Manzur Guzmán (2005) representa el 33,33%.
- i) Repetición de la solución en forma rápida, utilizado por Clocchiatti (1998) representa el 33,33%.

En términos terminos generales, los autores Manzur Guzmán (2005), Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) y Clocchiatti (1998) coinciden con criterios considerados para la resolución de

problemas en general de Polyá (1989), Shoenfeld (1985), Willis (1995) y Zenhas et al. (2002), como se describieron anteriormente: división del procedimiento en pasos sistemáticos y las cuatro fases de la estructuración del procedimiento: comprensión del problema, determinación de estrategias para la búsqueda de la solución, ejecución de las estrategias de solución y evaluación los resultados.

En el caso particular de Física está inmersa una fase denominada diagrama o dibujo del problema a partir del cual se ubica cada dato e incógnita con su respectiva cantidad y unidad de medida para los autores Manzur Guzmán (2005) y Clocchiatti (1998) por lo que utilizan las operaciones matemáticas lo que significa que el enunciado del problema tiene un lenguaje cuantitativo en el que se relacionan magnitudes, unidades, cantidades, variables.

También existe la particularidad de Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988) que poseen un lenguaje meramente cualitativo, su razonamiento y resultados se expresan en forma descriptiva por omitir datos, ecuaciones y cálculos.

Ahora bien se distinguen fases entre dos de los autores: interpretación física de la solución de Manzur Guzmán (2005) y repetición de la solución en forma rápida de Clocchiatti (1998).

Experiencias en el proceso de resolución de problemas en Física

1. La resolución de problemas en Física y su representación

Buteler, Gangoso, Brincones Calvo y González Martínez (2001) trabajan sobre la idea que existen estadios en el proceso de solución de problemas y que la representación interna que construye el sujeto (luego de leer el problema) como guía del proceso de solución, en consecuencia estudian la actuación de 189

estudiantes de educación secundaria a los que les asignaban una tarea de solución de problemas.

Los estadios en el proceso de solución son los propuestos por McDermott y Larkin (1978, citado por Buteler et al., 2001), los cuales son:

- a) Lectura del enunciado del problema.
- b) Elaboración de un dibujo de la situación.
- c) Realización de un análisis cualitativo, producto de una representación interna que contiene entidades abstractas del problema: estructura de una red semántica que contiene elementos y las relaciones entre ellos, ya que la misma provee lo siguiente:
 - c.1) Una base a partir de la cual se generan ecuaciones físicas.
 - c.2) Un modelo que puede ser usado para chequear posibles errores.
 - c.3) Una descripción concisa y global del problema que contiene los hechos esenciales.
 - c.4) Realización de inferencias acerca de ciertos hechos y relaciones que no están explícitas en el enunciado del problema.
- d) Generación de ecuaciones Matemáticas.

La muestra está constituida por siete grupos de alumnos correspondientes cursos completos de primero de bachillerato, 16 años de edad, pertenecientes a dos Institutos de Educación Secundaria Estatales de la ciudad de Alcalá de Henares y dos de la localidad de Coslada, Madrid-España.

Se solicitó a los alumnos que luego de leer cada enunciado: a) realizaran un dibujo o esquema que les sugiriera el enunciado del problema; b) pidieran

los datos necesarios para su resolución; y c) opinaran respecto del grado de dificultad en una escala de cuatro valores posibles. El indicador de la representación interna generada por el sujeto luego de leer el enunciado es la representación externa que se le pide realizar y la incorporación de los aspectos funcionales relevantes de su representación interna producto de la lectura del enunciado.

Los enunciados de los problemas fueron modificados respecto de su versión original, a excepción del último problema, en el que omitieron los datos numéricos. La idea es inducir a los alumnos a construir una representación del problema antes de abordar el proceso de resolución.

Sobre la base de los resultados se recalca la diferencia en la actuación de los estudiantes en el problema de contexto cotidiano, donde aparece la representación con un rol más notable, a la hora de planear la resolución, que en el resto de los problemas. Si bien estos problemas favorecen las acciones deseables en los alumnos al intentar resolver un problema se puede utilizar como mediador para provocar cambios semejantes al resolver problemas en el contexto escolar para introducir al alumno en el contexto científico.

2. Resolución de problemas en grupo y los principios didácticos para las competencias en Física.

León Tejeda (2013) pretendió promover el trabajo en grupo a través del aprendizaje compartido así como la participación de cada estudiante en la resolución de problemas en la asignatura de Física I, en la Facultad de Ingeniería de Guajira para mejorar el rendimiento académico.

El autor, León Tejeda (2013), plantea cuatro objetivos en su estudio:

- a) Desarrollar técnicas de resolución de problemas para estudiantes que cursan Física I, basado en el modelo de la Enseñanza Problemática y los principios didácticos para las Competencias en el área de Física del ciclo básico de la facultad de ingeniería de la Universidad de La Guajira.
- b) Identificar las necesidades de los estudiantes que cursan Física I, para adaptar sus contenidos al modelo de la Enseñanza Problemática, fundamentada en las competencias básicas.
- c) Planificar y aplicar el nuevo diseño curricular con el fin de que el estudiante afronte situaciones problemáticas, con seguridad, capacidad propia, confianza y luego presente la solución de manera clara, ordenada y argumentada.
- d) Comparar el nivel de logros de los estudiantes que pertenecen al grupo control con respecto a los del grupo entrenado, para determinar el adelanto o avance en el conocimiento adquirido y en las habilidades y destrezas, al momento de resolver situaciones problemáticas.

La muestra estaba formada por 98 estudiantes distribuidos en dos grupos de 49 estudiantes cada uno: el primero, grupo control siguen el proceso curricular y metodológico convencional y el segundo, grupo experimental siguen estrategias del aprendizaje compartido y enseñanza problemática fundamentada en los principios didácticos para las competencias en Física; se realizó una valoración previa a través de un diagnóstico inicial y finalmente una valoración posterior cuyos resultados reflejan evidente ventaja del grupo experimental con respecto al grupo control con una diferencia significativa observada con los comportamientos de ambos grupos, no declarada por el autor.

La investigación realizada es de tipo explicativa ya que explica fenómenos, acciones y competencias por cada variable de estudio con un diseño cuasiexperimental; se realizó una preprueba-postprueba con un grupo de control, el instrumento aplicado estaba formado por preguntas de respuestas múltiples, abiertas y cerradas, es decir, divergentes y convergentes.

La estrategia contenía actividades basadas en los principios didácticos para las competencias en Física con soluciones tanto individuales como grupales de una serie de situaciones problemáticas y preguntas de control, aplicación y reflexión que se vinculaban con sus intereses, otros campos del saber y con cualquier realidad o experiencia de la vida. Los pasos didácticos necesarios para comprender el lenguaje de la Física en las situaciones de la vida fueron:

- a) Promoción de actividades, de tipo individual y grupal, que requiere de la resolución de problemas en el campo de la Física e inclusive incluya otros campos del saber así como realidad personal o social.
- b) Presentación de Diversidad de Problemas, establece la funcionalidad de los conocimientos en Física para facilitar la transferencia de aprendizaje en el grupo.
- c) Proposición de problemas por parte del estudiante con el objetivo de determinar las condiciones para su resolución, reflexionar con ello los procesos empleados, el análisis y justificación de los resultados, luego comunicarlo en el grupo y finalmente tomar decisiones para la resolución en consenso.
- d) Producción y tratamiento de la información, el estudiante aplicó el conocimiento adquirido en cada tema desarrollado para interpretar y

presentar información con base en las tablas y gráficos para la adquisición de criterios y fundamentos que permita la formulación de propuestas, planteamiento y resolución de problemas.

- e) Valoración de los resultados, a través de la observación directa, los informes escritos tanto de los estudiantes como del profesor y la evaluación como proceso didáctico coherente con los objetivos de aprendizaje propuestos y con la metodología aplicada a la solución de problemas así como los resultados del diagnóstico para realizar la valoración previa y evaluación final para la valoración posterior, cuya aplicación es por igual a ambos grupos, los cuales se presentan en la tabla 14.

Tabla 14.
Resultados promedios del Pretest y Postest de León Tejeda (2013)

	Grupo Control		Grupo Experimental	
	Acertó	No acertó	Acertó	No acertó
Pretest	23,48%	76,42%	20,56%	79,44%
Postest	28,46%	71,54%	69,36%	30,64%

El valor que verifica la diferencia significativa entre los grupos referente al rendimiento académico, asimilación de conocimientos teóricos-prácticos, la actitud positiva hacia la Física y la gratificación de resolver situaciones interpretación, argumentación, promoción problemáticas basándose en la presentación de información por medio de tablas y gráficos; no fue expresado por León Tejeda (2013) sin embargo determinó que se cumplieron los objetivos preestablecidos, al verificar el logro de las competencias en Física por parte de los

estudiantes debido a que interpretaron situaciones, establecieron condiciones, plantearon hipótesis, realizaron producciones y presentaron información de tablas y gráficos en forma individual y en grupo.

La forma en que se realizó, individual y en grupo, permitió comprender y valorar las situaciones de la vida cotidiana en que aparece el lenguaje de la Física para generar confianza, comunicación, participación y justificación de los procesos que se aplican para la resolución de problemas.

3 .Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física

Coleoni y Buteler (2008) realizan un estudio exploratorio con el objetivo de caracterizar algunas estrategias metacognitivas que exhiben estudiantes de un curso introductorio de Física en el nivel universitario al resolver situaciones problemáticas que involucran contenidos de magnetismo para caracterizar en términos de recursos epistémicos metacognitivos asociados a estos .

Es un estudio de caso que se enmarca en una investigación de tipo cualitativa que sirve para comparar los comportamientos de los alumnos en la profundidad de las definiciones de los constructos teóricos y el planteamiento de preguntas, por medio del registro de sus producciones y valoración de los detalles en el proceso de aprendizaje.

Los participantes fueron nueve alumnos voluntarios de un curso introductorio de Física en una carrera de Ciencias Químicas cuyos datos se recolectaron a través de entrevistas semiestructuradas. La forma de recolección de datos (verbalizaciones de los sujetos) presenta dos características:

- a) Los sujetos se entrevistaron en grupos de dos o tres lo cual permite la verbalización acerca de sus procesos de pensamiento.

- b) Los enunciados del problema se presentaron en forma secuencial, sentencia a sentencia para favorecer el tiempo de las verbalizaciones y vincular distintas locuciones de los participantes con partes más específicas del problema. El entrevistador presenta las verbalizaciones de los sujetos referente a lo que pensaban sin emitir opiniones de sus producciones.

Entre los resultados obtenidos se tienen recursos metacognitivos que permiten llevar a cabo actividades de control de la comprensión denominados “conciliación” y “qué pasa si” y comprenden lo siguiente:

- a) Conciliación: recurso de control que tiene características particulares a través del cual los sujetos comparan y establecen si hay coherencia entre las líneas de razonamiento que se generan a partir de conocimientos originados por distintas fuentes: experiencia cotidiana y fuente formal.
- b) Qué pasa si: recurso de control que permite hacer inferencias sobre la base de un razonamiento y contrastarla con la situación para determinar coherencia.

De las entrevistas se obtuvo:

- a) Activación entre los recursos epistémicos de confusión y comprensión: uso de estrategias que posibilitan a los sujetos a activar/desactivar recursos conceptuales y modificar la descripción del sistema físico lo que conduce a activar el recurso de comprensión.
- b) Activación de los recursos metacognitivos conciliación.
- c) No siempre los sujetos ponen en marcha una estrategia metacognitiva esto lo lleva a resultados correctos en términos formales.

En conclusión, este estudio permite observar como los alumnos verbalizan acerca de la resolución de problemas aun sin encontrar la respuesta correcta, sin ser evaluados y que los pares favorecen la verbalización acerca de sus procesos de razonamiento. Argumentar entre ellos y tomar decisiones respecto a los pasos a seguir en la resolución se favorece el reporte de las propias actividades cognitivas.

4. Criterios cuando se elaboran prácticos de problemas en Física

Escudero, González y García (2000) realizan una sistematización del análisis de resolución de problemas en textos de nivel medio con el objeto de proporcionar una base de datos interactiva que se use como herramienta de análisis por los docentes como sustento teórico referente al tema de la dinámica de las traslaciones en una dimensión, específicamente las leyes del movimiento.

Basándose en la “buena enseñanza” y la “enseñanza comprensiva” desde el punto de vista de la fuerza moral con principios morales y epistemológicos para que el estudiante lo conozca, crea o entienda. También amplía los criterios de selección de los problemas de tal manera que contemplen contenido conceptual y esquemas en los que se integre la información que proporciona los enunciados explícita e implícitamente.

La metodología aplicada fue definir categorías de análisis a priori para efectuar una lectura comprensiva y reflexiva de los problemas cuyas temáticas son:

- a) Resolución de problemas (enseñanza y aprendizaje).
- b) Concepciones alternativas.
- c) Discurso de aula.
- d) Construcción del conocimiento.

e) Prerrequisitos en el aprendizaje.

f) Evaluación.

Se analizó el tema de Leyes de Newton en once libros de texto de nivel medio pertenecientes a las bibliotecas de las escuelas afectadas al Proyecto I002 de la UNSJ se consideraron autores extranjeros y nacionales, cuyas primeras ediciones varían entre 1951 y 1995 y se resolvieron y analizaron 339 problemas en total.

Las dimensiones de las categorías para los problemas son:

- a) Nivel de formulación o definición de los enunciados: comprende el lenguaje textual, lenguaje textual con gráficos y gráfico con pregunta.
- b) Lenguaje en el que se expresa la solución: implica
 - b.1) Cualitativo: es descriptivo, sugestivo, aspectos lógicos y extralógicos.
 - b.2) Cuantitativo: caracterizado por relaciones entre magnitudes y concepto
 - b.3) Formal: caracterizado por un modelo o teoría físico-matemática por lo que el estudiante construye representaciones internas coherentes con el conocimiento científico compartido llamado modelización.
- c) Concepciones alternativas: producto de las construcciones que elaboran las personas a partir de sus experiencias, son enunciados que permiten reflexionar y abordar la temática en la resolución de problemas.
- d) Método de resolución: estructurado por gráfico, analítico y verbal.
 - d.1) Gráfico se refiere exclusivamente gráfica.
 - d.2) Analítico: realizado a través de ecuaciones y transformaciones algebraicas.

- d.3) Verbal: trata de inferencias a nivel de proposiciones y el numérico, similar al analítico pero introduce los valores que se sospecha sean solución sin verificar las ecuaciones.
- e) Nivel de transformación:
 - e.1) Problema cerrado: el enunciado propone explícitamente o implícitamente un modelo.
 - e.2) Problema abierto: aquel que admite más de una respuesta.
- f) Contenidos:
 - f.1) Puros, se refiere a tópicos con el grado más elevado de especificidad.
 - f.2) Temáticos, centrado en un único tema o contenido e, integradores, enunciados que involucran Física.
- g) Contexto del enunciado:
 - g.1) Natural: situaciones problemáticas que pertenecen al mundo natural.
 - g.2) Académico: situaciones de orden abstracto (un objeto, un móvil, un objeto de masa m , entre otros).
 - g.3) Tecnológico: situaciones pertenecientes al mundo artificial, involucra dispositivos, procesos, herramientas diseñadas y desarrolladas por el hombre.
- h) Posibilidad de efectuar análisis funcional: prever el sentido de una variable al conocer otras.
- i) Año de edición consultada.
- j) Autores nacionales y extranjeros.
- k) Número de problemas categorizados.

Los datos bibliográficos de los libros analizados son:

- a) Alvarenga, B. y Máximo, A. (1983). Física General. Ed. Harla, 3° edición.
- b) Castiglioni, R.; Perazzo, O. y Rela, A. (1981). Física I. Ed. Troquel, 4° edición.
- c) Fernández, J. y Galloni, E. (1980) Física elemental. Ed. Nigar, 7° edición.
- d) Fernández Serventi. (1982) Física I. Problemas de Física. Ed. Losada, 5° edición.
- e) García Pérez, J. et al. (1994). Física y Química 4. Ciencias de la naturaleza. Mc. Graw-Hill.
- f) Heinemann, A. (1988); Física. Ed. Estrada, Bs.As. .
- g) Hewitt, P. (1995). Física conceptual. Addison-Wesley Iberoamericana, 2° edición.
- h) Maiztegui, A. y Sabato, J. (1988). Física/; Ed. Kapelusz, décimo primera edición.
- i) Stewart, K et al. (1992). La Física en sus aplicaciones. AKAL ediciones.
- j) Tilley, D. y Thumm, W. (1974). Física. Fondo Educativo Interamericano, USA.
- k) Tricarico, H. y Bazo, R. (1992). Física 4. AZ editora, 1 edición.

Entre las tipologías estipuladas para este estudio se encuentra clasificados en la tabla 15:

Tabla 15:

Características de las tipologías propuestas por Escudero et al. (2000)

Tipologías	Descripción	Autor
1	Propuesta de problemas cerrados con lenguaje cualitativo y cuantitativo equilibrado, con resolución analítica y verbal que permite el trabajo de concepciones alternativas.	García et al. (1994) y Alvarenga y Máximo (1983)

Tabla 16. (continuación)

Libro Cate- goría	Tilley- Thumm	Stewart y otros	García y otros	Trucá- rico y Bazo	Alvaren- ga y Máximo	Casti- glioni y otros	Fernán- dez Serventi	Fernán- dez y Galloni	Maizte- gui y Sábato	Hewitt	Heine- mann
Lengu aje	Cuanti forml	Cuali	Cuali cuanti	Cuanti	Cuanti cuali	Cuanti formal	Cuanti	Cuanti	Cuanti	Cuali	Cuanti formal
Con- cepto alterna tivo	No	No	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No
Méto- do de resolu- ción	Analítico	Verbal	Analítico verbal	Analítico	Analítico verbal	Analítico	Analítico	Analítico	Analítico	Verbal	Analítico
Conte- nidos	Puro temático	Puro	Puro	Puro	Puro integra- dor	Integra- dor	Integra- dor	Integra- dor	Integra- dor	Temáti- co puro	Temáti- co puro
Con- texto	Natural	Tecnoló- gico	Natural	Acadé- mico	Acadé- mico Natural	Acadé- mico	Natural	Natural	Acadé- mico	Natural	Natural
Análi- sis funcio- nal	No	No	Algunos	Algunos	Algunos	Algunos	No	No	No	Algunos	No
Edi- ción	1974	1992	1994	1992	1983, 3E	1981, 4E	1982, 5E	1980, 7E	1988, 11E	1995, 2E	1988
Auto- res	Extran- jero	Extran- jero	Extran- jero	Nacional	Extran- jero	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Extran- jero	Nacional
Total	59	17	42	24	80	11	9	9	10	37	44
Tipolo- gía	3	4	1	2	1	3	2	2	2	5	3

Este estudio verifica que existe bibliografía con problemas abiertos lo cual ayuda al docente a iniciarse con ese tipo de actividad ya que la tendencia es hacia los problemas cerrados. El lenguaje hay un predominio cuantitativo sin embargo hay autores que sugieren el cualitativo y formal. También priman los problemas naturales que se presume son para explorar los conocimientos previos del estudiante. El análisis funcional incorpora relaciones entre variables, lo cual es de vital utilidad para la situación problemática.

Comparación de las experiencias relacionadas con el proceso de resolución de problemas en la asignatura de Física

A continuación se presenta la tabla 17 donde se comparan procedimientos que fueron aplicados a grupos de estudiantes para su estudio: la resolución de problemas en Física y su representación de Buteler et al. (2001), resolución de problemas en grupo y los principios didácticos para las competencias en Física de León Tejeda (2013), recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física de Coleoni y Buteler (2008) y Criterios cuando se elaboran prácticos de problemas en Física Escudero et al. (2000), los cuales son:

Tabla 17:
Elementos considerados para el procedimiento de resolución de problemas en Física según la experiencia

Autor Elementos	Buteler et al. (2001)	León Tejeda (2013)	Coleoni y Buteler (2008)	Escudero et al. (2000)
Objetivo	Aportar sobre la idea que existen estadios en el proceso de solución de problemas y que la representación interna que construye el sujeto (luego de leer el problema)	Promover el trabajo en grupo a través del aprendizaje compartido así como la participación de cada estudiante en la resolución de problemas en Física I	Caracterizar algunas estrategias metacognitivas que exhiben estudiantes de un curso introductorio de Física (en el nivel universitario) al resolver situaciones problemáticas que involucran contenidos de magnetismo	Proporcionar una base de datos interactiva que se use como herramienta de análisis de resolución de problemas por los docentes
Aspecto considerados	Consideran la propuesta de McDermott y Larkin (1978, citado por Buteler et al., 2001): a) Lectura del enunciado del problema b) Elaboración de un sketch de la situación.	a) Promoción de actividades, de tipo individual y grupal b) Presentación de Diversidad de Problemas c) Proposición de problemas por parte del estudiante d) Producción y tratamiento de la Información	Verbalización acerca de sus procesos de pensamiento en forma secuencial	a) Resolución de problemas (enseñanza y aprendizaje) b) Concepciones alternativas c) Discurso de aula d) Construcción del conocimiento, e) Prerrequisitos en el aprendizaje

Tabla 17. (continuación)

Autor Elementos	Buteler et al. (2001)	León Tejeda (2013)	Coleoni y Buteler (2008)	Escudero et al. (2000)
Aspecto considerados (continuación)	c) Realización de un análisis cualitativo d) Generación de ecuaciones Matemáticas.	e) Valoración de los resultados.		f)Evaluación
Instrumento	Evaluación con varios enunciados	Diagnóstico inicial y una valoración posterior	Entrevistas grupales	Criterios de selección. Tipologías
Aporte	Importancia de la representación al planear la resolución de problemas	Confianza, comunicación, participación y justificación de los procesos para la resolución de problemas	La verbalización favorece las argumentaciones y toma de decisiones favorecen las actividades cognitivas involucradas en el proceso de resolución de problemas	Criterios para la selección de bibliográficas con problemas resueltos

La experiencia de Buteler et al. (2001) refuerzan el uso de la representación estructurada (diagrama o dibujo) de los enunciados como ayuda a la comprensión y apoyo a la selección del procedimiento para la resolución de problemas que promueve el uso del lenguaje cualitativo, considerado por los autores Manzur Guzmán (2005) y Clocchiatti (1998) mencionados en la documentación del procedimiento.

Cabe destacar que la experiencia de León Tejeda (2013) muy similar a la experiencia de Coleoni y Buteler (2008) hacen hincapié al trabajo o actividad en grupo para la resolución de problemas donde el primero promueve la confianza, comunicación, participación y justificación con el uso de un lenguaje cualitativo y

cuantitativo, y el segundo un lenguaje cualitativo a través de las descripciones que incluya sus procesos de pensamiento.

En el caso de Escudero et al. (2000) estudian una serie de bibliografías que permite tener criterio al momento de seleccionar cual se utilizará de acuerdo al objetivo educativo que se persigue y a la teoría de aprendizaje que se aplique.

Conclusiones

Para la resolución de un problema es necesario estar en pleno uso de los conocimientos y habilidades que permitan reconocer la existencia de una situación imprevista de tal manera que se identifiquen los factores que lo provocan y sus consecuencias para determinar con precisión la necesidad de encontrar su solución.

Antes de plantear la resolución de problemas es importante establecer los elementos que lo definen, en este caso los autores Pérez Porto y Merino (2012), Real Academia Española (2016a), Martínez Guillén (2012), Azinián (2000), Newell y Simón (1970) y Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011), coinciden en dos aspectos: por un lado, términos textuales tales como: situación inicial y situación final, dificultad y tarea y, por otro lado, términos distintos que poseen el mismo significado es decir: situación o circunstancia, forma de llegar de una situación a otra o acciones; en consecuencia poseen una postura similar, a pesar de que Azinián (2000) profundice la definición al incorporar la estructura mental del individuo al hacer referencia la inteligencia.

Por lo anterior, un problema expresa a través de un planteamiento una circunstancia con ciertas características en determinado momento, con un nivel inicial de conocimiento que propicia el pensamiento crítico, desarrolla la capacidad de comprensión, desconoce el procedimiento a seguir de forma inmediata para llegar a una situación final y se diferencia de acuerdo a la ciencia o área en que se desarrolla.

La clasificación de un problema dependerá de los criterios que considere el autor por lo que no hay una disposición general del mismo, en este caso se

consideran indicadores como: estrategia de resolución, número de respuestas, origen, campo de conocimiento implicado, tipo de tarea, naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución y estructura.

En el caso del área de Matemáticas se particulariza la clasificación de problema en: ejercicios de reconocimiento, ejercicios algorítmicos o de repetición, problemas de traducción simple o compleja, problemas de procesos, problemas sobre situaciones reales, problemas de investigación Matemática, problemas de puzzles y historias Matemáticas. La especificación de los mismos dependerá de la información que contenga el planteamiento del problema y en algunos casos del procedimiento que se aplique para la resolución.

Los elementos para definir resolución de problema, tomados en cuenta por los autores Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007), Mayer (2012), Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012), Azinián (2000), Rugarcía Torres et al. (1993) y Schunk (2012, coinciden al establecer la presencia de relación entre conocimientos previos con la situación problemática así como al considerar: proceso mental, sujeto o estudiante y meta, aunque hay autores que incorporan un término en particular, como: Schunk (2012), aprendizaje; Rugarcía Torres et al. (1993), toma de decisiones y Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007), función psicológica.

Según lo antes expuesto, el reconocimiento de un problema es previo a la resolución que involucre un proceso mental complejo con funciones psicológicas que permiten relacionar las situaciones cercanas al estudiante para personalizar con ello los saberes, con la posibilidad de profundizar y ampliar el conocimiento para la toma de decisiones.

Sobre la base de las consideraciones anteriores el problema se ubica en la situación inicial y la resolución del problema es el proceso para alcanzar la situación final a través de un método, en consecuencia un sujeto almacena, elabora y traduce información que se incorpora como una información nueva o profundiza conocimientos adquiridos en su mente, que utiliza el pensamiento crítico para lograrlo y luego asume una postura que le permite la toma de decisiones de forma efectiva.

Al resolver un problema se hace necesario establecer una planificación, que favorezca el orden, un sistema estructurado que se ejecute para llegar a la situación final y se solventa el imprevisto, que a pesar de no existir una forma única hay elementos relevantes que son necesarios conocer y ponerlos en práctica para adquirir la competencia de resolución de problemas cuya forma se puede trasladar a distintos escenarios en la vida por ser un factor determinante en el éxito de enfrentar desafíos .

Para ello se considera importante las formas de resolución de problemas establecidas en: la técnica de Polya (1989), las dimensiones de Schoenfeld (1985), las normas generales para la resolución de problemas según Willis (1995) y las seis grandes habilidades de Zenhas et al. (2002) que poseen elementos relevantes de criterio similar a pesar de tener diferencias en la cantidad de pasos, se agrupo en cuatro fases generales: comprensión del problema, determinación de estrategias para la búsqueda de la solución, ejecución de estrategias y evaluación de los resultados que promueve el desarrollo del pensamiento crítico y permite hacer ajustes en cualquier fase, de ser necesario, por medio de la toma de decisiones.

Las experiencias de Surif (2012) y Huang (2015) hacen hincapié en el procedimiento de resolución de problemas en los siguientes factores: el nivel de conocimiento conceptual y conocimiento procedimental, razonamiento intuitivo y visual, enfoque lógico y atención al detalle, el lenguaje cualitativo y cuantitativo y la relación con situaciones reales, lo cual fomenta la comprensión de la situación con descripciones coherentes que permiten determinar el nivel de conocimiento conceptual y posteriormente relacionarlo con el experimental para cuantificarlo.

En el área de Física, la formación se adecua a las características de la disciplina para promover la reflexión en el estudiante sobre el mundo que lo rodea en cuanto a espacio, materia, tiempo, energía y sus interacciones, cuyo proceso de formación se debe estructurar en las dimensiones: teórica, procedimental y actitudinal como base para el pensamiento científico.

Los problemas de Física con un lenguaje cuantitativo se asocian o asemejan a los problemas de Matemáticas de allí que al momento de clasificarla se adecuara más a los criterios de Espíndola Castro (2005) y Martínez Guillén (2012), de igual forma se identificó su ubicación en los criterios del resto de los autores considerados, para hacer hincapié que respecto a la naturaleza del enunciado y las características del proceso de resolución de problemas se adecua al lenguaje cualitativo.

Con respecto a los procedimientos de resolución de problemas de Física considerados, estos son similares a los procedimientos de resolución en otras disciplinas por lo que estos últimos pueden ser aplicados en el área de Física por girar en torno a cuatro fases comunes: comprensión del problema, determinación de estrategias para la búsqueda de la solución, ejecución de las estrategias de

solución y evaluación los resultados. Cabe destacar que en la comprensión del problema es necesario conocer el significado de los términos físicos y no físicos ya que estos últimos permiten la comprensión semántica que aportan a las características del contexto que se analiza.

Por otro lado, el lenguaje cualitativo apoya al procedimiento de resolución del problema en Física, porque permite describir e imaginar las condiciones de la situación planteada para darle explicación y sentido a lo que se determina, para emitir una hipótesis que oriente la selección de la estrategia de solución a aplicar, lo que se considera su aplicación en las primeras fases, específicamente en la comprensión del tema e inclusive en la búsqueda de estrategias para la solución según las fases comunes de los autores citados.

Con respecto a los elementos específicos en la resolución de problemas como la interpretación física de la solución se difiere del autor Manzur Guzmán (2005) al aplicarlo al final, se debe interpretar cada dato en cada paso que se usen cantidades con su correspondiente unidad de medida. En la repetición de la solución en forma rápida considerado por Clocchiatti (1998) se coincide con el autor de aplicarlo al final como parte del desarrollo de habilidades y capacidades a través del control del tiempo, una vez obtenido el conocimiento de forma crítica que favorezca la transformación de novato a experto.

Cabe destacar que las experiencias citadas para la resolución de problemas en Física considera el trabajo en equipo, por lo que dentro del procedimiento se debe hacer una distinción entre el trabajo individual y grupal ya que cada uno favorece a distintas competencias al estudiante. Una vez asumida la postura del estudiante producto del aprendizaje procederá a escuchar las opiniones de sus compañeros

que le permite ampliar el conocimiento con los distintos puntos de vista, defender o argumentar su posición, comunicarse efectivamente, hacer modificaciones de ser necesarios para reforzar la confianza y por ende la autoestima.

En el caso de la experiencia de Escudero et al. (2000) brindan herramientas que permiten seleccionar adecuadamente la bibliografía para establecer semejanzas y diferencias entre los criterios establecidos por el autor y, como docente enriquece el proceso formativo de sus actores.

Con base en los elementos que cada autor aportó al proceso de resolución de problemas de Física, se valora cada uno de ellos desde el punto de vista pedagógico, a partir de la premisa de actividades de tipo:

- a) Individuales: para la formación de la actividad cognoscitiva, el desarrollo del pensamiento, conocimientos, habilidades y el aspecto de su personalidad (Campelo Arruda ,2003) así como adquisición de criterios y fundamentos para proponer, plantear y resolver problemas y reflexión de los procesos empleados, análisis y justificación de los resultados (León Tejeda, 2013) y
- b) Grupales: conocimiento de la realidad personal o social, facilidad de transferencia de aprendizaje, comunicación en el grupo y toma de decisiones para la resolución de problemas en consenso (Coleoni y Buteler, 2008 y León Tejeda, 2013).

Por lo anterior, se plantean los siguientes pasos para alcanzar la meta en el proceso de resolución de problemas, estructurado en cuatro partes producto de los cuatro elementos relevantes (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985; Willis, 1995 y Zenhas et al., 2002):

I Parte. Actividad Individual: Comprensión del problema, idea clara del fenómeno físico al cual se hace referencia para identificar la situación actual y la situación deseada (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985; Willis, 1995 y Zenhas et al., 2002)

a) Análisis cualitativo del planteamiento: uso del lenguaje verbal o escrito para la identificación de elementos físicos, interpretación científica de fenómenos, explicación de significados, características y proceso de resolución (Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988; Coleoni y Buteler, 2008; Senent Pérez, 1987; Manzur Guzmán 2005 y ajustes del autor de la monografía) estructurado de la siguiente forma:

- a.1) Identificación de cada término físico y no físico que está presente en el enunciado.
- a.2) Comprensión del significado de cada término físico que está presente así como el significado lingüístico de los términos no físicos en el enunciado lo que involucra conocimientos previos.
- a.3) Simbolización de cada término físico mediante representaciones algebraicas.
- a.4) Distinción entre la información que se conoce y la que no se conoce.
- a.5) Representación en un diagrama o dibujo los términos presentes, coinciden con Buteler et al. (2001)
- a.6) Identificación de los tipos de movimientos involucrados.
- a.7) Verificación la relación entre los términos físicos: directa o indirecta.
- a.8) Estimación de la solución a través del uso de los datos conocidos y desconocidos por medio de la predicción cualitativa del resultado con argumentos físicos.

b) Análisis cuantitativo del planteamiento: uso del lenguaje numérico y realización de cálculos relacionado con magnitudes, unidades, cantidades y variables (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985; Willis, 1995; Zenhas et al., 2002; Castro, 2005; Martínez Guillén, 2012; Willis, 1995; Coleoni y Buteler, 2008; Escudero et al., 2000; Surif, 2012; Huang, 2015; Hiremath, 2015; Manzur Guzmán 2005; Clocchiatti, 1998 y ajustes del autor de la monografía) dividido en:

- b.1) Atención al enunciado exacto del problema para identificar los datos numéricos
- b.2) Interpretación de las cantidades y unidades
- b.3) Verificación de correspondencia entre el término y su significado de acuerdo al análisis cualitativo

II Parte. Actividad Individual: Determinación de estrategias para la búsqueda de la solución, implica el conjunto de acciones que permitirá lograr la meta (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985, Willis, 1995 y Zenhas et al., 2002).

- a) De acuerdo al análisis cualitativo en su último paso (a.8) utilización de las Matemáticas para expresar las relaciones entre las variables que representan términos físicos datos conocidos y desconocidos, es decir planteamiento de ecuaciones e interpretación de cada una de ellas.
- b) Análisis de las operaciones que intervienen en las ecuaciones Matemáticas.

III Parte. Actividad Individual. Ejecución de las estrategias de solución, llevar a cabo las estrategias planteadas en la parte II para la búsqueda de la solución (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985, Willis, 1995 y Zenhas et al., 2002)

- a) Ejecución de las operaciones que intervienen en las ecuaciones Matemáticas, es decir despejar

- b) Sustitución de las cantidades con su correspondiente unidad en la ecuación producto del despeje.
- c) Obtención del resultado con la aplicación de las operaciones Matemáticas respectivas y simplificación de las unidades.

IV Parte. Actividad Grupal. Evaluación los resultados, comprende la valoración de la solución y la comprensión del proceso de resolución por cada miembro del equipo, para luego interactuar con los demás donde se respete cada opinión, se prediga el comportamiento y se argumente para una respuesta apropiada (Polyá, 1989; Shoenfeld, 1985; Willis, 1995 y Zenhas et al., 2002).

- a) Interpretación física de la solución (Manzur Guzmán, 2005)
- b) Repetición de la solución en forma rápida (Clocchiatti, 1998)
- c) Revisión de la respuesta (Willis, 1995)
- d) Elaboración de un ejercicio alternativo en que las variables matemáticas y físicas se repitan que se adecuen a situaciones cotidianas y significativas para el estudiante.

Finalmente, este procedimiento se recomienda aplicarlo a estudiantes con conocimientos orientados hacia el área de la Ciencia es decir quienes cursen Educación Media General y Diversificada específicamente en tercer año, cuarto año y quinto año por ser estos momentos los primeros encuentros con la asignatura de Física con distintas temáticas ya que en ese nivel se forma el marco de referencia general para ubicar las teorías físicas: principios, modelos, leyes y conceptos así como sus relaciones lo que permite comprender los contenidos particulares y la realidad que lo rodea, de manera que tenga un aprendizaje significativo, y conlleve a:

1. Estudiar la forma en que los estudiantes logran las metas, los procedimientos que aplica y su concientización como base para la planificación escolar.
2. A partir de lo anterior, aplicar estrategias que contengan el procedimiento propuesto para incrementar los niveles de desempeño en el estudiante por permitir :
 - 2.a) Desarrollo de estructuras cognoscitivas más elaboradas y complejas al existir interacción entre las estructuras y procesos cognitivos, lo cual influye en la forma de interpretar, recordar y razonar.
 - 2.b) Reestructuración de la memoria, ligado al anterior, por permitir identificar y cuestionar los pensamientos para hacer un nuevo orden de la información almacenada.
 - 2.c) Desarrollo de habilidades metacognitivas, al conocer, usar, controlar y evaluar los procesos y estrategias para lograr el aprendizaje por medio de la observación, descripción, comparación, relación, ordenamiento y síntesis.
 - 2.d) Trabajo en forma tanto individual como grupal, el primero facilita la atención y formación cognitiva en forma personalizada y el segundo provee la comunicación del conocimiento adquirido para consolidarlo si es necesario y formar las habilidades respectivas para realizarlo.
 - 2.e) Redimensión del proceso de enseñanza y aprendizaje con el uso de una didáctica innovadora, reflexiva, significativa y motivadora
 - 2.f) Toma de decisiones adecuadas basadas en el análisis de las medidas y riesgos de las dificultades que se presenten.

- 2.g) Transferencia a otros contextos de la vida del estudiante del logro de metas al conocer y aplicar formas de resolución de problemas.
- 2.h) Refortalecimiento de la autoestima al lograr las metas.
- 3. Capacitar y actualizar a los docentes a través de programas, cursos o talleres que se orienten en estrategias de enseñanza y aprendizaje que mejoren la praxis pedagógica adaptada a las transformaciones que se presentan en la sociedad para la resolución de problemas.

Referencias

- Azinián, H. (2000). *Resolución de problemas matemáticos: Visualización y manipulación con computadora*. Argentina: Ediciones Novedades Educativas.
- Blanco, L. J. (1993). Una clasificación de problemas matemáticos. *Epsilon*(25), 49-60.
- Buteler, L., Gangoso, Z., Brincones Calvo, I., & González Martínez, M. (2001). La resolución de problemas en Física y su representación. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 285-295.
- Campelo Arruda, J. (2003). Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*(86), 86-104.
- Cantón Hernández, J. (2014). *Atención y apoyo psicosocial*. Madrid: Editorial Editex S.A.
- Clocchiatti, A. (1998). *Resolución de Problemas en Física*. Recuperado el 01 de Febrero de 2017, de <http://www.astro.puc.cl/~aclocchi/como/node6.html>
- Coleoni, E., & Buteler, L. (2008). Metacognitive resources during the solving process of a physics problem. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 371-383.
- Cruz Ardila, J., & Espinosa Arroyave, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en Física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*(35), 105-127.
- Ertmer, P., & Newby, T. (1993). *Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo: Una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de Instrucción*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2016, de Performance Improvement Quarterly: <https://www.galileo.edu/faced/files/2011/05/1.-ConductismoCognositivismo-y-Constructivismo.pdf>
- Escudero, C., González, S. B., & García, M. I. (2000). ¿Se tiene en cuenta algún criterio cuando se elaboran prácticos de problemas en Física? *Enseñanza de la Física*, 5-12.
- Espíndola Castro, J. L. (2005). *Análisis de problemas y toma de decisiones* (Tercera ed.). México: Pearson Educación.
- Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J., & Senent Pérez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.

- Hiremath, C. (2015). Let Your Success be BIIG: A New Paradigm for Problem-Solving in Science. *International Journal of Physics*, 3(3), 113-119.
- Huang, C. (2015). Mathematical Problem Solving and Use of Intuition and Visualization by Engineering Students. *American Journal of Educational Research*, 12(3), 1484-1488.
- Iriarte Pupo, A., & Sierra Pineda, I. (2011). *Estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos*. Colombia: Fondo editorial Universidad de Córdoba.
- Juidías, J. (2007). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*(342), 257-286.
- León Tejeda, P. (2013). Resolución de problemas en grupo y los principios didácticos para las competencias en Física. *Revista Electrónica Quimera*, 1, 6-9.
- López Rupérez, F. (1991). *Organización del conocimiento y resolución de problemas en Física*. Madrid: C.I.D.E.
- Luria, A. (1984). *Conciencia y Lenguaje* (Segunda ed.). Madrid: Visor Libros.
- Luria, A. (2009). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Lev S. Vygotski. España: Biblioteca de Bolsillo.
- Manzur Guzmán, Á. (2005). *Pasos para la resolución de problemas, Ejemplos de Mecánica elemental*. México: Editores Plaza y Valdes.
- Martínez Guillén, M. (2012). *Análisis y resolución de problemas*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Mayer, R. (2002). *Psicología de la Educación. El aprendizaje en las áreas de conocimiento*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Mayer, R. (2012). *Problem Solving. Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)*. Recuperado el 03 de Octubre de 2015, de <http://www.sciencedirect.com.scihub.club/science/article/pii/>
- Ministerio de Educación. (1987). *Programa de Estudio y Manual del Docente*. Caracas.
- Montealegre, R. (2007). La solución de problemas cognitivos. Una reflexión cognitiva sociocultural. *Avances en psicología latinoamericana*, 25(002), 20-39.

- Newell, A., & Simon, H. (1970). *Human Problem Solving. The State of the theory in 1970*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de [http://www.cog.brown.edu/courses/cg195/pdf_files/fall07/Simon%20and%20Newell%20\(1971\).pdf](http://www.cog.brown.edu/courses/cg195/pdf_files/fall07/Simon%20and%20Newell%20(1971).pdf)
- Oñorbe De Torre, A., & Sánchez Jiménez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. Opiniones de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 165-170.
- Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. (Fundación para el pensamiento crítico) Recuperado el 22 de Diciembre de 2016, de <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 170-178.
- Pérez, Y., & Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundación teóricos y metodológicos. *Revista de Investigación*, 35(73).
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2012). *Definición de problema*. Recuperado el 19 de Agosto de 2016, de <http://definicion.de/problema/>
- Polyá, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Pozo, J. I. (1988). *De las tormentosas relaciones entre forma y contenido en el pensamiento: crónica de un romance anunciado*. Recuperado el 31 de Mayo de 2017, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/66021.pdf>
- Pozo, J. I. (2000). *Concepciones de aprendizaje y cambio educativo. Concepciones y prácticas en el aprendizaje y enseñanza*. Argentina: Ediciones Unidades Educativas.
- Real Academia Española. (2016a). *Problema*. Recuperado el 29 de Agosto de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=UELp1NP>
- Real Academia Española. (2016b). *Intelecto*. Recuperado el 29 de Agosto de 2016, de <http://dle.rae.es/?w=intelecto>
- Rodríguez Palmero, M. L. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo*. Recuperado el 31 de Mayo de 2017, de <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>
- Rugarcía Torres, A., Doria Serrano, M., Hernández Esparza, M., Patiño Olivares, A., Ibáñez Cornejo, J., Bernal Cuevas, R. & Ruiz Treviño, A. (1993). *El*

desarrollo de habilidades para la resolución de problemas en la Ingeniería Química. España: Reverte Ediciones, S.A. de C.V.

- Santillana. (2011). *¿Qué entendemos por METACOGNICIÓN?* Recuperado el 04 de Febrero de 2017, de <http://www.santillana.com.ve/articulos.asp?idarticulo=38>
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press, INC.
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje, una perspectiva educativa* (Sexta Edición ed.). México: Pearson Educacion.
- Sigarreta Almira, J., & Laborde Chacón, J. (2012). *Estrategias para la resolución de problemas como un recurso para la interacción sociocultural*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2016, de <http://www.soarem.org.ar/Documentos/20%20Sigarreta.pdf>
- Silvio , J. (2000). *La Virtualización de la Universidad: ¿Cómo transformar la educación superior con la tecnología?* (Grupo de Investigación Didáctica) Recuperado el 22 de Enero de 2017, de http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/La_virtualizacion_univ.pdf
- Socas, M., Hernández, J., & Palarea, M. (2011). *Dificultades en la resolución de problemas de Matemáticas de estudiantes para profesor de educación primaria y secundaria*. Recuperado el 06 de Marzo de 2017, de <http://funes.uniandes.edu.co/5355/1/Socas2014DificultadesInvestigaciones.pdf>
- Surif, J. (2012). Conceptual and Procedural Knowledge in Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 416-425.
- Torres Montealbán, J. (2015). *La mejor estrategia para la resolución de problemas en Física, es la que te funciona*. (IBERCIENCIA, Editor) Recuperado el 31 de Diciembre de 2016, de <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-mejor-estrategia-para-la>
- Veglia, S. (2007). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo: claves para la reflexión didáctica y la planificación*. Argentina: Ediciones Novedades Educativas.
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2,3), 133-170.

Willis, C. (1995). *Resolución de problemas de química general*. España: Editorial Reverté, S.A.

Zenhas, A., Silva, C., Januario, C., Malafaya, C., & Portugal, I. (2002). *Enseñar a estudiar, aprender a estudiar*. Madrid: Herramientas Narcea.

Anexo A

Elementos relevantes para definir problema y su cuantificación

Elementos relevantes para definir problema y su cuantificación.

Elementos a considerar	Pérez Porto y Merino (2012)	Real Academia Española (2016a)	Martínez Guillén (2012)	Azinián (2000)	Newell y Simón (1970)	Rohn (citado Pérez y Ramírez, 2011)	Elementos relevantes coincidentes (%)
Enigma, tema de debate.	x						16,67
Tarea	x				x		33,33
Circunstancia		x	x	x			50
Planteamiento		x				x	33,33
Método Científicos		x					16,67
Dificultad		x	x				33,33
Situación Inicial			x	x	x		50
Situación final			x	x	x		50
Forma de llegar de una situación a otra - Acciones a tomar			x			x	33,33
Inteligencia				x			16,67
Conocimiento					x		16,67
Relaciones conocidas y desconocidas						x	16,67
Solución					x		16,67
Pregunta						x	16,67
Aplicación general	x	x	x	x			66,67
Orientado hacia las áreas Matemáticas, Física y Química						x	16,67

Anexo B

Elementos relevantes para definir resolución de problemas y su cuantificación

Elementos relevantes para definir resolución de problemas y su cuantificación.

Elementos a considerar	Vygotski, Luria, Leontiev y seguidores (citado por Montealegre, 2007)	Mayer (2012)	Sigarreta Almira y Laborde Chacón (2012)	Azinián (2000)	Rugarcía Torres et. al (1993)	Schunk (2012)	Elementos relevantes coincidentes (%)
Función psicológica	x						16,67
Proceso mental	x	x				x	50
Relaciones	x		x	x	x		66,67
Meta		x				x	33,33
Dirigido		x					16,67
Personal		x		x			33,37
Transformación			x				16,67
Estudiante			x				16,67
Conocimientos previos		x		x	x		50
Personalizado				x			16,67
Toma de decisiones					x		16,67
Aprendizaje						x	16,67

Anexo C

Elementos relevantes del procedimiento para la resolución de problemas y su
cuantificación

Elementos relevantes del procedimiento para la resolución de problemas y su cuantificación.

Elementos a considerar	Polyá (1989)	Shoenfeld (1985)	Willis (1995)	Zenhas et al. (2002)	Elementos relevantes coincidentes (%)
Divido en pasos sistemáticos	x	x	x	x	100
Metacognición	x				25
Consideraciones Matemáticas	x	x	x	x	100
Comprensión del problema	x	x	x	x	100
Determina Estrategias para la búsqueda de la solución	x	x	x	x	100
Ejecuta estrategias	x	x	x	x	100
Evalúa los resultados	x	x	x	x	100
Determina estrategias para la búsqueda de la información				x	25
Revisión de la respuesta			x		25
Considera el inventario de recursos		x			25
Considera circunstancias estereotípicas		x			25

Anexo D

Elementos relevantes del procedimiento para la resolución de problemas en
Física y su cuantificación

Elementos relevantes del procedimiento para la resolución de problemas en Física y su cuantificación

Elementos a considerar	Manzur Guzmán (2005)	Gil y Martínez Torregrosa (1983, citado por Gil Pérez et al., 1988)	Clocchiatti (1998)	Elementos relevantes coincidentes (%)
Divido en pasos sistemáticos	x	x	x	100
Lenguaje cualitativo	x	x		66,67
Lenguaje cuantitativo	x		x	66,67
Comprensión del problema	x	x	x	100
Determina Estrategias para la búsqueda de la solución	x	x	x	100
Ejecuta estrategias	x	x	x	100
Evalúa los resultados	x	x	x	100
Interpretación Física de la solución	x			33,33
Repetición de la solución en forma rápida			x	33,33
