

**EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES PROCEDIMENTALES A PARTIR
DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CONTEXTUALIZADOS SOBRE
ENERGÍA MECÁNICA**

SARA MARCELA GIRALDO COBALEDA

OSCAR DARÍO VALENCIA CORREA

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MEDELLÍN

2010

**EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES PROCEDIMENTALES A PARTIR
DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CONTEXTUALIZADOS SOBRE
ENERGÍA MECÁNICA**

**SARA MARCELA GIRALDO COBALEDA
OSCAR DARÍO VALENCIA CORREA**

**Informe de Práctica para optar el título de
Licenciado en Matemáticas y Física**

Asesora

EDILMA RENTERÍA RODRIGUEZ

**LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MEDELLÍN**

2010

DEDICATORIA

A ti hermano, profesor, compinche, Jairo. Tu ausencia física duele. Tu compromiso vivo con la vida, tu llamado a la “disciplina con amor”, el fervor, y amor con todo lo que hacías, son aliento vital.

A ti Abril, este tiempo, también, era tuyo.

Oscar Darío Valencia Correa

A mi familia, que quiero tanto, y he sentido su apoyo constantemente a pesar de las tribulaciones. En especial a ti mamá, gracias infinitas. Juan Manuel, a ti por cambiar nuestras vidas.

A los recordados ausentes papá y hermano: Román y Juan Diego, porque desde donde estén siempre sentí esa fuerza positiva en mis días de debilidad.

Gracias a todos.

Sara Marcela Giraldo Cobaleda

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
<hr/>	
CAPITULO I. OBJETO DE ESTUDIO	14
1.1 Justificación:.....	14
1.2 Planteamiento del problema:.....	17
1.3.1 Objetivo General:.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos:.....	19
1.3.3 Hipótesis:	20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Modelo de enseñanza aprendizaje de resolución de problemas mediante investigación dirigida:.....	22
2.1.1 Problemas y resolución de problemas.....	22
2.1.2 ¿Qué es un problema?.....	23
2.1.1.2 El papel de la resolución de problemas en el proceso enseñanza-aprendizaje de la ciencia.....	28

2.1.2 Modelos de enseñanza de las ciencias:	30
2.1.3 La resolución de problemas: el desarrollo de habilidades procedimentales:	37
2.1.4 La resolución de problemas mediante investigación dirigida:	44
2.2 El movimiento ciencia tecnología y sociedad (C.T.S.):.....	51
2.2.1 La ciencia y la tecnología impactan los procesos sociales:.....	52
2.2.2 Relación entre ciencia y tecnología:	54
2.2.3 La ciencia y la tecnología como procesos sociales:	55
2.2.4 El movimiento CTS o la concreción de una mirada desde lo social a la ciencia y la tecnología	59
2.3 La resolución de problemas orientada por el movimiento ciencia tecnología y sociedad:.....	65
2.4 La Energía:.....	68
2.4.1 Problemas detectados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de La energía:	71
2.4.2 La energía en la historia de la humanidad:.....	74
2.4.3 La historia de la energía:	76
2.4.4 El concepto de energía:	77
2.4.5 El principio de la conservación de la energía:	79
CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	87
3.1 Ruta del proceso de investigación:.....	87
3.2 La Hipótesis:	89

3.3 Variables:	89
3.3.1 Variable independiente:	89
3.3.2 Variable dependiente:.....	90
3.3.3 Verificación de la hipótesis:.....	90
3.4 Factores:.....	91
3.4.1 Factor comprensión del problema:.....	91
3.4.2 Factor emisión de hipótesis:.....	92
3.4.3 Factor elaboración y ejecución del plan:.....	93
3.4.4 Factor evaluación de resultados:	95
3.5 Población y muestra:	97
3.6 Instrumento:	98
CAPITULO IV. ESTRATEGIA DIDÁCTICA	103
4.1 Articulación de los referentes teóricos en la estrategia didáctica:	104
4.2 Construcción de la unidad didáctica:	108
4.2.1 Identificación de problemas abiertos:	108
4.2.2 Proceso de resolución de problemas:	110
4.3 Actividades de campo:	112
4.3.1 Sesión 1:	112
4.3.2 Sesión 2.	114
4.3.3 Sesión 3.	115

4.3.4 Sesión 4. Generalización y elaboración de hipótesis.	116
4.3.5 Sesión 5. Puesta en común y evaluación de aprendizaje conceptual	116
CAPITULO V. ANALISIS DE DATOS	118
5.1 Datos obtenidos de los grupos control y experimental:	118
5.2 Comparación de datos mediante porcentajes:	122
5.2.1 Factor comprensión del problema:	123
5.2.2 Factor emisión de hipótesis:	125
5.2.3 Factor elaboración y ejecución del plan:	127
5.2.4 Factor evaluación de resultados:	129
5.3 Comparación de medias mediante t-student:	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFÍA	140
ANEXOS	145

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No.1. Índices de discriminación (D) y de dificultad (P) de los reactivos que conforman el test que mide la capacidad para resolver problemas.	101
Tabla No.2. Grupo experimental.....	119
Tabla No.3. Grupo Control	121
Tabla No.4. Correlaciones de muestras relacionadas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla No.5. Prueba de muestras relacionadas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla No.6. Correlaciones de muestras relacionadas.....	132
Tabla No.7. Prueba de muestras relacionadas.....	132

LISTA DE GRAFICOS

Pág.

Gráfico No.1. Comparación porcentual de estudiantes en el factor comprensión del problema y sus indicadores Relación de datos, estado inicial y las inconsistencias 124

Gráfico No.2. Comparación del porcentaje promedio de estudiantes que emiten correctamente hipótesis 126

Gráfico No.3. Comparación del porcentaje del grupo experimental y del grupo control que elaboran un plan lo ejecutan satisfactoriamente..... 129

Gráfico No.4. Comparación del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y del grupo control evalúan el problema satisfactoriamente según el factor evaluación 131

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Prueba desarrollada para verificar aprendizaje conceptual:	146
Anexo 2. Trabajo Final:	149
Anexo 3. Test para medir la capacidad de resolver problemas.....	159
Anexo 4. Test de habilidades procedimentales	181

PRESENTACIÓN

Renovar, innovar, transformar son palabras cotidianas cuando se habla de la enseñanza y en específico de la enseñanza de las ciencias. No hay duda, se requieren cambios en los procesos de enseñanza. Los resultados conseguidos en este proceso no son halagüeños: no hay la mejor respuesta de los y las estudiantes, éstos y éstas están desmotivados, con frecuencia no conectan lo trabajado en la escuela con su mundo y sus necesidades, lo que, a su vez, genera inquietud y cuestionamiento en el profesorado.

Ante ese panorama, se encuentran personas e instituciones, comprometidas con el proceso de enseñanza aprendizaje, que no se han quedado quietas, han investigado desde las diferentes disciplinas y han hecho diferentes propuestas de transformación. Algunas ya recorrieron su camino sin lograr lo deseado, pero, dejando sus enseñanzas, otras siguen buscando el terreno fértil que le permita retoñar nuevos frutos.

Hay consenso de diferentes pensadores del problema educativo sobre la necesidad de una formación integral que articule, al menos, lo siguiente: desde una postura constructivista, facilitar en los y las estudiantes la asimilación y transferencia de conceptos que afectan o intervienen su realidad más cercana. El desarrollo de estrategias de

pensamiento y acción, y el lograr compromisos, como sujetos deseantes, pensantes y críticos, con un mundo justo, equitativo y en armonía con la naturaleza, a partir de cuestionar y hasta transformar las relaciones de poder y el modelo de desarrollo económico, que ha mostrado ser ineficaz e injusto.

En esta variedad, parece que lo que está claro es lo deseado: el qué, los propósitos, los objetivos. Se dice, entre otras, que hay que facilitar el aprendizaje de los contenidos científicos, motivar e incentivar el interés por la ciencia, desarrollar una postura crítica frente a los beneficios y problemas inherentes al desarrollo científico y tecnológico; lo que es un buen punto de partida. En lo que no hay consenso es en el cuándo y el cómo enseñar ciencias; o sea, en cuál es la propuesta pedagógica y la estrategia didáctica adecuada.

No se puede pretender que una propuesta educativa vaya a cambiar el mundo, pero, una propuesta de cambio sin que la incluya es impensable, así como es impensable un proyecto educativo transformador con docentes sin esperanzas, sin utopías realizables, sin sueños y sin el convencimiento de que otro mundo mejor es posible.

Y no es cambiar por cambiar, lo novedoso no es garantía de efectividad, es el cambio que busca construir ese ideal de sociedad que debe estar no solo en quienes dirigen el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino en los sujetos de dicho proceso, los y las estudiantes que deben acercarse a la realidad para transformarla.

La propuesta de enseñanza – aprendizaje de este trabajo es una apuesta a recorrer caminos de cambio. En particular, se centra en la propuesta metodológica Resolución de Problemas (RP), desde la línea de investigación dirigida y además, orientada desde el movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS); relación esta que posibilita trabajar desde problemas contextualizados.

El propósito del proceso de enseñanza en este trabajo está orientado al desarrollo de capacidades para enfrentar y buscar la solución a problemas en general, y en particular a problemas de la física. El preguntarse por lo procedimental no indica que lo actitudinal y lo conceptual se dejen de lado, hacen parte de un todo, pero la investigación busca encontrar evidencias de algo concreto, que es una promesa hecha por la propuesta metodológica RP como se explicita en el marco teórico.

Para cumplir con dichos propósitos hay una ruta de investigación, parte de la construcción del marco teórico que articula resolución de problemas, enfoque CTS e investigación dirigida, el diseño metodológico describe el tipo de investigación, los instrumentos y la población objeto, le sigue el diseño de una estrategia didáctica que desde la resolución de problemas contextualizados trabaja el tema de la energía mecánica la cual se aplica a un grupo experimental. En el proceso se adoptó un instrumento válido y confiable para evaluar la capacidad de los alumnos y alumnas para resolver problemas que se aplicó a un grupo de control y al grupo experimental. La sistematización de los resultados del instrumento aplicado permite el análisis que son el insumo del informe final.

CAPITULO I

OBJETO DE ESTUDIO

1.1 JUSTIFICACIÓN:

Las nuevas realidades políticas, sociales, económicas que se presentan en el país, imponen nuevos retos. Así, la educación debería estar orientada a responder preguntas como: ¿cuáles son las necesidades de formación? y ¿a qué problemáticas sociales, políticas, económicas, culturales, éticas, e individuales a las que debe responder? Para plantearse, en consecuencia, propósitos formativos, cognitivos y académicos, que se materialicen en propuestas de formación integral que tengan como centro la persona, con una visión que combine tanto lo global como lo local, en sintonía con la vida y en armonía con el medio ambiente.

La educación en ciencia también se enfrenta a las tensiones entre los objetivos de la enseñanza y los aprendizajes logrados. En cuanto al aprendizaje se evidencia que la mayoría de los estudiantes no encuentran significado a lo que se les enseña, presentando dificultades para aplicar estrategias de pensamiento formal en otros contextos. Desde el lado del profesorado, de acuerdo con Pozo (2000), se presentan dificultades sobre comprender las concepciones alternativas del estudiante y su pretensión de cambiarlas, igualmente está el reduccionismo y la visión deformada de la ciencia.

En el trabajo de observación hecho en la Institución Educativa Benedikta Zur Niden, los planteamientos anteriores tienen vigencia, esto se manifiesta en la angustia permanente de la profesora oficial de la asignatura porque los estudiantes no logran avances significativos en lo conceptual y lo procedimental. La docente ve muchas limitantes en éstos y éstas para abordar los problemas o ejercicios planteados, dificultades en el despeje de variables en una ecuación, identificar la pregunta que se le está haciendo y los datos que se dan. En el estudiante la situación no es diferente: hay una apatía general, un sentimiento de no entender nada, de ver que la materia es muy difícil, llegan poco motivados, en su imaginario está la idea que van a perder y que necesariamente tendrán que recuperar. Un mensaje directo a la profesora es “para que da una materia tan difícil” (Comentario escuchado a un estudiante de 10-3 dirigiéndose a la profesora cooperadora de la investigación en el descanso.)

En esta fase de observación “activa” al grupo experimental, se evidencia, por ejemplo, que el tiempo es un factor que afecta los desarrollos y lleva a que en una clase, no se aprovechen las riquezas que aporta la discusión sobre el tema sino, que prácticamente el docente entrega las fórmulas y con estas resuelve tres ejercicios de aplicación. El desarrollo de éstos, no invita a una participación activa de los y las estudiantes; no se les invita a salir al tablero, para evitar perder el control del grupo; se hace un gran énfasis en la conversión de medidas. Como resultado, en una evaluación sencilla, en general el o la estudiante no sabe qué camino coger, aunque se tenga la fórmula y ésta no requiera despejar variables.

Las anteriores son características propias de un modelo de enseñanza- aprendizaje basado en la transmisión-recepción de contenidos o tradicional, que aunque en crisis, continúa haciendo carrera en el sistema educativo colombiano.

Pero hay esfuerzos que se centran en propuestas alternativas. Este es un punto común en los diferentes lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998, pp.6-8, 96), donde se cuestiona la imagen y práctica del profesor como transmisor de “verdades” a las nuevas generaciones, y en contraposición invita para que sea el estudiante quien “construya esa verdad desde su propia perspectiva del mundo”.

En esta línea, se propone cambiar la forma de enseñar, pero, subordinada al aprendizaje, cambiar hábitos de estudio y desarrollar habilidades metacognitivas. “Que los estudiantes experimenten situaciones abundantes y variadas, relacionadas entre sí, que se anime a explorar, predecir e incluso cometer errores y corregirlos, de forma que ganen confianza en su propia capacidad para resolver problemas, formular hipótesis, comprobarlas y elaborar argumentos sobre la validez de ésta” (MEN. 1998).

Desde una perspectiva más política, “La pedagogía del oprimido” de Paulo Freire (1964), considera que no se debe tratar a los estudiantes como objetos del proceso de aprendizaje, lo que es propio de una educación bancaria, hay que colocarlos en situaciones tales que les permita abordar sus propios problemas y desarrollar nuevas formas conceptuales de ver el mundo, a partir de la idea de que todo hombre puede tomar

conciencia de sus propios conceptos acerca de la realidad y analizar sus pensamientos sobre esa realidad.

Desde esa idea, en la cual el aprendizaje es un proceso activo en el que los y las estudiantes construyen y reconstruyen su propio entendimiento a la luz de sus experiencias. La metodología de resolución de problemas busca, entre otros, desarrollar el pensamiento creativo, estrategias metacognitivas y el pensamiento científico crítico.

En un proceso de formación integral, los fines de la educación son, también, políticos, sociales, culturales. Porque la escuela como institución social tiene el compromiso de buscar con y para la comunidad educativa que la compone, soluciones validas y en lo posible duraderas a las problemáticas sociales y políticas como la pobreza, la violencia, la dependencia tecnológica. Hay que educar para la vida, posibilitar la discusión y argumentación sobre las diferentes ideas e intervenir la realidad para transformarla.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cómo influye la resolución de problemas, como metodología de enseñanza aprendizaje orientada desde un enfoque CTS, en el desarrollo de habilidades procedimentales en los y las estudiantes de 10° de la Institución Educativa Benedicta Zur Nieden?

Problemas no solo los del aula, sino y también, los de la vida. Con la convicción, que esto motiva su proceso de aprendizaje, les permite asumir una actitud positiva frente a éste y una actitud crítica para con la ciencia y la tecnología.

Al centrarse en lo procedimental, no se está desconociendo la necesidad de la formación integral, la formación de sujetos sociales y políticos, que como tales son, deseantes, críticos, autónomos y generadores de propuestas de cambio. Los componentes, conceptual y actitudinal, se desarrollan, no solo paralelamente, sino, integralmente, como un todo; solo que no es la pretensión de este trabajo visibilizarlos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General:

Comparar las habilidades procedimentales que se desarrollan en los y las estudiantes que participan de la estrategia didáctica de resolución de problemas contextualizados, con respecto a los y las estudiantes que participan de un modelo tradicional.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir las capacidades procedimentales que desarrollan, los y las estudiantes de 10° de la IEBZN, participantes de un proceso de enseñanza aprendizaje de resolución de problemas.
- Describir las capacidades procedimentales que desarrollan, los y las estudiantes de 10° de la IEBZN, participantes de un proceso de enseñanza tradicional.
- Analizar las diferencias en cuanto a las habilidades procedimentales, entre los estudiantes de un grupo experimental y el grupo control.

1.3.3 Hipótesis:

Los y las estudiantes que participaron de un proceso de enseñanza-aprendizaje desde la metodología de Resolución de Problemas orientada con un enfoque CTS, desarrollan más las habilidades procedimentales que los y las estudiantes que participan de un proceso de enseñanza tradicional.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Esta investigación está sustentada en 3 pilares: la resolución de problemas dentro de un modelo de enseñanza-aprendizaje de investigación dirigida, el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad CTS y conceptos sobre energía.

Al abordar la propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje basada en la resolución de problemas, se busca: identificar puntos de coincidencia y tensión entre diferentes propuestas que basan su trabajo en los problemas y la resolución de problemas; identificar las posibilidades que ofrece ésta metodología al aprendizaje y enseñanza de las ciencias y describir la metodología centrándose en el modelo de investigación dirigida.

Se desarrollan los antecedentes, los modelos didácticos que en su respectiva época fueron importantes, también, sobre la naturaleza de problema; la importancia de la resolución de un problema no solo como estudiantes sino como seres humanos; saber lo que es un problema y los tipos de problema que existen, la resolución de problemas en la didáctica de las ciencias e igualmente la resolución de problemas mediante la investigación dirigida.

Como la realidad no es solo un punto de partida de la educación sino y también su punto de llegada, el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad, CTS, plantea la necesidad de trabajar desde problemas contextualizados; parte de afirmar que ni la educación ni los desarrollos científico-tecnológicos son políticamente neutrales por lo que deben mirarse como procesos sociales y que la realidad se conoce para transformarla.

Completa el marco teórico, el tema específico que sirve de disculpa para el desarrollo de la investigación, la energía mecánica. La energía es un tema fundamental en la física, la atraviesa en todas sus esferas, inclusive en gran parte de su historia, y es un tema de actualidad, de importancia para la humanidad y su sobrevivencia.

2.1 MODELO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIANTE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA:

2.1.1 Problemas y resolución de problemas: ¿Qué es un problema?, ¿Por qué realizar actividades en resolución de problemas? Y ¿cómo aprender a solucionar problemas, específicamente en el tema de la física?, son cuestionamientos importantes, no solo para el profesor o la profesora que se piensan desde la didáctica y la pedagogía, sino, y también, para él o la estudiante ya que las respuestas se convierten en guías para desarrollar habilidades procedimentales de resolución de problemas, (Gil 1999) y así enfrentarse a situaciones impuestas por el mundo moderno

Desarrollar estas preguntas es el soporte para llegar a plantear que la resolución de problemas debe ser un proceso que, en general, permee todo el diseño curricular, y en particular se convierta en el método integral de enseñanza de la física. Desarrollar habilidades para plantear y resolver problemas de manera creativa, involucrando procesos y conductas cognitivas, aplicando y/o creando estrategias, puede plantearse como contenido, pero, y sobre todo debe convertirse en un aspecto central del proceso enseñanza aprendizaje.

2.1.2 ¿Qué es un problema?

Desde la didáctica de las ciencias, el término problema es utilizado con frecuencia, algunas veces para evaluar y en otras para enseñar. En la literatura se encuentran diferentes significados al término problema, que son utilizados por los profesores o profesoras de acuerdo a la concepción de ciencia que tienen. Además, se encuentran matizaciones, políticas e ideológicas. Sin embargo se puede intentar un acercamiento para encontrar puntos de consenso.

Los problemas y los ejercicios ocupan un lugar privilegiado en la enseñanza de la física. Es común que al final de un tema se planteen actividades llamadas de solución de problemas, cuyo objetivo es que el o la estudiante sepa aplicar las nociones teóricas previas y aprender técnicas de resolución de un determinado tema, que algunos sintetizan en el afianzamiento o aseguramiento de conocimientos. Tristemente, el o la estudiante, al enfrentarse a un problema, terminan buscando un prototipo de los trabajados en la clase.

Para ir logrando claridades es conveniente diferenciar primero problemas de ejercicio. Se puede decir que un problema es el que exige que el solucionador tenga que aportar algo nuevo y plantea al resolutor una insatisfacción y desequilibrio, mientras los ejercicios son solo herramientas que permiten automatizar rutinas y procedimientos (García 2003). Autores como Krulik y Rudnik (1992), Garret (1995), utilizan para diferenciar ejercicio de problema, la dificultad relativa al conocimiento o las estrategias y recursos que disponga el individuo o grupo de individuos para la solución o la tensión que genera en el pensamiento productivo.

Pero algunos van más allá de plantear que un problema lo es por su dificultad, o porque no se conoce su respuesta, ni el camino de solución (Millar, 2004; Carrascosa, Gil, Vilches, y Valdés, 2006). En los lineamientos curriculares, se define como ese algo que produce desequilibrio cognitivo. Para Freire (1964) problema es la búsqueda de lo no percibido, las implicaciones y raíces más profundas como producto de la reflexión individual y colectiva sobre el mundo y sobre sí mismos.

Estas visiones traen consecuencias: la modificación del sistema de conocimientos que permite la reequilibración entre las teorías y los procesos naturales, el ver cosas nuevas de los procesos del mundo y la vida, y compromisos de transformación, de creación y de cambio.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN 1998) plantea tres momentos importantes en la construcción del nuevo conocimiento:

- El momento de las expectativas o del equilibrio, la persona tiene una concepción del mundo, de los procesos de la vida y espera que el comportamiento, lo que sucede, sean consecuencias de esta concepción.
- El momento del desequilibrio, cuando lo observado entra en conflicto con lo esperado.
- El momento de la Reequilibración Mejorante, en que se reorganiza el sistema de conocimientos para llegar a un estado de equilibrio más evolucionado.

Según lo anterior, la solución de un problema requiere reorganización cognitiva, involucrarse con la situación y desarrollarla por medio de conceptos y relaciones nuevas y capacidades creativas.

2.1.1.1 Clasificación de los problemas: Hay diversos criterios para la clasificación de los problemas. Se puede clasificar desde el campo del conocimiento implicado, encontrándose problemas de física, de química, de matemática; de la forma como estén estructurados o por la tarea requerida, los problemas se pueden clasificar en cualitativos y cuantitativos (Perales 1998).

- Cuantitativos.

Los problemas cuantitativos según Kean (1978), se divide en dos grandes grupos: los de tipo estándar o genérico y los duros. “Los problemas genéricos o estándar son problemas

que pueden ser resueltos por medio de algoritmos; que consiste en una serie de pasos en orden para alcanzar el éxito de su resolución. Los problemas duros son problemas más complejos y que pueden ser hechos por la combinación de algunos problemas genéricos; esto quiere decir que además de manejar conceptos conocidos y aplicados con anterioridad, se necesita de algún conocimiento nuevo”

Los problemas cuantitativos desarrollan en los y las estudiantes herramientas para categorizar los problemas, y por medio de los algoritmos básicos, saber si estos pueden ser modificados para resolver problemas “duros”. Igualmente, aunque son los más utilizados en la enseñanza de las ciencias, por su procedimiento algorítmico y repetitivo, no ayudan mucho al razonamiento de los y las estudiantes.

- Cualitativos.

Los problemas cualitativos según Genyea (1983), “ilustran un principio físico con referencia a una situación física concreta, y requiere un mínimo de trabajo cuantitativo”; Holt (1992) “clasifica los problemas cualitativos en abiertos y cerrados: los cerrados son los que se presentan con una solución simple y los problemas abiertos, son los que se presentan con múltiples soluciones igualmente válidas; aunque estos problemas abiertos pueden ser parcialmente cerrados, si presentan un número finito de soluciones, o totalmente abiertos, cuando presentan un número infinito de soluciones”.

La resolución de problemas cualitativos, mejora la comprensión conceptual de los estudiantes; por medio de éste, no hay necesidad de involucrar datos numéricos, haciendo que hagan un análisis sobre el problema, utilizando estrategias para su solución.

Basados en si se conoce o no la solución se puede clasificar los problemas en artificiales o reales. Los artificiales son aquellos que tienen una solución conocida por la persona que los ha presentado. Son problemas la mayoría de las veces cerrados con una solución única. Los reales son aquellos para los que no se conoce la solución e incluso puede que no exista. Son problemas abiertos que presentan un número variable de soluciones, y también son reales aquellos que tienen un objetivo dirigido a resolver algún aspecto concreto de interés científico, tecnológico o social.

Desde el hacer ciencia, se pueden clasificar en problemas potenciales, problemas efectivamente propuestos y problemas resueltos. También hay problemas anómalos, y uno de los caracteres distintivos del progreso científico es la transformación de problemas empíricamente anómalos y no resueltos en problemas resueltos.

A partir de estas clasificaciones, son necesarias dos precisiones, se habla de solución y en este trabajo se asume la solución de problemas como el resultado final y se habla de procedimientos, o sea, de las tareas, que sigue quien o quienes se enfrentan al problema y en ese caso se refiere a la resolución de problemas

2.1.1.2 El papel de la resolución de problemas en el proceso enseñanza-aprendizaje de la ciencia: Entre los años 50 a los 90 del siglo pasado, se evidencian cambios importantes en el diseño de estrategias para mejorar la capacidad de resolución de problemas, esto como consecuencia de responder a la pregunta: ¿Cuáles son las funciones de los problemas en la construcción del conocimiento científico?

Desde la filosofía resolver un problema no es explicar un hecho. Hay hechos del mundo que no suscitan problemas científicos, bien por ser desconocidos, bien por no llamar la atención de los investigadores. Lo importante son los hechos problemáticos precisamente porque suscitan problemas. Por ello una teoría de la racionalidad científica no puede seguir utilizando los hechos, y ni siquiera los hechos nuevos y sorprendentes como criterio de cientificidad, sino que ha de centrar la evaluación de las teorías en su capacidad para resolver problemas.

Visto desde la pedagogía, y en principio apoyados en las necesidades de la producción, se considera que tradicionalmente los y las estudiantes no aprendían a solucionar problemas, lo que hacían era memorizar todo lo que el profesor o profesora explicaba, y esto hacía que en el momento de solucionar un problema ellos y ellas se sintieran “perdidos”, esto los incapacitaba para competir con éxito en un mercado laboral exigente.

Los cambios paradigmáticos en la resolución de problemas de estas décadas fueron: dejar en claro que los procesos eran más importantes que el producto como tal, generar

ideas creativas por medio del pensamiento divergente, manejo heurístico y la construcción de conocimientos específicos.

A modo de síntesis se pueden encontrar al menos tres intencionalidades con el trabajo de los problemas y su resolución:

Motivar. Entendida la resolución de problemas como un proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina y las técnicas y habilidades de esa disciplina para su solución. Los problemas y su solución, se utilizan como justificación para la enseñanza, como motivación al introducir un tema o como actividad recreativa.

Aprender destrezas procedimentales. Desde la aspiración de enseñar a enfrentarse a los problemas y desarrollar destrezas procedimentales, donde resolver problemas no rutinarios se convierte en una habilidad de nivel superior, las técnicas de resolución de problemas son enseñadas como un contenido. Es una actividad en el aula que exige una gran reflexión de lo que se hace; igualmente depende también de los conocimientos y capacidades que cada individuo tenga para que sustente las situaciones de la cotidianidad.

Resolver problemas es hacer física. Basados en posiciones que superan el positivismo y el racionalismo, como las de Laudan (2003 p143) para quien “El objetivo de la ciencia consiste en obtener teorías con una elevada efectividad en la resolución de problemas”. Que la racionalidad y la efectividad de una teoría están estrechísimamente vinculadas, no a su confirmación ni a su falsación, sino a su efectividad en la resolución de

problemas. Los problemas son las preguntas que se hacen los científicos para construir conocimiento, las teorías son las respuestas.

2.1.2 Modelos de enseñanza de las ciencias:

El proceso enseñanza aprendizaje está afectado por la concepción que se tenga de ciencias ya que ésta afecta la propia concepción sobre cómo debe ser enseñada. De allí, que si la ciencia se concibe como un algo acabado, es suficiente con transmitir su información; o si la concepción es positivista, donde la ciencia es infalible, lo apropiado sería el método de enseñanza por descubrimiento y desde una concepción de la ciencia como algo dinámico, como un proceso social, se considera el método de resolución de problemas mediante investigación dirigida.

Este método, que se expondrá más adelante, concibe a la ciencia como un ente dinámico, con su propia vida, pero además es dinamizada por el espacio y ambiente, es un proceso social, no es infalible, es fundamental para el desarrollo de las sociedades y también puede contribuir a su destrucción. Que considera hipótesis, experimentos, refutaciones y tiene valoraciones, espacios temporales y culturales específicos. El modelo propone superar un enfoque de entrenamiento que prioriza la memorización, la repetición y la realización de tareas rutinarias.

Por otro lado la manera de enseñar la ciencia es un indicador sobre lo que el educador o educadora cree que es esencial en ella. Por ello un punto a tener en cuenta para el proceso de enseñanza-aprendizaje es el de las concepciones alternativas, llamadas

también, ideas intuitivas, pre-concepciones, representaciones. No todos los modelos de enseñanza las incluyen o le dan el mismo valor, de hecho su mero estudio es un cuestionamiento a la eficacia de la enseñanza por transmisión o la idea de que para enseñar ciencia solo se requiere conocer la materia y cuando más, alguna experiencia.

La motivación es otro factor importante del proceso. La física tiene una característica que debe ser aprovechada y es que trabaja el mundo real, con lo cual la experiencia para él o la estudiante pueden ser más significativo, si bien el aprendizaje debe formalizarse, no se puede simplificar a la matematización. La motivación natural es el estudio de problemas reales, no la aplicación de fórmulas sin sentido, para hallar velocidades, energía, porque el mayor interés de la física está fuera de las matemáticas, está en el mundo real

En la enseñanza tradicional, los profesores y el currículo tenían mucho que ver en los fracasos y tedios que la resolución de problemas, esto debido a que los profesores cuando explicaban un problema son todos muy parecidos, al menos sus pasos de solución eran los mismos y con esto el profesor se convertía en un solucionador de problemas mecánico; esta situación no motivaba al o la estudiante ya que no generaba dudas, ni llevaba a la reflexión. Lo único que esto ocasionaba era la pasividad en clase y verse obligado muchas veces a “meterse en la cabeza” cosas que no entiende. Como ya se ha dicho, hay una necesidad inmediata de cambiar esas estrategias tradicionales y acoplarlas a las necesidades que se tienen hoy. Claro está, que estas estrategias tradicionales, han sido base fundamental en la proposición de otras, es por esto que no están del todo desechadas

en la didáctica actual, pero los mismos avances nos hacen reflexionar hacia nuevas transformaciones.

Los 4 modelos que plantea Javier Perales Palacios, como los más influyentes en la historia de la didáctica de las ciencias, sirven de síntesis de lo antes expuesto. De estos, hay un interés especial en el de transmisión recepción o tradicional por ser el modelo desarrollado en el grupo control de la investigación y el que se maneja por inercia; y el de investigación dirigida que fue el soporte para la estrategia didáctica aplicada en el grupo experimental:

2.1.2.1 Modelo por transmisión-recepción: Este es el paradigma dominante en la enseñanza tradicional e, incluso en la actual. Este modelo ha rodeado la enseñanza academicista, dada en las primeras universidades donde se seleccionaba tanto el profesorado como el alumnado; los únicos que podían estudiar eran los de clase social alta, educación obligatoria hasta la adolescencia, pérdida del prestigio social del profesor y la verificación de la ley del mínimo esfuerzo; y esto, se contrapone a la enseñanza actual.

- Características:

El o la estudiante solo es considerado para “grabar” toda la información suministrada por el profesor.

El profesor o profesora son considerados artífices del proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando la repetición, asociación de ideas, analogías, deducción.

El contenido está lógicamente estructurado y es de naturaleza conceptual.

Su evaluación es de naturaleza esencialmente reproductiva.

- Para la resolución de problemas:

Estos son aplicativos y evaluadores.

Los problemas son cerrados y cuantitativos.

Se concede mayor importancia a un resultado correcto que al mismo procedimiento.

Se potencia la “matemática” del problema (Perales 1998).

2.1.2.2 Modelo por descubrimiento: Este modelo surgió de un relativo fracaso de la enseñanza tradicional, comparada con los resultados logrados en su momento por la ciencia soviética; y fue promovida por las grandes asociaciones científicas y educativas.

- Características:

El o la estudiante es considerado el artífice de la enseñanza aprendizaje, a través de una construcción/ reinención del conocimiento ya establecido.

El profesor juega un papel secundario en el aprendizaje.

El contenido científico a enseñar es de procesos (observación, recogida de datos, elaboración de hipótesis, etc.).

- Para la resolución de problemas:

Los problemas son un medio para la adquisición de habilidades cognitivas (hipotético-deductivo).

Lo que importa es el método seguido, más que el contenido al que se refiera el problema.

Trabajo individualizado o de pequeños grupos.

El trabajo es práctico y creativo.

Su resultado se da en términos de descubrimiento. (Perales 1998).

2.1.2.3 Modelo constructivista: El modelo por descubrimiento, tuvo sus efectos positivos, pero comenzó a entrar en crisis al coincidir con movimientos sociales y políticos que ponían en entredicho el papel de la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Estos hechos y algunos más abonaron el cambio de paradigma, surgiendo un movimiento de renovación llamado “modelo constructivista”.

- Características:

La enseñanza constructivista considera que el aprendizaje humano es siempre una construcción interior.

La objetividad en sí misma separada del hombre no tiene sentido pues, todo conocimiento es una interpretación, una construcción mental, de donde no se puede aislar al investigador de lo investigado.

En determinados casos se ha comprobado una cierta analogía con la evolución experimentada por los conceptos científicos en su devenir histórico.

Son resistentes al cambio con la edad y la instrucción.

- Para la resolución de problemas:

Los problemas deben jugar un papel esencial en el aprendizaje conceptual.

Su enunciado y resolución deben estar conectados con la experiencia previa del sujeto.

Su objetivo fundamental será facilitar el cambio conceptual.

Dentro de su cambio conceptual, la resolución de problemas también sirve para cambiar las estrategias o metodologías. (Perales 1998)

2.1.2.4 Modelo por investigación: Este modelo nace en un intento por salvar algunos inconvenientes y limitaciones del constructivismo, e igualmente recuperar lo más positivo del modelo por descubrimiento.

Parte de una concepción de ciencia que implica una visión diferente del proceso educativo, su enseñanza y aprendizaje superan un enfoque de entrenamiento, para lo cual se

priorizan la memorización, la repetición y la realización de tareas rutinarias. En la resolución de problemas, el o la estudiante, además de reflexionar sobre las operaciones, requiere una reflexión sobre su proceso (metacognición) y no se transmite el conocimiento, se construye. Aprender y enseñar no son procesos de repetición y acumulación de conocimientos. Implica transformar la mente de quien aprende, quien debe reconstruir a nivel personal productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Gil 1996).

- Características:

La actividad docente debería integrar las pautas de trabajo que tiene lugar en la investigación científica habitual, lo que ha permitido el nivel de desarrollo que hoy tienen la ciencia.

La investigación sobre problemas significativos, ya sean de carácter teórico o práctico.

El investigador novato (el o la estudiante) trabaja bajo la dirección y supervisión del investigador principal (profesor(a)).

La investigación se orienta por hipótesis derivadas de investigaciones previas o de la fase informativa y que habrán de contrastarse.

El informe final debe ser evaluado frente a expertos externos al grupo.

Consecuencias:

La enseñanza aprendizaje de la ciencia se convierte en una actividad con objetivos claros y explícitos para los o las estudiantes, al intentar resolver problemas significativos para ellos.

Este modo de trabajar aproxima al o la estudiante al quehacer científico normal, ya que tradicionalmente presentaban la ciencia como un contenido estático y cerrado.

Los conceptos, procesos y actitudes se desarrollan de un modo natural y dinámico.

- Para la resolución de problemas:

La ciencia se considera fundamental en la resolución de problemas.

La enseñanza se plantea en forma de interrogantes, cuya respuesta ha de ser investigada.

La resolución de problemas debe ser bajo la dirección del profesor(a), el trabajo individual, el grupal y la comunicación de los resultados.

2.1.3 La resolución de problemas: el desarrollo de habilidades procedimentales:

La resolución de problemas puede mirarse o bien como una estrategia didáctica, donde la o el estudiante interactúan con los problemas con fines pedagógicos, o bien como un objetivo general, como un logro fundamental, el ser capaces de enfrentarse y buscar solución a los problemas.

En la enseñanza de las ciencias, especialmente en física, la práctica común es entrenar, a los y las estudiantes, a procesos algorítmicos y de cuantificación. De ésta forma, estos contenidos se toman como verbales, y por ello se pierde ese soporte procedimental. Con éstos, se puede comprobar las limitaciones que tienen los y las estudiantes para dominar procedimientos científicos.

Cuando se habla de la epistemología de la ciencia, lo que se comprueba es que el conocimiento científico es un proceso, donde lo histórico y lo social se van construyendo. Promover cambios procedimentales es posibilitar que el o la estudiante, le dé sentido al mundo que le rodea, comprenda los significados que otros u otras construyan, pero, y principalmente, que con su acción afecten, transformen, la realidad. No es solo desarrollar una capacidad de pensamiento y reflexión, sino, de acción transformadora y creativa.

Desde la didáctica de las ciencias la resolución de problemas es un procedimiento activo de aprendizaje donde los y las estudiantes son protagonistas. Puede resultar una tarea altamente motivadora colaborando eficazmente a modificar las posibles concepciones alternativas que tienen en un campo determinado.

2.1.3.1 Desarrollo de técnicas, algoritmos y heurísticos: A mediados del siglo XX se hablaba de manera sistemática de resolución de problemas, George Polya en su libro *Cómo plantear y resolver problemas* “How to solve it”, planteaba una serie de estrategias para la resolución de problemas, conocido como el método de los cuatro pasos: Entender el problema, configurar un plan, ejecutar el plan y examinar la solución.

Para comprender el problema se utilizan recursos como por ejemplo dibujarlo. En la fase de proponer un plan de solución se hace acopio de los conocimientos que ya se tienen. Las fases 3 y 4, ejecutar el plan y examinar la solución obtenida, es una realimentación y permite ver o no lo congruente de la respuesta.

En la resolución de problemas como proceso de enseñanza, el profesor o profesora puede apoyar este proceso con diálogos heurísticos, que cuestionen en la o el estudiante sus conocimientos, sus pasos, que complejice los resultados hasta lograr la síntesis.

Los problemas permiten la interacción, el trabajo en equipo, el intercambio, se apoya en la curiosidad natural del estudiante, desarrolla diferentes competencias, permite la construcción de conocimientos significativos.

2.1.3.2 Desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas: Desde el constructivismo se tiene como objetivo que los y las estudiantes asimilen unas informaciones, conceptos y principios y que sean capaces de transferirlos para solucionar los problemas que la vida les plantee. Ambos procesos cognitivos, la asimilación y la transferencia, a su vez, están implícitos en la resolución de problemas, pues los y las estudiantes tienen en primer lugar que entender los conceptos y principios que figuran en sus enunciados para poder posteriormente resolverlos.

El y la estudiante para comprender estos datos e informaciones, que se introducen a propósito en el enunciado de la situación problemática como objetivo de conocimiento,

debe de darles significado y para ello tienen que relacionarlos con sus experiencias y conocimientos previos. Estas operaciones mentales no son otra cosa, según Ausubel, que una asimilación de conceptos o, según Piaget, una asimilación -acomodación de nuevas informaciones a las estructuras de conocimiento ya existentes en la mente del o la estudiante.

Respecto a los procesos de transferencia, también se ponen de manifiesto en la resolución de problemas. Los y las estudiantes, ante una situación problemática, tienen que llegar a unas metas o estados desconocidos aplicando los conceptos, principios, reglas, etcétera, que se proporcionan en su enunciado y que deben haberlos asimilado previamente. Es evidente, pues, que en la solución de problemas se “obliga” a estos y estas a transferir los aprendizajes realizados.

A la vez como vehículo de transferencia, está la planificación que hacen los estudiantes para llegar a la solución. Este plan o forma de abordar el problema, no es otra cosa que la estrategia de resolución utilizada por los o las estudiantes. Es así como surge otro objetivo o elemento relevante, que los y las estudiantes adquieran y desarrollen estrategias de resolución de problemas.

También los o las estudiantes, al abordar la solución de situaciones problemáticas pueden alcanzar habilidades de análisis y síntesis. Una de las operaciones que debe hacer el o la estudiante, en la primera fase de resolución, es analizar el enunciado del problema y discriminar entre los datos proporcionados y los solicitados. En una segunda fase, los

estudiantes relacionarán esas informaciones, sintetizándolas, para llegar a las metas deseadas.

Así, además de adquirir y desarrollar estrategias de solución, los objetivos cognitivos que pueden alcanzar los o las estudiantes durante la resolución de problemas son los de asimilación y transferencia de conceptos y reglas, y los de análisis y síntesis de información y datos. Estos, siguiendo a Bautista (1987) además de ser congruentes con las perspectivas educativas planteadas, son elementos relevantes que subyacen en la solución de problemas.

En la resolución de problemas, el o la estudiante, además de reflexionar sobre las operaciones, requiere una reflexión sobre su proceso (metacognición) y ésta no se transmite, se construye con los propios medios. Aprender y enseñar no son procesos de repetición y acumulación de conocimientos. Implica transformar la mente de quien aprende quien debe reconstruir a nivel personal productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos.

2.1.3.3 Desarrollo de conciencia crítica: Desde posiciones de carácter más ideológico, está la postura de Paulo Freire (1964) quien considera que las masas deben insertarse de manera crítica en su realidad a través de la praxis, o sea, la reflexión y la acción, afirmando, además, que “ninguna realidad se transforma a sí misma”. Para su propuesta pedagógica, diferencia lo que él llama “educación bancaria” de “educación problematizadora”.

La primera entendida como una práctica conservadora que, al enseñar contenidos oculta la razón de ser de los problemas sociales y la segunda, inquieta al o la estudiante para que perciban que el mundo puede ser cambiado, transformado, reinventado.

Al hablar de la concepción bancaria de la educación, el símil es de depositar un conocimiento, o más bien, una información, contenidos desligados de la realidad, así la palabra queda despojada de la dimensión concreta que debería tener y el saber deja de ser de experiencia hecha para ser de experiencia narrada o transmitida.

Freire (1964. p.68) dice “Cuanto más se ejerciten los educandos en el archivamiento de los depósitos que les son hechos, tanto menos desarrollarán en sí la conciencia crítica de la que resultaría su inserción en el mundo como sus transformadores, como sujetos... en vez de transformar, tienden a adaptarse al mundo, a la realidad parcializada en los depósitos recibidos”

Según Freire (1964. p.80-84) “La educación “problematizadora” niega los comunicados y existencia la comunicación. Es un acto cognoscente, supera la contradicción educador educando por lo que nadie educa a nadie, nadie se educa solo, los hombres se educan en comunión, mediatizados por el mundo. Es de carácter auténticamente reflexivo, implica un constante acto de desvelamiento de la realidad. Cuanto más se problematizan los educandos como seres en el mundo y con el mundo tanto más se sentirán desafiados”

2.1.3.4 Desarrollo de la creatividad: Entre las necesidades que se plantean para una nueva transformación, es la de la creatividad del individuo, por medio de ella se pueden hacer estructuras para construir una “verdad” aunque no lo sea. Esta combinación entre resolución de problemas y creatividad, es una base muy solida para la transformación que se pretende.

Schwartz (1996) afirma, “el futuro pertenece a aquellos que sean capaces de resolver creativamente los problemas, y la clave para construir el futuro es el desarrollo de la habilidad mental para tomar riesgos y explorar múltiples soluciones”.

No solo es necesario que el o la estudiante sea creativo(a), sino que se mueva en un ambiente creativo para que haya interacción tanto del que aprende como del entorno; este entorno igualmente debe contener los materiales adecuados para el desarrollo de su proceso creativo: según Schantel citado en García (1998)“los nuevos modos de la persona creadora son el resultado de que está abierta al mundo...la principal motivación que está en la raíz de la experiencia creadora es la necesidad del hombre (sic) de relacionarse con el mundo que lo rodea.

2.1.4 La resolución de problemas mediante investigación dirigida:

La preocupación de cómo los humanos resuelven problemas, tiene una larga tradición y se adscribe a diferentes campos del conocimiento. La complejidad de esta actividad ha necesitado de desarrollos interdisciplinarios de modo que en los últimos cuarenta años se han producido avances significativos.

Según Escudero (1987), “un nuevo modelo de enseñanza se caracterizaría por: seguir líneas de investigación y proponer procedimientos concretos, y, organizar los elementos de lo que se está enseñando para conseguir los fines propuestos”.

Desde la necesidad de un replanteamiento global del proceso enseñanza-aprendizaje, Hodson (1992) afirma que: “ hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias; ya que los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión”.

Furio (2001), lista como características de la metodología científica: el tratamiento cualitativo de las situaciones problemáticas, la emisión de hipótesis, el diseño o realización de experimentos para contrastar las hipótesis emitidas.

Reiterando que lo que busca el proceso formativo en ciencias es promover en el o la estudiante cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales de una manera dinámica. El camino más apropiado para ello es la metodología de enseñanza aprendizaje de resolución de problemas mediante investigación dirigida.

2.1.4.1 Las estrategias de la investigación dirigida: El desarrollo de técnicas no permite comprender ni desarrollar significados, ni posibilita la adopción de una postura crítica, solo instruir y adiestrar. Si se quiere realmente avanzar en una transformación, que se hace necesaria, y llevar propuestas al aula de clase, se deben integrar pautas de trabajo en la investigación científica, ya que permiten el nivel que hoy día se requiere.

La investigación dirigida y la metáfora del científico novel, quiere llenar el abismo que existe entre el proceso de enseñanza-aprendizaje, y el conocimiento científico, en palabras de Gil (1964), “no se trata de proponer que los alumnos hagan ciencia “en vez de “aprender los conocimientos científicos, sino como la forma más adecuada para que aprendan dichos conocimientos”

Para esto, Gil y sus colaboradores proponen las siguientes estrategias:

Que se planteen situaciones problemáticas abiertas, que contengan un nivel de dificultad adecuado con objetivos claros y explícitos Esto para generar interés entre ellos, para su mejor comprensión y por ende mejor solución, teniendo en cuenta sus conocimientos previos.

Formar grupos de trabajo potencializando los análisis cualitativos, ya que esto permite la cooperación, socialización y acotamiento del problema. Utilizando para ello, las ayudas bibliográficas.

Plantear la emisión de hipótesis, siendo ésta la actividad central de la investigación, ya que por medio de esta actividad se hacen explícitas las concepciones de los y las estudiantes, tratando de hallar una solución, planteando estrategias posibles.

Replanteamiento del estudio a un nivel de complejidad más alto, aplicando los nuevos conocimientos. Desterrando la enseñanza tradicional, y mostrando que la ciencia es algo que está en continuo movimiento y abierto para otros estudios.

Los problemas deben ser cualitativos abiertos o de tipo cuantitativo duro y no estándar, porque en estos dos primeros tipos de problemas el o la estudiante debe hacer uso de su pensamiento y de su creatividad, ver el problema desde diferentes perspectivas, y lograr unir conceptos, reglas y principios que le ayuden a resolverlo. Igualmente estas actividades deben ir direccionadas y supervisadas por el científico experto, que sería el docente.

2.1.4.2 Problematizando las actividades de enseñanza aprendizaje: Las actividades académicas, siguiendo a Pozo (2000), se programan de un modo similar al modelo clásico de la enseñanza, es decir, tanto a través de la asistencia a clase como mediante la realización de actividades académicas dirigidas, si bien: ya no sólo el conocimiento es lo

fundamental, ésta es una competencia importante pero una más entre otras muchas; el conocimiento no sólo lo tiene el profesor, pues, de modo general, el estudiantado dispone de un rápido y fácil acceso a la información mediante las nuevas tecnologías; la transmisión de conocimiento; no debe centrarse en la clase magistral y en los apuntes; y, algo muy importante es que el estudiantado, no sólo tiene que estudiar sino que ha de mostrar una actitud activa en el proceso de aprendizaje.

Puesto que la Didáctica de las Ciencias Experimentales ha avanzado en las últimas décadas en la dirección de entender el proceso de enseñanza/aprendizaje como investigación dirigida, dejando atrás esos otros viejos modelos didácticos más centrados en el aprendizaje por descubrimiento, la opción es el método de enseñanza aprendizaje de la investigación dirigida mediante la incorporación de actividades que favorezcan la construcción de conocimientos científicos.

En el currículo de ciencias pueden incluirse aspectos que favorezcan la adquisición de dichos conocimientos, como son la presencia de situaciones problemáticas abiertas, situaciones de interés para el estudiantado, análisis de tipo cualitativo, detenimiento en la cuestión tecnológica en sí misma, emisión de hipótesis o elaboración de estrategias, y discusión e interpretación de los resultados según los objetivos planteados y las hipótesis. Esto, sin duda, promoverá la adquisición de competencias propuesta en el nuevo modelo educativo.

Con la investigación dirigida la misión principal del profesorado(a) va a consistir, por un lado, en la elaboración de los materiales con los que el estudiantado deberá trabajar y, por otro, en facilitar el proceso, de modo que favorezca su autonomía y le ayude a reflexionar de forma tanto individual como colectiva. Ibarra y Rojas (1999) aseguran que “la mejor evaluación será el compromiso que el alumnado adquiere para llevar a cabo sus propias decisiones” Ibarra y Rojas citado por Francisco (2005) por lo que se construye su conocimiento sobre la autoevaluación.

Para acometer la resolución de problemas por investigación dirigida existen dos formas: Convirtiendo los problemas cuantitativos en actividades abiertas o problematizando la actividad de enseñanza aprendizaje.

Lo primero de un problema es que debe ser aceptado y visualizado como tal por los estudiantes, esto significa que en el proceso de enseñanza por problemas hay que crear en el estudiante “el hábito y la actitud de enfrentarse al aprendizaje como un problema al que hay que encontrar respuesta” (Pozo). Para ello el problema debe motivar, generar interés en el estudiante.

Y, lo segundo, que no hay un camino conocido para su solución, pero se tienen unos conocimientos previos, se requiere comprenderlo, buscar estrategias para la solución. Si se conoce el camino de solución es, entonces, un ejercicio. El problema debe ser retador.

Algunos criterios para hacer que las tareas escolares se planteen como problemas en vez simples ejercicios (Pozo. 2000 p.58):

1. Plantear tareas abiertas, que admitan varias vías posibles de solución, e incluso varias soluciones posibles, evitando las tareas cerradas.
2. Modificar el formato o definición de los problemas, evitando que el alumno identifique una forma de presentación con un tipo de problema.
3. Diversificar los contextos en que se plantea la aplicación de una misma estrategia, haciendo que el alumno trabaje los mismos tipos de problemas en distintos momentos del currículo y ante contenidos conceptuales diferentes.
4. Plantear las tareas no solo con un formato académico sino también en escenarios cotidianos y significativos para el alumno, procurando que el alumno establezca conexiones entre ambos tipos de situaciones.
5. Adecuar la definición del problema, las preguntas y la información proporcionada a los objetivos de la tarea, utilizando en distintos momentos, formatos más o menos abiertos, en función de esos mismos objetivos.

6. Utilizar los problemas con fines diversos durante el desarrollo o secuencia didáctica de un tema, evitando que las tareas prácticas aparezcan como ilustración, demostración o ejemplificación de unos contenidos previamente presentados al alumno.

7. Habituarse al alumno a adoptar sus propias decisiones sobre el proceso de solución, así como a reflexionar sobre ese proceso, concediéndole una autonomía creciente en ese proceso de toma de decisiones.

8. Fomentar la cooperación entre los alumnos en la realización de las tareas, pero también incentivar la discusión y los puntos de vista diversos, que obliguen a explorar el espacio del problema para confrontar las soluciones o vías de solución alternativas.

9. Proporcionar a los alumnos la información que precisen durante el proceso de solución, realizando una labor de apoyo, dirigida más a hacer preguntas que a dar respuestas a las preguntas de los alumnos.

10. Evaluar más los procesos de solución seguidos que la corrección final de la respuesta obtenida. Evaluar más que corregir.

11. Valorar especialmente el grado en que ese proceso de solución implica una planificación previa, una reflexión durante la realización de la tarea y una autoevaluación por parte del alumno del proceso seguido.

12. Valorar la reflexión y profundidad de las soluciones alcanzadas y no la rapidez.

2.2 EL MOVIMIENTO CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (C.T.S.):

Una respuesta natural a la pregunta para qué enseñar ciencia y para qué aprender ciencia es: para hacer ciencia que aporte al desarrollo de humanidad; otra no tan natural, será: para posibilitar el asumir una postura crítica frente a los beneficios y problemas inherentes al desarrollo científico y tecnológico.

Se establece una relación casi inmediata entre desarrollo y ciencia, pero ¿de cuál desarrollo se habla? No siempre la palabra desarrollo lleva implícito el progreso para la sociedad, más aun, hoy se habla de estar en la fase depredadora del desarrollo humano. La superación de esta fase exige poner sobre la balanza los avances tecno-científicos contra un modelo de desarrollo que sea sostenible y con centro en el ser humano, sin que esto signifique que el hombre y al mujer sean amos y dueños de la naturaleza, sino que hacen parte de ella y se requiere una convivencia armónica.

El movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad, CTS, plantea que hay una relación dialéctica de estos tres componentes. Lo que implica que, además de la necesidad de saber de ciencia y saber hacer ciencia, también es necesario saber sobre la ciencia, las interacciones ciencia tecnología y sociedad, para, finalmente, afirmar que la ciencia y la tecnología son procesos sociales.

Son estas relaciones dinámicas, dialécticas, algunas veces conflictivas, entre la ciencia y la tecnología, y entre estas dos y la sociedad, las que se tratan de plasmar en las siguientes líneas, porque son el fundamento del movimiento CTS; también, se referencian algunos momentos históricos del movimiento, algunas de las tendencias y propuestas que hace a la sociedad.

2.2.1 La ciencia y la tecnología impactan los procesos sociales:

La humanidad entera es tocada, para bien o para mal, por los productos de los desarrollos tecnológicos y científicos (Acevedo, 2003). La tecnología invade cada espacio, cada rincón, cada sueño, está en todas partes y en todo. A nivel macro influye en lo económico, lo político, lo cultural y lo social. Influyen en lo personal, en la vida íntima de las personas, sus patrones de consumo, la reproducción humana, la extensión de la vida y sus límites con la muerte.

Esa influencia en lo macro y lo micro no es tangencial, son determinantes del orden social y lo sostienen, son factores de poder, muestra de ello son los controles de las bases de datos, el “robo” de cerebros, el papel de los medios de comunicación en las conciencias de las personas, los poderíos militares que descansan en la ciencia y la tecnología, entre muchos otros. El resultado es un orden mundial donde muchos países son dependientes tecnológicamente y con grandes rezagos en las tecnologías de la información y la comunicación.

“El desarrollo científico y tecnológico es uno de los factores más influyentes en la sociedad contemporánea. La globalización mundial, polarizadora de la riqueza y el poder, sería impensable sin el avance de las fuerzas productivas que la ciencia y la tecnología han hecho posibles.

Los poderes políticos y militares, la gestión empresarial, los medios de comunicación masiva, descansan sobre pilares científicos y tecnológicos. También la vida del ciudadano común está notablemente influida por los avances tecnocientíficos.” Núñez. J. (1999 p7)

Este cuadro de la influencia de la ciencia y la tecnología en el hombre se completa con los daños ambientales producto del uso o abuso de muchos productos propios de los desarrollos tecnológicos y la falta de respuestas responsables de las grandes potencias.

Con todo esto se puede colegir que la ciencia y la tecnología intervienen en la competencia económica, en la organización social, en lo ambiental y lo cultural. Con un agravante, y es que solo unas cuantas personas y más aún, unos pocos países tienen prácticamente el control de estos desarrollos.

“El nivel de desarrollo de un país depende en gran parte de los avances científicos y tecnológicos. Según este nivel, es costumbre dividir los países en “desarrollados” y “en vía de desarrollo”. (Países en vías de desarrollo, subdesarrollados, tercermundistas, son términos con implicaciones políticas e ideológicas, en vías de desarrollo plantean la esperanza de algún día ser desarrollados y no que cumplen un papel dentro del orden

mundial, en oposición, otras visiones los clasifican de neo-colonias en cuyo caso requieren la emancipación,nota de los autores)...Por lo general, los primeros se caracterizan por ser creadores, productores de ciencia y tecnología, y los otros por ser consumidores de las mismas. Así pues, la teoría y la práctica de las ciencias influyen como factores de cambio a través del tiempo caracterizando la diversidad sociocultural de los pueblos” MEN (1998 p.20).

2.2.2 Relación entre ciencia y tecnología:

Históricamente se ha identificado a la ciencia con el “saber qué” y a tecnología con el “saber cómo”. Esta tendencia lleva a ver la ciencia relacionada con el trabajo intelectual y a la tecnología con el trabajo práctico, anteponiendo la primera jerárquicamente a la segunda, la tecnología como ciencia aplicada, en una función servil, utilitarista de la ciencia.

Hacer esta subordinación impacta en las finalidades y objetivos de la educación científica y tecnológica. Por ejemplo, predestinar a un grupo o estrato a prepararse para la industria, la media técnica profesional y dejar la ciencia para los que serán científicos, no una ciencia para todos.

El movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad no establece este tipo de subordinación, considera una fuerte y mutua influencia entre sí, esta relación es más notoria a partir de la revolución industrial cuando los límites entre la ciencia y la tecnología se

hicieron difusos, hay desarrollos científicos base para los desarrollos tecnológicos y desarrollos tecnológicos bases de desarrollos científicos. Esteban (2003)

Es muy diferente a la distinción entre el conocimiento científico y el tecnológico con respecto al conocimiento común plasmada en los lineamientos curriculares del *MEN* (1998. p.11) para ciencia:

Todo científico o tecnólogo intenta hacer teorías de gran generalidad acerca de lo que quiere conocer; cuanto más general sea una teoría, más importancia tendrá dentro del contexto de la comunidad de científicos dedicados a esa área de conocimiento. El conocimiento común, por el contrario, no se preocupa por la construcción de teorías que vinculen hechos y procesos aparentemente sin ninguna relación. El conocimiento del hecho o del proceso mismo es ya satisfactorio

2.2.3 La ciencia y la tecnología como procesos sociales:

Además de influir profundamente en los desarrollos sociales, económicos, culturales y ambientales, la ciencia y la tecnología son también productos de los procesos sociales. La intención es dar una mirada a diferentes momentos de la historia de la humanidad buscando como se dan: procesos de institucionalización y profesionalización de la práctica científica y el cómo las nuevas necesidades económicas del sistema imperante impulsan el desarrollo de la ciencia y la tecnología, además de destacar los desarrollos conceptuales y metodológicos y el cruce de caminos entre la ciencia y la tecn

El desarrollo de la ciencia y la tecnología se le puede seguir la pista a lo largo de la historia de la humanidad, Esteban (2003) se va hasta el neolítico con ese paso de la humanidad de nómadas y cazadores a sociedades sedentarias y agrarias considerada como la primera revolución científica.

Pero, en función de la llamada ciencia moderna y el modelo económico y social que la fundamentaron y la sostiene, es conveniente ir un poco más adelante, al surgimiento, el desarrollo y la expansión del capitalismo, con momentos conocidos como la revolución Burguesa, las revoluciones científicas, las revoluciones industriales y la experiencia del socialismo.

Mientras en la antigüedad los griegos, aristócratas, tenían culto al ocio, de hecho despreciaban los trabajos manuales, no eran ciudadanos los que se dedicaban a dichas labores. Con la revolución burguesa y el consecuente surgimiento de la burguesía en Europa, se da un cambio sustancial en la sociedad, surgen los banqueros, los ingenieros, los empresarios. La sociedad pasa de feudal a capitalista, hay que actuar sobre la naturaleza, el trabajo práctico es revalorizado, el empresario trabajaba, calculaba.

Una figura clave de esta época es la de Galileo, y su nueva forma de hacer ciencia, Galileo va más allá de la observación hace experimentos y utiliza las matemáticas; todo esto dado que hay nuevas demandas de conocimientos para satisfacer las necesidades

económicas y hay también una visión distinta del mundo, a la religión se le va oponiendo una nueva racionalidad, la de la eficacia.

La matematización del conocimiento y la metodología experimental llegaron, por el siglo XVIII y principalmente en Gran Bretaña, a las otras ciencias como la química, la biología, la geología y finalmente a las ciencias sociales.

Inglaterra llegó a ser a mediados del siglo XIX, el país donde con el desarrollo tecnológico más grande, pero no fue capaz de dar el salto cualitativo en el sistema escolar, para ellos la propia experiencia práctica de los hombres permitiría los avances esperados. En contraste, Alemania desarrolló una educación científica y técnica eficaz con amplio respaldo estatal. En la medida que la industria requirió una mayor base científica, la educación vino a marcar una importante diferencia. Alemania desplaza a Inglaterra en áreas claves de la industria.

En principio los esfuerzos humanos fueron sustituidos por máquinas y las fuentes de energía animal, por energía mecánica. Núñez (2009) resalta el hecho de que cada vez más la producción artesanal se va dejando atrás, por ejemplo, con la llamada segunda revolución industrial, se da la sustitución del hierro por acero, la fabricación de precisión y la electricidad, y aparecen los laboratorios de investigación y desarrollo, o sea, fábricas de tecnología de base científica.

Un pico en el desarrollo de la ciencia y la tecnología se da en el marco de la segunda guerra mundial donde se transitó por la big science o macrociencia, con proyectos macro científicos y con resultados tan contradictorios en valores para la humanidad como la

bomba atómica, el radar, el ENIAC que fue la primera computadora de propósito general y financiada por el ejército de EEUU.

No puede pasarse por alto el resultado del proyecto Manhattan iniciado en 1942, las bombas atómicas de uranio lanzados por el ejercito EEUU sobre los pueblos de Hiroshima y Nagasaki en el verano del 45, con lo que se pone fin a la segunda guerra mundial, pero que horrorizará al mundo por los efectos destructivos desproporcionados sobre la población civil.

Otro momento importante y determinante es el lanzamiento y puesta en órbita, por parte de la Unión soviética, del satélite Sputnik. Se está viviendo la confrontación entre dos modelos económicos y sociales, el socialismo y el capitalismo. Para los socialistas el desarrollo científico y tecnológico se convierte en prioridades estratégicas.

La puesta en órbita del satélite fue para los medios gubernamentales de EEUU una verdadera alarma con respuestas inmediatas, el presidente crea el puesto de asesor adjunto en ciencia y tecnología, se impulsa el proyecto Apolo y genera un plan de educación en ciencia y tecnología.

En este nuevo panorama, con gran influencia gubernamental, con grandes inversiones en investigación y desarrollo (I+D) se da la llamada tercera revolución industrial marcado por enormes avances en las tecnologías de la información basados en los desarrollos de la computación y las telecomunicaciones; los avances en la energía nuclear; los descubrimientos básicos del código genético y la nano-tecnología entre otros.

Hoy el capitalismo establece un dominio planetario e impone nuevas formas de pensamiento como el individualismo, el mercado libre. Las reglas de mercado rigen la ciencia y la tecnología, trata de imponerse el pensamiento único, se imponen nuevas pautas de consumo, Nuevos modelos de desarrollo y se impone un orden mundial con países desarrollados con una gran concentración de la riqueza, que además, les da un enorme poder sobre los países más pobres, poder que se apoya en el dominio de la ciencia y la tecnología.

2.2.4 El movimiento CTS o la concreción de una mirada desde lo social a la ciencia y la tecnología:

Mientras en una época se esperaba que todas las respuestas se fueran a encontrar en la ciencia, hoy, en lo que algunos llaman el postmodernismo, hay un desencanto, todo es relativo. Hay un auge de movimientos, si no contrarios, sí que cuestionan los desarrollos científicos y tecnológicos, que pretenden el regreso a lo natural e ir dejando lo artificial, a la par se va generando, con más fuerza, una conciencia ambiental y movimientos ambientalistas fuertes.

A mediados del siglo XIX se tenía una imagen de la ciencia de raíz positivista según la cual la tarea de la ciencia era la búsqueda desinteresada de la verdad. Hoy se viene desarrollando una imagen social de la ciencia, un análisis de la ciencia y la tecnología, con una mirada más humanista, más centrada en el hombre, su felicidad, sus valores.

Esto parte por comprender la ciencia y la tecnología como procesos sociales, a diferencia de entenderla como conocimientos acabados, llenos de leyes inmutables y escrito en un lenguaje difícil de entender, especializado.

Los sistemas educativos, desde los niveles primarios hasta los posgrados, se dedican a enseñar la ciencia, sus contenidos, métodos, lenguajes. Desde luego, hay que saber de ciencia, pero... debemos esforzarnos por saber algo sobre la ciencia, en especial sus características culturales, sus rasgos epistemológicos, los conceptos éticos que la envuelven y su interacción con la sociedad. Núñez (1999 J. p 7)

2.2.4.1 Un poco de historia del movimiento CTS: En la última mitad del siglo pasado se presenta el surgimiento de diversas disciplinas que se dedican a estudiar la ciencia, disciplinas como historia de la ciencia, sociología de la ciencia, filosofía de la ciencia. También hay referentes en los años 50 de programas como el STPP (Science, Technology and Public Policy) o SEPP (Science, Engineering and Public Policy Studies), estos últimos con un enfoque más bien tecnocrático.

Luego el esfuerzo centró en integrar los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en una perspectiva interdisciplinaria, esos esfuerzos han recibido diferentes denominaciones tales como: Science Studies; Ciencia de la ciencia y Cienciología.

Producto del miedo al Apocalipsis nuclear, el desprestigio de la guerra del Vietnam, las consignas de los movimientos ambientalistas, las ligas de los consumidores, las feministas y en oposición a la visión tecnocrática de algunos de los programas, surge el movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad con un elemento diferenciador, el componente crítico hacia la ciencia y la tecnología.

Uno de los propósitos del movimiento es integrar los diferentes estudios sociales de la ciencia y la tecnología, esto desde el reconocimiento que los desarrollos en ciencia y tecnología podían traer, también, consecuencias negativas a la sociedad, aunque algunos imprevisibles, pero, todos reflejando valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico y tecnológico, o sea, la ciencia y la tecnología como procesos sociales profundamente marcados por la civilización donde han crecido.

Es básicamente el resultado de la crisis de la lógica positivista sobre la ciencia. Ya la comunidad científica no obtiene tan fácil un cheque en blanco para sus proyectos sin que medie una justificación ética, política, económica, de justicia social. Es la superación de esos momentos donde se consideraba que las inversiones en desarrollo tecno-científico, automáticamente generan desarrollo económico y mayor bienestar social.

Con la obra “La estructura de las revoluciones científicas” escrita por T.S Kuhn en 1962 se hizo más explícita la crisis. Se apoya para ello en dos figuras, los paradigmas y las comunidades científicas, con las cuales relativiza los productos tecno-científicos. Además,

plantea un modelo no lineal de la relación entre ciencia tecnología y sociedad ya que por mucho tiempo la concepción dominante de esta relación era lineal, partiendo de las ciencias básicas, pasando por ciencias aplicadas e ingenierías y concluyendo con desarrollo e innovación.

El movimiento CTS no es que tenga un desarrollo lineal ni sin contradicciones, se presenta en su interior gran heterogeneidad teórica, metodológica e ideológica, pero tiene un punto común y es el nexo ciencia tecnología y sociedad. Acevedo (2002) identifica dos escuelas, la Europea más académica donde se destaca el carácter de la ciencia y la tecnología como procesos sociales, y la norteamericana (Science, Technology, and Society), más activista, política y pragmática, que pone el énfasis en los impactos sociales y ambientales de los productos científicos y tecnológicos.

Hoy, el movimiento CTS es una institución en algunos países, tanto en la educación universitaria y secundaria; como también, en las instituciones públicas a las cuales sirve como marco conceptual de referencia para la elaboración de las políticas científicas y tecnológicas. Hay publicaciones especializadas en CTS, como la revista Science, Technology & Human Values. Implicando todo esto, una fuerte red CTS alrededor del mundo.

2.2.4.2 Lo que propone el movimiento CTS:

El movimiento CTS propugna porque se establezcan nuevas finalidades de la enseñanza de la ciencia: de formar ciudadanos informados, responsables y capaces de tomar decisiones razonadas y democráticas en la sociedad civil y cultivar el sentido de responsabilidad social de los sectores vinculados con el desarrollo científico-tecnológico y la innovación (Acevedo, 2003; Vázquez, 2004).

El CTS, además de ser un recurso de crítica social, y de fundamentos de políticas en ciencia y tecnología, es una apuesta para la transformación de la educación científica, empezando por una transformación de currículum que favorezca el desarrollo de las potencialidades humanas, la construcción colectiva de ciudad, de país, de sociedad desde una perspectiva, por ejemplo, ecológica.

Propuesta que no está en disonancia con los planteamientos del Ministerio de Educación Nacional, MEN, donde se expresa que la política educativa, el currículum en general y la escuela como institución, no deben ser ajenas a la problemática social que generan la ciencia y la tecnología (MEN 1999 p.21) por lo que deben posibilitar la reflexión para desarrollar y formar mentes creativas y sensibles a los problemas.

Acevedo (2002) identifica el movimiento CTS como una opción educativa transversal que da prioridad, sobre todo, a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas).

Pensado el movimiento CTS como programa educativo, el proyecto Synthesys en los EEUU considera que con éste, se puede ayudar a cumplir objetivos como:

- Preparar al estudiantado a utilizar la ciencia para mejorar sus propias vidas y enfrentarse a un mundo cada vez más tecnológico.
- Enseñar a los estudiantes a abordar responsablemente cuestiones problemáticas de la ciencia y la tecnología relacionadas con la sociedad.
- Proporcionar a los estudiantes una correcta información sobre las diversas carreras y profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, aproximándolas a un estudiantado con diferentes aptitudes e intereses.

Con foco en la y el estudiante, el movimiento CTS busca facilitarle la comprensión de las experiencias cotidianas respecto a los fenómenos que suceden en la vida diaria, favorecer una percepción más ajustada y crítica frente a los temas de ciencia y tecnología, así como de sus relaciones con la sociedad que posibilite el ejercicio de una ciudadanía responsable y potenciar el desarrollo de capacidades intelectuales (pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas, toma de decisiones).

Otro propósito del movimiento es el acercar la ciencia a todos. Una concreción de este propósito se da con la propuesta de alfabetización científica, básicamente en los EEUU con la idea que los ciudadanos sean capaces de participar en el proceso democrático de

toma de decisiones y en la solución de problemas de la sociedad relacionados con la ciencia y la tecnología.

La propuesta de alfabetización científica sucede y es contrapropuesta a un intensivo plan de formación en ciencia y tecnología, lanzado por el gobierno de Estados Unidos como respuesta al lanzamiento del Sputnik por parte de Rusia, ya que ésta fue una tarea muy focalizada a los estratos altos.

A este fin, el de acercar la ciencia a los estudiantes y a toda la sociedad, obedecen, por ejemplo, las frecuentes celebraciones de semanas, olimpiadas y ferias de la ciencia o la existencia de clubs de ciencias. Esta preocupación ha llegado hasta la creación órganos gubernamentales, incluso de ministerios, dedicados expresamente a la ciencia y la tecnología.

La escuela como institución se posiciona frente a los desafíos que tiene el país; genera debate para entender el estado de atraso y su papel como actor del desarrollo.

2.3 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ORIENTADA POR EL MOVIMIENTO CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD:

Enseñar y aprender ciencia a partir de las necesidades y demandas de los y las estudiantes, con problemas abiertos y reales que propicien el pensamiento creativo, analítico, crítico y práctico son la base de la metodología de enseñanza desde la resolución de problemas con enfoque CTS.

Los lineamientos curriculares de Ciencias invitan a que después del inventario de los recursos naturales y niveles socioeconómicos y técnico científicos existentes se identifiquen las problemáticas objetos de estudio resultado de la relación hombre naturaleza ciencia tecnología y sociedad dentro de la lógica que el currículo responda a los problemas intereses, necesidades y aspiraciones del o la estudiante, la comunidad y la política educativa nacional.

Como el desafío es conciliar la ciencia y la tecnología con un modelo de desarrollo sostenible, el estudio de la ciencia debe permitir identificar los beneficios y las amenazas globales y las locales. Es la posibilidad y necesidad de trabajar la resolución de problemas a partir de problemas contextualizados, para que el o la estudiante se sientan comprometidos, motivados, impulsados a presentar y a exigir soluciones éticas, viables, innovadoras para el beneficio común. Que la enseñanza de la ciencia se acerque a las demandas y necesidades de los y las estudiantes.

Los problemas a abordar en una estrategia didáctica de resolución de problemas con enfoque CTS deben aportarle al centro que se propuso la institución al elaborar, con participación de toda la comunidad educativa y dentro de su autonomía, el PEI. Allí la institución muestra el papel que ella cumple rodeada de todos los estamentos, en el proceso de transformación de la sociedad y su visión de desarrollo:

En pocas palabras, el desarrollo humano sostenible nos habla de que no podemos estar de acuerdo con cualquier tipo de desarrollo sino que tenemos que asegurar que el desarrollo sea humano, pero que además no puede ser de cualquier tipo, sino un tipo de desarrollo humano que reparta con justicia distributiva, los frutos del desarrollo entre los grupos de la sociedad hoy en día (intra-generacional), que tenga en cuenta la variable ecológica, la diversidad natural y cultural, viva en concierto con la naturaleza y pensando en las futuras generaciones (intergeneracional). (Lineamientos p.26-27)

Según Vásquez (2000 p.28) “No es el desarrollo economicista, no es la educación como capacitadora para el progreso, es el desarrollo como ganancia y descubrimiento del propio hombre, y de la propia cultura. Lo que se quiere es que el hombre, al educarse, a la par que se descubra, conquiste “nuevas formas de hablar”. El desarrollo que avala la educación, no prescinde de la tradición ni se entrega a una revolución desaforada. Más bien es en ese interregno del diálogo, de la mediación, de los vasos comunicantes, en donde la educación ubica gran parte de sus responsabilidades”.

En el modelo de desarrollo a escala humana, propuesto por Max-Neef (1986), se espera que este se sustente en la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales, en la generación de niveles crecientes de autodependencia y en la articulación orgánica de los seres humanos con la naturaleza y la tecnología

El llamado es a elaborar un modelo propio, no una copia, ni que parta de los intereses de otros países. Son nuestras propias condiciones, es nuestro propio inventario.

No es ni apropiado tener como referente a un país desarrollado y cuya economía está basada en el consumismo, como tampoco a un país en el cual el estado ha tenido como prioridades el desarrollo de la ciencia, la cultura y la educación, es importante partir por reconocer que el nuestro es un país dependiente y consumidor de tecnología.

Pero hay unas generalidades como el buscar que los y las estudiantes se familiaricen con el modo de trabajo de los científicos y las científicas; plantear problemas abiertos; tratar que él o la estudiante experimente situaciones abundantes y variadas; propiciar el razonamiento creativo, crítico, analítico, práctico y, entre otros más, la motivación, cuyo principal componente es el estudio de problemas reales, para comprender el mundo físico y obtener poder sobre la naturaleza.

La ley 115 de 1994, señala entre sus objetivos la formación en los saberes particulares, la adquisición y generación de conocimiento, el acceso a los bienes y valores de la cultura, el fomento a la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones, el desarrollo de la capacidad crítica reflexiva y analítica y la capacidad para investigar y para crear tecnología.

2.4 LA ENERGÍA:

Al igual que para muchos otros campos de las ciencias, el proceso de enseñanza de la energía, se hace con una preocupación más enfocada en los resultados de las investigaciones científicas que en los problemas y las barreras epistemológicas que han encontrado los científicos y olvidando, además, que los avances en los conocimientos que

hoy se tienen de este campo, no son logros lineales ni espontáneos, que es mucha el agua que ha tenido que cruzar bajo el puente infinito de la historia.

La energía tiene una serie de características que la hacen muy especial, entre ellas se pueden resaltar, por un lado, el hecho de que cruza todos los campos y niveles de la física, de manera recurrente se utiliza este concepto, en el movimiento, los campos, la luz, la cuántica. Y por otro lado, la energía es un factor de primera importancia en el desarrollo de la humanidad, hoy los grandes problemas de supervivencia y desarrollo de la humanidad está enfocado en la búsqueda de nuevas fuentes energéticas, en lograr mayor eficiencia en su uso, en encontrar alternativas limpias que neutralicen una posible catástrofe ecológica. Un indicador del desarrollo de los pueblos se puede medir por la cantidad de energía que usan. El poder económico de muchos países está en sus reservas energéticas. El poderío militar está en la capacidad de liberar en el menor tiempo la mayor cantidad de energía.

El dominio sobre la energía es una ventaja competitiva del ser humano sobre el resto de seres de la naturaleza y también sobre otros humanos. Posibilita el desarrollo para algunos y la exclusión para otros. El no promover un desarrollo armónico, le genera hoy, a la raza humana, una crisis de sostenibilidad. El ser humano se cree amo y señor de la naturaleza y no parte de ella. De allí la importancia de asumir una actitud crítica y responsable con el desarrollo científico y tecnológico.

Lo anterior plantea tres marcos de estudio: el científico conceptual, referencia los principios, conceptos y leyes del modelo energético, el marco científico técnico que comprende la utilización de la energía por parte del ser humano y el marco social, referencia las consecuencias sociales, económicas y medioambientales de los procesos y desarrollos científicos y tecnológicos sobre la base de la energía.

Es, por lo tanto, un tema vital para la física y que requiere que en su proceso de enseñanza–aprendizaje mediante investigación dirigida con enfoque CTS que busca el aprendizaje significativo y que él o la estudiante sean sujetos centrales de su propio aprendizaje, se tenga en cuenta, para la secuenciación de los contenidos, las barreras epistemológicas que se han presentado y la evolución histórica de los problemas, sin olvidar el contexto en que estos se presentan. Y que aunque no se aborden todos los temas concernientes a la energía, se dejen las bases para facilitar su tratamiento posterior, al abordar la electricidad, la termodinámica, la cuántica, etc.

Para lograr que el o la estudiante, como ciudadano, tenga una formación cultural básica sobre la energía, conozca de los problemas reales y entienda las noticias de los medios, además de conocer los problemas que históricamente ha enfrentado la humanidad, se puedan abordar los problemas y desarrollos actuales.

Y todo este proceso debe partir de identificar las dificultades que se han detectado, desde la didáctica, para el aprendizaje de los temas relacionados, descubriendo las

concepciones alternativas para plantear estrategias y actividades que posibiliten desarrollar estas hacia concepciones más cercanas a las científicas.

2.4.1 Problemas detectados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de La energía:

Las investigaciones didácticas han cuestionado la eficacia de las propuestas tradicionales que abordan esta temática comenzando por la mecánica, donde se toma como punto de partida la definición del trabajo introduciendo a continuación las energías cinéticas y potencial para terminar con el estudio del principio de conservación de la energía. Posteriormente al abordar otros campos de la física, aparece de nuevo la energía y sus transformaciones, sin relacionarse de forma explícita con lo tratado en mecánica. Por otro lado este enfoque mecanicista puede dificultar en el futuro la comprensión por parte de los y las estudiantes del primer principio de la termodinámica. (Pérez, 2006).

En la secundaria “se introducen bloques de contenidos relativos a la energía con un enfoque netamente macroscópico. Así, por ejemplo, la energía se centra en los cambios de los cuerpos (el movimiento de un coche, la caída de una piedra, la variación de la temperatura del agua de un vaso, etc.)...el objeto es el estudio del mundo próximo al alumno.

- Los temas son, en resumen:

La energía, sus cualidades y las clases de energía.

La transformación, el intercambio de energía y la conservación de esta.

Temperatura y fenómenos asociados a la temperatura.

El papel de la energía en la sociedad actual.

Fenómenos ondulatorios. Luz y sonido.

Aspectos cuantitativos y cualitativos de los movimientos.

Las fuerzas y sus efectos sobre los cuerpos.

La gravitación y el peso de los cuerpos.

Presión y fuerza en un fluido.

La energía y su transferencia: Trabajo y calor.

“Aunque por título, parecen hablar de cosas y situaciones que son familiares, su aprendizaje no resulta sencillo para los alumnos”. Pozo (2.000.)

La física que se enseña necesita recurrir a representaciones idealizadas y simplificadas, bastante alejadas de la realidad, nuestra realidad. Además, se trata de profundizar centrado fundamentalmente en la resolución de los tradicionales ejercicios y problemas que implican la manipulación de datos numéricos, con el consiguiente peligro de que los problemas matemáticos se superpongan a los problemas físicos, que el alumno centre su atención en el aprendizaje de técnicas y algoritmos de cálculo olvidando el contenido científico del problema.

Hay un salto también, del objeto de estudio de la disciplina hacia una realidad más allá del mundo que percibimos, se pasa a estudiar un mundo más abstracto y más alejado de la realidad cotidiana (los grandes cuerpos y las grandes distancias, campos gravitatorios, ondas, partículas radiactivas, teoría de la relatividad y cuántica).

Hay momentos donde las dificultades están en las propias teorías que tiene el alumno sobre cómo funciona el mundo y otros donde la dificultad es el tener que recurrir a instrumentos que faciliten la representación de aquello que no puede verse.

Concepciones alternativas. Se ha encontrado que los y las estudiantes utilizan muy poco el término energía en sus explicaciones y cuando lo hacen introducen numerosas ideas alternativas que dificultan el aprendizaje de los temas relacionados con la energía, varios autores como Gómez Crespo, Pozzo, Hierrezuelo, Solbes y Tarín, han hecho diversos análisis de estas concepciones y las han clasificado, las más recurrentes son:

- Indiferenciación entre conceptos como fuerza y energía.
- Asociación entre fuerza y movimiento.
- Dificultades para comprender los fenómenos de la naturaleza en términos de interacción entre cuerpos o sistemas.
- Dificultades para asumir las conservaciones dentro de un sistema: energía, carga, etc.
- Asociar la energía con los seres vivos.
- Sinónimo de Combustible.
- Puede gastarse.
- Confundir las formas con las fuentes.
- Atribuir la energía potencial al cuerpo y no a la interacción entre los cuerpos.
- No activar los esquemas de transformación, conservación, transferencia y degradación.

2.4.2 La energía en la historia de la humanidad:

La energía es la esencia de la vida, un organismo para crecer y reproducirse necesita energía. Los primeros organismos obtenían la energía directamente del sol, eran organismos fotosintéticos, y además la mayoría eran capaces de fijar el CO₂: eran organismos autótrofos. Posteriormente surgieron los organismos heterótrofos, que se alimentan de sustancia orgánica sintetizada por los autótrofos.

El dominio de la raza humana sobre los otros seres y la naturaleza, tiene un momento clave cuando logra crear, sostener y dominar el fuego. Lo que le permite protegerse de las fieras, del frío, iluminarse en las noches, en las cuevas, prolongar el tiempo, controlar espacios. El fuego es, también, un elemento de socialización, en torno a él se reúnen las comunidades. El fuego es una representación simbólica de la mayor fuente de energía para la humanidad, el sol.

Lo simbólico del fuego es retomado por la mitología griega donde se narra que Prometeo, quien es un Titán, y desafiando al dios Zeus, busca favorecer a los a la raza humana entregándoles el fuego que le roba a los dioses, les enseña a dominar la naturaleza y a conocerse cada vez más.

Una lectura de este acto mitológico es que Prometeo representa el despertar de la conciencia, la madurez del hombre libre que haya dejado de ser criatura dependiente. Es la encarnación de la libertad humana enfrentada con orgullo al destino.

El fuego es poder de transformación, de adaptación, de socialización. Transforma las sustancias, se supera el frío y la oscuridad, convoca a reunirse a su alrededor. Representa lo espiritual (la luz), la sublimación (calor), el fuego es símbolo de vida, de energía, de la inteligencia, es agente de purificación y de destrucción. Es la representación de la fuente principal de energía para la humanidad, el sol.

Por mucho tiempo la raza humana solo dependía de su propia fuerza y de la energía que le aportaban los alimentos. Hasta descubrir el fuego lo que le permite obtener una supremacía sobre los demás animales, pero, además de necesitar alumbrarse en la oscuridad de la noche o de las cuevas, calentarse para combatir el frío o preparar sus alimentos, son variadas las necesidades de la humanidad: lograr, aumentar o reducir el movimiento, potenciar su fuerza, tener una vida más cómoda, trascender; y para ello construye la ciencia que le permite encontrar, explotar nuevas fuentes de energía y lograr su transformación.

Con el crecimiento de la población y el mayor desarrollo de la inteligencia humana, el hombre comienza a incrementar el rendimiento de su propia energía mediante el uso de utensilios y algunos instrumentos: la piedra labrada, para puntas de lanzas y flechas, arco para disparar con más energía sus flechas, martillos para golpear con más fuerza, etc.

Posteriormente el hombre descubre que puede recurrir a otras fuentes de energía distintas a la de su propio esfuerzo físico: como la energía de los otros animales utilizada para arar, el tiro de cargas y el transporte del propio hombre.

Con el correr de los siglos, todo el progreso del hombre se ha sustentado sobre estos dos pilares: La invención de instrumentos para multiplicar el rendimiento del trabajo: herramientas y máquinas.

2.4.3 La historia de la energía:

El concepto de energía es relativamente reciente y de hecho inicialmente no se habló de energía sino de otros conceptos que permitieron llegar a lo que hoy se conoce como energía y más concretamente permitieron la formulación del principio de la conservación de la energía.

Para los aristotélicos explicar el movimiento de los objetos requerían plantear la necesidad de fuerzas de apoyo

Una flecha se mantenía en pleno vuelo gracias a torbellinos y vórtices que formaban el aire...el fuego considerado como uno de los cuatro elementos, el comportamiento de los cuerpos calientes se explicaba de manera cualitativa, obedeciendo ciertas leyes de la naturaleza en las que la materia buscaba su sitio natural. La cosmovisión aristotélica concebía el universo como una serie de esferas concéntricas en las que se encontraba la tierra, rodeada de la esfera agua, la esfera aire y la esfera fuego; por tanto, el movimiento de una llama se explicaba por su tendencia natural de ubicarse en la última esfera; quizá esta sea la explicación sobre el uso de la palabra energía, cuya traducción del griego significa “en marcha”. Porras (2006)

La aparición del concepto de energía tuvo lugar a comienzos del siglo XIX, y se debió al físico inglés Thomas Young (1773-1829), quien lo introdujo en la teoría mecánica del calor radiante emitido por los cuerpos; más tarde este concepto fue aplicado por el físico inglés Sir William Thompson (1824-1907) en el ámbito de la termodinámica.

A partir de los trabajos de Thompson se llegó a la idea de que los cuerpos en movimiento poseen energía y, esta forma de energía se denominó energía cinética, en palabras de Thompson "...la fuerza viva o energía cinética de un cuerpo que se halla en movimiento es proporcional a su masa y al mismo tiempo al cuadrado de su velocidad". (Tomado de: A treatise on Natural Philosophie, Oxford, 1867. Citado en *hacia una conciencia energética* por Altshuler, J; 2004).

2.4.4 El concepto de energía:

El concepto de "energía" ha ido evolucionando, ampliando y perfeccionando, un primer acercamiento a este concepto tiene que ver con el movimiento, siendo esta una de las ideas más elementales, la energía como eficacia o como origen de actividad. La definición más clásica es la de la energía como capacidad de un sistema para realizar o producir trabajo. Además, otros tratan de definirla por fuera de lo operativo, asocian energía a un número o cantidad que no varía en los múltiples cambios que se dan en la naturaleza.

Y entonces, ¿cómo trabajar un concepto cuando presenta tantas dificultades para definirlo? en palabras de Feynman (1997) "El concepto de energía es muy sutil y de difícil

comprensión. Es decir, no es fácil entender la energía lo suficientemente bien como para utilizar el concepto en forma tan correcta que se pueda deducir algo a partir de él”.

Es común encontrar en textos de física referencias abstractas a la energía, se nombran pero no se definen, se aborda en diferentes campos de la física pero se elude su definición. En Feynman se encuentra como conclusión que: en la física de hoy día no tenemos conocimiento acerca de lo que es la energía... Es un algo abstracto en el sentido que no nos dice el mecanismo o las razones para las diversas fórmulas”.

Sin embargo, diversos autores han intentado conceptualizarla y este concepto ha ido evolucionando, ampliándose y perfeccionándose con el transcurso de los años. Si en los textos de hace 50 años era posible encontrar definiciones tales como: “la energía de un cuerpo puede ser definida, en sentido amplio, como su capacidad para hacer trabajo” definición que data del siglo XVII, hoy día muchos consideran que ésta definición es inexacta, por un lado por la ambigüedad de la definición, ya que energía es capacidad para hacer trabajo y trabajo es energía en tránsito y además porque los cuerpos y los sistemas siempre tienen energía y no necesariamente están realizando trabajo o ya han perdido esta capacidad por la degradación (degradación es pérdida de capacidad de transmitirse como trabajo útil y significa aumento de la entropía)

Como una propuesta alterna se ha tratado de definir en forma general como la capacidad de un sistema para producir cambios:

“una magnitud fundamental característica de los sistemas, en virtud de la cual éstos pueden transformarse, modificando su estado o situación, así como actuar sobre otros sistemas originando en ellos procesos de transformación”

Es la concepción de la energía como la causa de los fenómenos, contrario a ello, se sabe que aquello que hace que un proceso ocurra no es por las variaciones de la energía sino que está más relacionado con el aumento de la entropía. Además de las dificultades epistemológicas anteriormente planteadas, e importante plantear algunas desde la didáctica:

A partir de diferenciar lo que el habla popular considera “energía” con respecto al significado que se le atribuye en las ciencias físicas, el hecho de que en lo popular el concepto no esté asociado a alguna magnitud, no se pueda medir, distorsiona la comprensión del concepto y posibilita los falsos conceptos como los difundidos por los medios masivos o el surgimiento de vocablos pseudo científicos para justificar el uso de algún producto comercial.

La interpretación que se hace de la energía como propiedad material y no como proceso, es sustancializar la “energía” convirtiéndola en un objeto lo que dificulta entender el principio de conservación de la energía, que requiere interpretarla como un proceso de interacción.

2.4.5 El principio de la conservación de la energía:

El principio de conservación de la energía resume la realidad experimental de que siempre que desaparece algún tipo de energía en un sistema (cinética, potencial, del campo) en algún otro sistema aparece igual cantidad de energía, del mismo o de otro tipo. Se necesitaron miles y miles de experimentos cuantitativos a lo largo de muchos años para llegar a conocer esta realidad. Su desconocimiento puede conducir a conclusiones absurdas, incluso en temáticas que, a primera vista, no parezcan tener relación directa con la termodinámica.

Los primeros intentos para formular una ley de conservación para alguna magnitud se remiten a los trabajos de Christian Huygens (1629-1695), que resolvió el problema de la oscilación de un péndulo y los choques elásticos de cuerpos esféricos, para ello partió de unas ideas fundamentales; en la primera de ellas consideró que independiente de la forma de cómo estén relacionadas las partículas de un péndulo el centro de gravedad del mismo no podrá alcanzar jamás una altura de aquella a que comenzó a descender. (Esta idea hoy es conocida como la energía potencial gravitacional).

En cuanto a los choques elásticos de cuerpos esféricos Huygens, mostró que en ciertos tipos de choques se observa que la magnitud que resulta de multiplicar la masa de cada cuerpo por el cuadrado de su velocidad (mv^2) se conserva, es decir, que la suma tiene el mismo valor antes y después del choque. De esta manera surgió por primera vez en la historia del pensamiento físico la idea de que había algo que se conserva, y aunque en su génesis la conservación no fue planteada explícitamente para la energía, concepto en ese entonces desconocido si fue empleado para analizar las teorías mecánicas del movimiento.

A partir del trabajo de Huygens, el filósofo y científico alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), llamó a la cantidad (mv^2) **vis viva** (expresión latina que significa fuerza viva), pues para Leibniz, la causa del movimiento de los cuerpos no puede ser una causa divina, él admite en los cuerpos la realidad de un principio inextenso que es la causa del movimiento, principio al que llamó fuerza.

El principio de conservación de la fuerza, según Leibniz, es una consecuencia del principio de equivalencia del efecto entero y la causa plena. Luego si se conserva la cantidad de movimiento, la naturaleza no observaría la ley de igualdad entre el efecto y la causa, esto llevaría a que podría producirse un movimiento mecánico perpetuo, lo que implicaría que un efecto sería mayor que la causa.

A partir de esta reflexión Leibniz propuso como alternativa al principio de conservación del movimiento el principio de conservación de la fuerza y, formuló el axioma de la igualdad de la causa total y el efecto entero. Este se convirtió en un gran adelanto a lo que actualmente se conoce como el principio de conservación de la energía, ya que su axioma dice que “en el paso de la causa al efecto se conserva la cantidad de la fuerza”, (tomado de “Física y Metafísica de Leibniz”).

La idea de Leibniz sobre la conservación del producto de la masa por la velocidad al cuadrado (mv^2) (la fuerza viva “vis viva”), producto que mide la capacidad de acción de un móvil, condujo más tarde a la idea de energía cinética y trabajo mecánico.

El haber descubierto que los cuerpos en movimiento poseen energía y que a partir del trabajo mecánico se puede producir calor y viceversa, abrió un gran paso durante los años 40 del siglo XIX al estudio de la conservación de la energía, en esos estudios tuvieron un papel relevante el médico alemán Robert Mayer (1814-1878), el físico inglés James Prescott Joule (1819-1889) y el científico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894).

Es así que, el principio de conservación de la energía fue enunciado por primera vez por R. Mayer en 1842, quien parecía apoyar las ideas de Liebig, acerca de que el calor corporal de los seres vivos provenía de la energía química de la comida, así Mayer suponía que “la energía mecánica de los músculos provenía de la misma fuente, siendo intercambiables y convertibles la energía mecánica, el calor y la energía química.” (Mason, 1986, p. 133), de esta manera Mayer se dio cuenta de que el trabajo mecánico era producto del calor, donde a partir de cálculos más cualitativos que cuantitativos descubrió que cierta cantidad de calor es equivalente a esa misma cantidad de energía mecánica.

Estas ideas acerca de la equivalencia entre calor y energía mecánica dieron pie a R. Mayer a argumentar que “las fuerzas eran esencialmente causas, y dado que las causas eran indestructibles y convertibles en efectos, se seguía que las fuerzas eran asimismo indestructibles e interconvertibles” (Mason, 1986, p. 133), en palabras de Mayer “en muchos casos, el movimiento tiene por único efecto producir calor, y así el origen del calor no tiene otra causa que el movimiento”; en este sentido la energía para Mayer es una entidad que solamente es posible identificar a partir de la convertibilidad de los fenómenos,

y dado que la fuerza viva [energía cinética] como causa de movimiento es indestructible, el movimiento es igualmente una fuerza. Por otra parte:

“la fuerza puede considerarse como aquella entidad que a través de su “gasto” produce movimiento. El movimiento de una masa, inicialmente en reposo a una cierta distancia de la superficie de la tierra y dejada luego libremente, no puede surgir sin el gasto de otra clase de fuerza: es el gasto del levantamiento del peso lo que produce el movimiento de dicho peso. Por estar relacionadas como causa y efecto, es que la separación espacial es identificada como una fuerza: fuerza de caída” (Romero, 1999, p.58) [Actualmente energía potencial].

Ambas formas de fuerza (vis viva y fuerza de caída) son correspondientes a un efecto mecánico y si en determinada situación la fuerza de caída es transformada en movimiento y viceversa, el efecto mecánico total producido mantiene siempre un valor constante.

“Esta ley –afirma Mayer-, que es un caso especial del axioma de la indestructibilidad de las fuerzas, es conocida como el principio de conservación de la vis viva (energía)”. Romero (1999, p. 58)

Aunque las ideas de Mayer, acerca de la conservación de la energía eran coherentes no fueron aceptadas por la comunidad científica de ese momento por no tener una justificación experimental y ser producto del pensamiento naturalista del que hacia parte

Mayer, esa justificación experimental fue construida por Joule y dieron mayor fuerza a los planteamientos de Mayer y Helmholtz mas adelante.

El trabajo experimental que logró establecer el principio de conservación de la energía fue realizado en Inglaterra por Joule, un joven cervecero y científico aficionado que al igual que Mayer y otros estaba convencido de la indestructibilidad de la energía y que esta se podía manifestar de diversas formas; así pues, existían la energía eléctrica, la magnética y la química. Todas ellas podían convertirse en calor. El magnetismo, por ejemplo, podía producir una corriente eléctrica que a su vez era capaz de calentar un alambre. Y al arder el carbón, la reacción química entre éste y el aire generaba gran cantidad de calor.

Pero lo que Joule mostró experimentalmente fue que midiendo sistemáticamente las cantidades de diversas formas de energía estas podían convertirse en una cantidad dada de calor.

Joule quien tenía una idea mecánica del mundo material, consideraba que el calor era el movimiento de las partículas de los cuerpos, por lo que el calor era básicamente lo mismo que la energía mecánica. De esta manera Joule en 1843 midió el trabajo mecánico gastado en producir cierta cantidad de calor, el experimento consistió en medir con precisión la cantidad de calor producido mecánicamente por una rueda de palas (calorímetro) que agitaba agua, hallando que 772 libras por pie de trabajo mecánico producían y equivalían al calor requerido para elevar una libra de agua en 1°F, de esta

manera Joule logró mostrar que la energía mecánica se convertía cuantitativamente en calor.

Después de que Joule se convenció experimentalmente de que cierta cantidad de energía mecánica producía cierta cantidad de calor, demostró en 1847 la relación entre la energía mecánica y el calor, lo que se denomina “equivalente mecánico del calor” donde explicó que cualquier forma de energía podía convertirse en una cantidad fija y limitada de calor. Pero el propio calor era una forma de energía, así que, la energía no es posible ni crear ni destruirla, sino que solo es posible transformarla de una modalidad a otra.

Después de que fueron publicados los trabajos de Joule sobre la conservación y la interconversión de las diferentes formas de energía, aparecen los trabajos de Helmholtz en 1947, que desde la perspectiva biológica.

“argüía que los organismos vivos serían máquinas de movimiento perpetuo si derivasen la energía de una fuerza vital especial, aparte de la energía derivada de su alimentación. El principio de la imposibilidad del movimiento perpetuo indicaba por tanto que los animales obtenían su energía solo de sus alimentos, convirtiendo la energía química de la comida en una cantidad equivalente de calor y trabajo mecánico” Mason (1986, p. 134).

De esta manera Helmholtz es quien demuestra a la comunidad científica que si el calor y otros tipos de energía son en sí mismos formas de movimiento mecánico, entonces

la cantidad total de energía del universo es constante, es así que, Helmholtz en 1847 enuncia lo que se considera una de las leyes fundamentales de la Física: la Ley de Conservación de la Energía (LCE) que dice que “La energía no se puede crear (sacar de la nada) ni destruir (aniquilar, hacerla desaparecer). Únicamente se puede transformar de una forma a otra”. (Helmholtz, 1947)

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Los resultados y conclusiones que se presentan en este trabajo no son producto del azar, no se limita a la recolección y análisis de datos de una práctica, sino, que es el producto de un proceso de investigación, compuesto de una serie de actividades intencionadas.

3.1 RUTA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN:

Este proceso inició con la selección de un problema a partir del cual, en la búsqueda de una solución, se plantean unos objetivos de investigación y se emite una hipótesis. Intentar verificar la hipótesis se convierte en la guía de investigación por lo que se plantea la necesidad de una investigación de tipo cuantitativo la cual, por las condiciones establecidas de antemano en la institución donde se desarrolla la práctica, es una investigación cuasi experimental.

Ésta investigación es de tipo cuantitativa ya que en su estudio se manipula intencionalmente una variable independiente considerada causa antecedente, y una variable dependiente, como supuesto efecto consecuente. Es cuasi experimental, porque tanto los grupos control y experimental fueron establecidos previamente, y no se garantizó la aleatoriedad en su conformación, aunque si hay algunas características comunes, como se observa en la descripción de la población y muestra.

El grupo control se estableció para garantizar que la variable independiente manipulada es la causante del mayor o menor desarrollo de las habilidades procedimentales.

A la par que se establece el problema, se elabora el marco teórico donde se articulan el método de enseñanza de Resolución de problemas y en específico desde el modelo de investigación dirigida con el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad, CTS; esta última considerada más como una propuesta transversal.

A partir de estos elementos se diseñó una estrategia didáctica, que, partiendo de problemas abiertos y contextualizados, trabaja el tema de la energía mecánica, esta estrategia es la forma de manipular la variable independiente.

Después de trabajar la estrategia didáctica con el grupo experimental y someter al grupo control a un modelo de enseñanza de transmisión recepción, para observar el comportamiento de la variable dependiente se adopta un instrumento válido y confiable que se aplica a los grupos experimental y el grupo control. Los datos allí recogidos y su análisis verifican si la hipótesis se cumple o no en la experiencia concreta realizada.

3.2 LA HIPÓTESIS:

La hipótesis que orienta el proceso de investigación es la afirmación de que los y las estudiantes que participaron de un proceso de enseñanza-aprendizaje desde la metodología de Resolución de Problemas orientada con un enfoque CTS, desarrollan más las habilidades procedimentales que los y las estudiantes que participan de un proceso de enseñanza tradicional.

Como se observa es una hipótesis direccional de diferencia entre grupos, es decir, no solo supone que hay diferencia entre el grupo control y experimental en cuanto al aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental de las capacidades para resolver problemas, sino, que establece que el grupo experimental es mejor, en los aspectos estudiados, que el grupo control.

3.3 VARIABLES:

La hipótesis está compuesta por dos variables, una dependiente y la otra independiente:

3.3.1 Variable independiente:

La variable manipulada en este trabajo es la metodología de enseñanza que utiliza el profesor o profesora. La variable tiene dos valores: Un valor es la estrategia didáctica por transmisión- asimilación basada en la metodología de enseñanza tradicional que se le aplica al grupo control. El otro valor es la estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas abiertos como investigación dirigida, orientados desde el enfoque CTS, que se le aplica al grupo experimental.

3.3.2 Variable dependiente:

La variable observada en esta investigación es de tipo procedimental y se refiere a la habilidad o capacidad que desarrollan los y las estudiantes para resolver problemas. Esta variable está presente tanto en los grupos experimentales y el de control, se buscará como difieren los niveles de desarrollo de acuerdo al valor que tome la variable independiente.

3.3.3 Verificación de la hipótesis:

Para evaluar si los grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias, después de aplicar el instrumento a ambos grupos, se llevan los datos obtenidos, al estadígrafo “t student”, SPSS. Éste entrega valores de “t”, los grados de libertad, gl, y la significancia.

Los grados de libertad son el numero de maneras en que los datos pueden variar libremente, es la probabilidad de que un evento ocurra y oscila entre 0 y 1, donde 0 significa la imposibilidad de ocurrencia y 1 la certeza de que ocurra, se puede trabajar con un nivel de certeza predeterminado, fijado por el investigador. Con los grados de libertad y el valor obtenido de “t” se determina el nivel de confianza, o bien, si el investigador ha fijado un nivel, se verifica si se supera o no este nivel o sea, si se cumple la hipótesis. En ciencia el nivel de confianza mínimo es de 0.05 para poder generalizar y no simplemente intuir.

3.4 FACTORES:

El método de enseñanza-aprendizaje mediante investigación dirigida, tiene cuatro componentes esenciales, que se convierten de la prueba, en los factores a medir que indican el nivel de desarrollo de las habilidades para solucionar problemas:

- Factor comprensión del problema.
- Factor emisión de hipótesis
- Factor elaboración y ejecución del plan
- Factor evaluación de los resultados

3.4.1 Factor comprensión del problema:

Este factor integra el planteamiento de situaciones problemáticas y el estudio cualitativo de éstas (Gil referenciado en Campanario (1999)). Es aceptar, hacerse consciente de que existe una situación problemática, a la que él o ella intentarán comprender y acotar para generar propuestas de posible solución. Se puede partir de una o varias preguntas o experimentos que produzcan inquietudes y exijan una explicación. Un gran avance se da cuando él o ella generan las propias preguntas y se plantean de manera precisa el problema.

La capacidad de ser sensible ante los problemas le permite a los individuos problematizar las cosas y los nexos causales, es decir, presentárselos a sí mismos como problemas y de esta manera proponer soluciones a los mismos. (García 1998) parte de entender que un problema está representando lo buscado en una pregunta o grupo de preguntas que generan una tensión en el pensamiento productivo de los individuos y cuya

solución requiere de la búsqueda de nuevos conocimientos (Martínez 1986 en García 1998).

Este factor se materializa a través de los indicadores propuestos por Rentería (2009).

Establecimiento de relaciones entre los datos ofrecidos por el problema (RD). Para evaluar dicho indicador se formula una situación problema en la cual hay datos conocidos y desconocidos, estos al mismo tiempo pueden ser necesarios e innecesarios para la solución del problema. El evaluado debe escoger la opción que establezca relación entre datos necesarios para la resolución del problema.

Identificación del estado inicial del problema (CI). Para evaluar el indicador, a partir de una situación se debe determinar si los datos ofrecidos por el problema son o no necesarios para su solución.

Determinación de inconsistencias en una situación problema (C). Para evaluar este indicador se formula una situación problema y se debe determinar las inconsistencias que hay en las informaciones que presenta el problema para dar solución al mismo.

3.4.2 Factor emisión de hipótesis:

Luego de formulado el problema y haber hecho el análisis cualitativo, debe propiciarse la visibilización de las concepciones alternativas y tratar de explicar las relaciones de los distintos conceptos que ya se poseen y evitar que el paso inmediato de intento de resolución sea aplicar una fórmula.

La emisión de hipótesis es una labor en un doble sentido, de análisis y de síntesis, el análisis descompone el todo en sus partes y las somete a estudio individual. La síntesis establece relaciones entre las partes. Emitir hipótesis es tratar de dar cuenta de la manera como posiblemente se relacionan las variables en cuestión, realizar representación de la situación planteada bien sean graficas pictóricas, formales y emitir juicios (García y Cauich, 2008).

Este factor se operacionaliza mediante el indicador selección de la hipótesis más adecuada para solucionar el problema (SH).

Selección de la hipótesis más adecuada (SH). Este indicador se mide utilizando una situación problema, en la cual se debe determinar la mejor hipótesis para resolver dicho problema plantado.

3.4.3 Factor elaboración y ejecución del plan:

Es un factor más relacionado con las habilidades metacognitivas, ya que se refieren a la conciencia y al conocimiento del o la estudiante de sus propios procesos cognitivos, es decir, al conocimiento sobre sus propios procesos de conocimiento. Las habilidades metacognitivas son necesarias para la adquisición, el empleo, y el control del conocimiento, y de las demás habilidades cognitivas.

Ser metacognitivo permite al o la estudiante la capacidad de controlar estos procesos organizarlos, dirigirlos y modificarlos cuando sea necesario para lograr las metas

de aprendizaje. En la resolución de problemas las habilidades metacognitivas se hacen necesarias para diseñar planes que permitan la solución del problema, para estar en constante reflexión sobre los procedimientos utilizados en la solución del problema, para no cometer varias veces el mismo error, para sistematizar los procesos utilizados en la solución de problemas.

La habilidad metacognitiva se operacionaliza mediante los siguientes indicadores: determinar que hace falta saber para resolver el problema y como se podría completar (DN), seleccionar una situación en la cual un principio científico sea aplicable (SA) y detectar los errores que pueden haber en el plan diseñado para la solución de un problema (RF).

Determinar que hace falta saber para resolver el problema y como se podría completar (DN). Para la evaluación de este indicador se presenta un problema, en el cual hacen faltan conocer datos para la solución. El estudiante debe identificar la información que es necesaria conocer para solucionarlo.

Seleccionar una situación en la cual un principio científico sea aplicable (SA). Para la evaluación de éste indicador se expresa un principio científico y con dicha información se debe determinar qué situación se puede solucionar mediante la utilización de dicho principio.

Representación formal del problema (RF). Para evaluar este indicador se plantea una situación problema la cual debe ser representada mediante ecuaciones matemáticas. Se debe escoger la opción que representa las variables que intervienen en el problema con sus respectivas relaciones.

3.4.4 Factor evaluación de resultados:

La evaluación es un término polémico, en el campo de la educación la evaluación es utilizada de muchas maneras diferentes, así la evaluación es asumida como la comparación de los objetivos propuestos con los resultados obtenidos; como la medida de algo, como un juicio de valor o como un proceso sistemático y permanente. En la resolución de problemas la evaluación hace parte de dicho proceso, es mediante la evaluación que los resolutores otorgan juicios de valor a los procedimientos utilizados para la solución de los problemas y/o se determina si la solución del problema está acorde con la hipótesis planteada y las teorías científicas existentes. También se puede utilizar la evaluación en el proceso de resolución de problemas para determinar los conocimientos que hacen falta para la solución del problema.

Como la idea de la estrategia es que los conocimientos se apliquen a nuevas situaciones para profundizar y afianzarlos, hay dos herramientas importantes, la transferencia y la generalización.

Transferir es utilizar conocimientos adquiridos en otros contextos, para realizar actividades o solucionar situaciones. En la resolución de problemas la transferencia se hace

evidente cuando los individuos al planificar estrategias de solución revisan los patrones de solución que ya conocen para aplicarlos en un nuevo problema (García, 1998). Pólya propone que para resolver problemas de matemática el alumno debe buscar situaciones que se sean parecidas al problema que desea resolver, es decir de cierta manera el alumno puede hacer transferencias de conocimientos que ha adquirido en contextos diferentes.

La generalización hace parte importante de las ciencias. Para estudiar una ciencia como la física, se hacen estudios de fenómenos, se encuentran características comunes a todos y se establecen reglas que abarquen sus comportamientos. Dichas reglas generales son utilizadas para comprender otros fenómenos particulares que también incluyan las reglas generales ya estudiadas. En la resolución de problemas la generalización se utiliza para interpretar los datos obtenidos en el proceso de resolución, es mediante esta que los estudiantes pueden emitir conclusiones sobre el estudio realizado.

Para medir este factor se utilizan tres indicadores: Seleccionar la mejor solución del problema (MS), detectar a que otros interrogantes además de los planteados se les puede dar solución, basados en la información proporcionada por el problema (OI) y deducir la constante (DC).

Seleccionar la mejor solución del problema (MS). Para evaluar este indicador se propone una situación problema con múltiples opciones de solución. Desde esta situación se debe escoger la opción en la que se represente la mejor alternativa de solución al

problema planteado. El reactivo es calificado como correcto si se escoge la opción que está dirigida a la verificación de la hipótesis.

Detectar a que otros interrogantes además de los planteados se les pueden dar solución en el problema (OI). Para operacionalizar dicho indicador se plantea una situación, a partir de la cual se debe determinar a qué otras cuestiones se pueden dar respuesta usando la información que suministra el problema.

Deducir la constante a partir de un grupo de datos (DC). Para medir este indicador se describe al o la estudiante el comportamiento de un fenómeno, éste o ésta debe determinar la magnitud que en el fenómeno permanece constante.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA:

La población para esta investigación está constituida por estudiantes de décimo grado. La muestra estuvo representada por los tres grupos de décimo grado de la Institución Educativa Benedikta Zur Nieden. Para una mejor comprensión de las cualidades de la muestra escogida, en primer lugar, se hace una descripción de la institución de la cual se escogió la muestra. En segundo lugar, se argumenta porque la muestra escogida representa la población.

La Institución Educativa Benedikta Zur Nieden es de carácter público, sus estudiantes son de estrato socioeconómico uno y dos y está ubicada en la zona urbana del municipio de Medellín (Antioquia- Colombia). Dicha institución cuenta con aproximadamente 1500 estudiantes distribuidos en 36 grupos, desde el grado preescolar

hasta el grado undécimo. 24 grupos están formados por estudiantes de secundaria, y los 12 grupos restantes por estudiantes de preescolar y primaria. La institución cuenta con dos jornadas académicas. La primera jornada va entre las 6 am y las 12 del medio día. La segunda jornada desde las 12:30 a las 6:30 pm. Los grados de octavo, noveno, décimo y undécimo están ubicados en la primera jornada con un grupo de preescolar y cinco grupos de primaria, y los grados sexto, y séptimo con otro grupo de preescolar y cinco de primaria en la segunda jornada.

La institución cuenta con tres cursos de décimo grado. Cada uno participa de un bloque de clases de física semanal, cada hora académica es de 50 minutos. La edad de los y las estudiantes para los dos grupos oscila entre los 15 y 16 años.

Los grupos experimental y el grupo control se seleccionaron al azar, de los tres décimos. El grupo control, el 10-2, tiene 37 estudiantes y los grupos experimental suman 49 estudiantes, uno tiene 20, el 10-3, y el otro, el 10-1, con 29. La relación entre hombres y mujeres era equivalente para ambos.

3.6 INSTRUMENTO:

Aunque la estrategia didáctica pretende lograr cambios actitudinales, conceptuales y procedimentales, la investigación indaga por estos últimos. El supuesto es que aunque, los y las estudiantes pueden llegar a obtener resultados no esperados o no científicamente aceptados, están aprendiendo ciencia, porque están aprendiendo a trabajar científicamente.

Para diferenciar el desarrollo de las habilidades procedimentales de los grupos experimentales con respecto al grupo control, se utilizó una prueba elaborada por la profesora Rentería en su tesis para optar el título de magister, el cual fue probado por Rentería (2009) para hallar el grado de validez y de confiabilidad.

La prueba original consta de 27 reactivos, que sirven para evaluar 10 factores, cada uno con sus indicadores. Estos factores son los que permiten, acorde a lo propuesto por J. J. García, identificar, clasificar y definir las habilidades necesarias para la resolución de problemas.

El formato de los reactivos es de selección múltiple con cuatro opciones de respuesta. El índice de discriminación de la prueba es en promedio 0,43, es decir, los reactivos que conforman la prueba en un 43% en promedio diferenciaron entre los buenos y malos resolutores de problemas. El índice de dificultad de la prueba es en promedio de 0,51. Es decir, en promedio el 51% de 286 estudiantes de undécimo grado respondió de manera correcta a los 27 reactivos seleccionados para la prueba final.

El instrumento presenta un índice de confiabilidad de 0,667, es decir, en un 66,7% la prueba genera en un individuo la misma puntuación o una muy similar, si éste la resuelve varias veces.

Para calcular el índice de confiabilidad de la prueba, Rentería (2010) seleccionó las puntuaciones obtenidas en 286 evaluados para cada uno de los 27 reactivos. Con estos

datos se calculó el índice de correlación Alfa de Cronbach (α), para lo cual usó la ecuación:

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left[1 - \frac{\sum_i^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

α = alfa de Cronbach

K = cantidad de reactivos en la prueba.

s_i = la desviación estándar de las puntuaciones de la prueba.

S_i = la desviación estándar de las puntuaciones de los reactivos.

En cuanto a la validez de la prueba, el test no fue validado usando procedimientos estadísticos, sino que se realizó una validación aparente usando juicio de expertos. De esta manera, el test conformado por los 27 reactivos fue enviado a tres expertos en el tema para que estos evaluaran si había o no correspondencia entre los contenidos conceptuales sobre resolución de problemas desde la literatura y las especificaciones del contenido de la prueba realizada en los factores e indicadores de la misma.

Según los juicios de expertos hay correspondencia entre los contenidos conceptuales sobre resolución de problemas que hay desde la literatura y las especificaciones del test realizada en la descripción de las variables hechas por Rentería (2009) en su investigación.

De igual manera, los juicios de expertos evidencian que existe correspondencia entre las especificaciones del contenido de la prueba y los reactivos que la conforman, esto

permite inferir que la prueba usada en la investigación mide la capacidad de los estudiantes para resolver problemas.

En este trabajo el instrumento es adaptado, buscando un acercamiento al modelo de resolución de problemas mediante investigación dirigida. Para ello la variable dependiente se subdivide en cuatro factores, y cada uno es operacionalizado apoyado en un grupo de indicadores, para finalmente usar 10 reactivos.

Para apoyar el análisis, la siguiente tabla presenta el índice de discriminación y de dificultad para cada uno de los 10 reactivos seleccionados; estos índices fueron los hallados en la prueba piloto para su aceptación como prueba que permite medir las habilidades procedimentales:

Tabla No.1. Índices de discriminación (D) y de dificultad (P) de los reactivos que conforman el test que mide la capacidad para resolver problemas.

Factor	Indicadores o reactivos	Índice de discriminación (D), índice de dificultad (P)
Comprensión del problema	Establecimiento de relaciones entre los datos ofrecidos por el problema (RD).	D=32 P= 44
	Identificación del estado inicial del problema (CI)	D 17 P 41

	Determinación de inconsistencias en una situación problema (C).	D 60 P 65
Emisión de hipótesis	Selección de la hipótesis más adecuada	D 42 P 41
Elaboración y ejecución del plan	Determinar que hace falta saber para resolver el problema (DN)	D 35 P 45
	Seleccionar una situación en la cual un principio científico sea aplicable (SA).	D 40 P 48
	Representación formal del problema (RF)	D 57 P 62
Evaluación de resultados	Seleccionar la mejor solución del problema (MS)	D62 P 58
	Detectar a que otros interrogantes se les puede dar solución en el problema (OI)	D 47 P 46
	Deducir la constante a partir de un grupo de datos (DC)	D 56 P 47

CAPITULO IV

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ABIERTOS MEDIANTE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA PARA DESARROLLAR HABILIDADES PROCEDIMENTALES

La estrategia didáctica que se describe en este apartado es el resultado de la articulación de los tres temas trabajados en el marco teórico. Por ello se aplicó la metodología de enseñanza-aprendizaje de resolución de problemas mediante investigación dirigida; en la cual se resolvieron problemas sobre el concepto de energía, contextualizados desde el entorno de los estudiantes, acorde a lo que propone el enfoque Ciencia, Tecnología y sociedad.

Aunque el propósito de esta investigación está dirigido hacia el desarrollo de habilidades procedimentales, la estrategia utilizada no está enfocada únicamente a la enseñanza de dichas habilidades, la valoración positiva o negativa del desarrollo de estas capacidades deben ser resultado de trabajar con los y las estudiantes conceptos sobre energía mecánica, desde el enfoque antes descrito que posibilite la formación integral y no únicamente el aprendizaje de los procesos que se deben llevar a cabo para la resolución de problemas.

La estrategia didáctica se concreta en una unidad didáctica para la enseñanza sobre conceptos de energía mecánica. Esta se lleva a cabo en 5 bloques o sesiones de 2 horas cada una. Para cada sesión se describen el objetivo, la duración, las actividades realizadas, el rol que debe cumplir el estudiantado y el profesorado para favorecer el proceso de enseñanza–aprendizaje.

4.1 ARTICULACIÓN DE LOS REFERENTES TEÓRICOS EN LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA:

La estrategia didáctica propone dos temas generales que se puedan problematizar, el funcionamiento de los vehículos automotores y el de los electrodomésticos. Con estos temas se busca como estrategia:

No abordar de manera aislada y atomizada el tema y concepto de energía. Si bien el tema a trabajar es la energía mecánica, básicamente la potencial, la cinética y el principio de conservación; en la problematización y solución, que proponen los estudiantes, de los temas generales, se utilizan los temas específicos.

Posibilitar una mirada crítica a los desarrollos tecnológicos y científicos. Los problemas que surgirán de estos temas serán contextualizados, cercanos a la cotidianidad del o la estudiante, son temas de debate en el mundo actual, porque tienen que ver con el medio ambiente y las crisis energéticas.

Plantear problemas abiertos. Los grupos de trabajo, luego de consultar y leer sobre el tema seleccionado, se plantean preguntas que se organizan como posibles problemas a los que se les debe proponer una solución. La facilitadora y el facilitador anticipan algunas de las problemáticas que puedan surgir, pero no se conocen a ciencia cierta. La mayoría de los problemas son hoy temas de debate público y no se tiene un camino de solución ni la solución misma.

Trabajar las concepciones alternativas. Aunque, las actividades problemáticas deben aportar a que el o la estudiante expliciten y utilicen sus ideas de partida desde las cuales se puedan detectar las concepciones alternativas, en esta estrategia didáctica se asumen unas concepciones ya estudiadas y sistematizadas por autores como Pozo (2000), Pérez, 2005 García; Carmona, 2005; Solbes, 1998; Gil y otros ,2003).

Frente a las concepciones alternativas, la estrategia es partir de reconocer la existencia de éstas, entendida como la forma práctica que tienen los y las estudiantes de enfrentar la realidad. En consonancia con Pozo (2000) se trata interpretar las concepciones alternativas y relacionar los conocimientos cotidianos con los científicos en la unidad didáctica o en el currículo desde un enfoque de enseñanza de investigación dirigida. No es la intención de confrontar estas ideas previas para calificarlas como equivocadas, sino valorarlas y llevarlas al límite.

Una síntesis de estas concepciones se encuentra en Pozo (2000), donde se afirma que las ideas que manejan los y las estudiantes respecto a la energía son:

- La energía se ve como algo material, una sustancia. Una especie de combustible que puede gastarse y es necesario reponer.
- La energía está siempre ligada a la actividad (seres vivos, coches, etc.). Las cosas inanimadas no tienen energía.
- Para que un cuerpo gane o pierda energía es necesario un agente que provoque ese cambio.
- Un cuerpo puede ganar o perder energía de forma independiente. Es necesario el agente, pero no se produce intercambio de energía con otro cuerpo.
- La energía es una propiedad de los cuerpos.
- Como resultado de la interacción entre cuerpos y sistemas se producen transferencias de energía.

La estrategia, también, valora el papel activo del estudiante en su proceso formativo. Esta es una característica propia de la metodología de resolución de problemas mediante investigación dirigida. No es la intención de llenar la mente mediante un proceso de transmisión, repetición y acumulación, sino, posibilitar que el estudiantado haga una reconstrucción personal de “productos y procesos culturales”, problematizando situaciones, generando hipótesis, buscando solución, confrontando sus respuestas, es el camino planteado.

El profesor o profesora cumple la función de facilitar el proceso de aprendizaje, para ello requiere comprender el tema, con un buen nivel de profundidad. Sus desarrollos

históricos, epistemológicos, las bases teóricas sobre la que se construye y los modelos que la sustentan. Esto posibilitará hacer la recontextualización (Hernández 2002), o sea, llevar el conocimiento del espacio de su producción al espacio del aula, jerarquizando, seleccionando y reorganizando los contenidos. Pero esta jerarquización y organización no solo obedece a esa necesidad de transposición didáctica, sino y también, a una toma de posición política y metodológica y al concepto que se tiene del o la estudiante como objetos o sujetos de transformación.

Reiterando lo dicho antes, la resolución de problemas mediante investigación dirigida aporta a la estrategia, también en lo metodológico, buscando que el o la estudiante se acerquen al problema en un estudio cualitativo, hagan sus propias emisiones de hipótesis como investigadores, planteen propuestas o caminos de solución, diseñen el plan, lo ejecuten y luego confronten lo hallado, hasta donde se puede ir, qué límites se tienen.

De una manera esquemática, la estrategia intenta que:

El o la estudiante hagan una representación personal y también colectiva del problema, a partir de discutir y de explorar materiales o datos que les permiten encontrar información que los confrontan con sus esquemas previos. Se hace un acercamiento cualitativo al problema.

Establezcan relaciones entre informaciones y datos y sus propios conocimientos que les permiten establecer posiciones hipotéticas. Establecer hipótesis.

Proponerse un plan de acción, con la búsqueda de la información faltante, conceptos faltantes, el profesor o profesora puede sugerir la introducción de un nuevo concepto si es el caso.

Y una última fase de evaluación, en la que los y las estudiantes aplican estos conceptos recién adquiridos a nuevas situaciones que les permita detectar limitaciones y proyecciones de la solución propuesta.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

En esta estrategia los problemas abiertos y contextualizados desde el CTS, son el punto de partida y alrededor del cual gira el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes. A los estudiantes no se les suministran problemas para que ellos los resuelvan, sino que se le suministran dos temas que involucran el concepto de energía, de los cuales surgen de los estudiantes problemas de interés para ellos. A continuación se hace una descripción del proceso que orienta el profesor para el surgimiento de los problemas.

4.2.1 Identificación de problemas abiertos:

Para llevar a cabo este proceso a los estudiantes se les suministran dos temas que involucran el concepto de energía, los cuales son: el funcionamiento de los electrodomésticos o el funcionamiento de los vehículos automotores. Cada subgrupo de trabajo debe escoger un tema y leer algunas cuestiones, discutir y consultar algunas cuestiones suministradas por el profesor. Esto permite a los estudiantes conocer más sobre el tema, para de esta manera plantar sus propios problemas o interrogantes. A continuación se presentan las orientaciones del profesor.

El funcionamiento de un automóvil es posible por las diferentes transformaciones de la energía que se suceden en el mismo. El problema al que se enfrentan los científicos y desarrolladores de tecnología para los autos es el lograr mayor eficiencia en el uso de la energía y el menor impacto ambiental. Algunas preguntas que te ayudan a conocer más sobre el tema son:

- Investigar en qué consiste el efecto invernadero, ¿qué tiene que ver con este problema el funcionamiento de los vehículos motorizados?
- ¿Por qué el gobierno local decidió aplicar pico y placa a las motos de dos tiempos?
- ¿Cuáles son los procesos de transformación de la energía que se suceden en el funcionamiento de un vehículo?
- ¿En qué factor se modifica la energía cinética de un automóvil si se duplica la velocidad? ¿qué se requiere para duplicar la velocidad?
- Un auto sube una cuesta manteniendo su velocidad constante ¿cuál es el incremento de la energía potencial gravitatoria del sistema auto tierra?

En nuestros hogares, cada mes, uno de los dolores de cabeza es el pago de los servicios públicos; uno de los cobros corresponde al “consumo de energía”. Diferentes campañas nos piden hacer un uso más racional de ésta. Algunas preguntas que nos permiten conocer más sobre la influencia del consumo de energía en lo social son:

- ¿Por qué es necesario un uso responsable de la energía eléctrica?
- ¿Por qué se propone cambiar los bombillos comunes por bombillos ahorradores?
- ¿Cuáles son los procesos de transformación de la energía que se suceden desde el embalse hasta llegar a los elementos (aparatos eléctricos)?
- ¿Qué otras formas hay para generar energía eléctrica?
- ¿Qué se entiende por energía limpia?
- Si en tu casa se pudiera ahorrar el 40% del “consumo” de energía, ¿En pesos, cuánto sería ese ahorro mensual?
- ¿Por qué se requiere construir la casa de máquinas de la central hidroeléctrica a grandes profundidades con respecto al embalse?
- ¿Por qué no instalar la rueda Peltón al nivel de las compuertas del embalse?
- Cuando el agua está bajando por las tuberías hacia la casa máquina ¿Qué característica del movimiento está variando? ¿Cuáles variables intervienen?
- Si el agua en un río normal se mueve a una velocidad promedio de 5 m/s, ¿cuál es el problema en convertir ese movimiento en energía eléctrica? ¿Qué pasa con la velocidad?

Cada grupo desarrolla, para su problema seleccionado, los siguientes ítems que deben consolidar en un trabajo final:

4.2.2 Proceso de resolución de problemas:

En esta etapa los y las estudiantes inician el proceso de formulación y resolución del problema. Para dichos propósitos se tienen en cuenta las etapas propuesta por Gil (1983), para un proceso de resolución de problemas como investigación dirigida.

Definición del problema. El grupo, con sus propias palabras, define cual es el problema a resolver. Como ayuda pueden responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la situación?
- ¿Cuál es la situación ideal o cambio deseado?
- ¿Qué importancia tiene abordar este problema?
- ¿Para qué sirve trabajarlo?

Estudio cualitativo del problema. Algunas de las preguntas que orientan dicho proceso son la siguiente:

- ¿Qué conceptos de los que sabemos son útiles para resolver el problema?
- ¿Podemos dividir el problema en subproblemas?
- ¿Qué otras preguntas nos podemos hacer?
- ¿Qué temas o conceptos no conocemos y tal vez puedan sernos útiles para solucionar el problema?
- ¿Datos conocidos y los desconocidos?
- Emitir hipótesis. Aquí funciona la creatividad, es plantear cosas nuevas pero fundamentadas. Es plantear una acción creativa y el resultado esperado relacionando las variables.
- Plantear estrategias de resolución. También requiere de imaginación. Es plantear los experimentos o tareas a realizar paso a paso y lo que espero encontrar en cada paso.
- Analizar los resultados. Responder si se cumplió o no la hipótesis.
- Conclusiones. Para qué sirvió el trabajo hecho y que nuevas preguntas surgen.

Con base en lo anterior se plantearon las siguientes sesiones

4.3 ACTIVIDADES DE CAMPO:

4.3.1 Sesión 1:

Presentación de la unidad

Objetivo. Motivar al estudiantado para lograr su compromiso y participación activa en la experiencia investigativa.

Actitudes del profesor o profesora. Debe tener una actitud abierta, escuchar sugerencias, con mucha lúdica, actitud motivadora, de dejar claro que lo que se está haciendo es algo nuevo y requiere del estudiantado una actitud abierta, de trabajo colaborativo y que son ellos o ellas (los y las estudiantes) los que dinamizarán cada sesión de la unidad como sujetos y no objetos del proceso.

Actitudes del o la estudiante. Sentirse que pueden preguntar y hacer sugerencias, participación activa en las discusiones.

Duración. 2 horas

Actividades. Explicación de la intención del trabajo de investigación, las etapas que se desarrollan en la unidad, el papel de los profesores practicantes en el acompañamiento y orientación del proceso de investigación, el papel de los y las estudiantes con compromisos por sesión y la entrega de un trabajo final que dé cuenta de los diferentes etapas que se desarrollan en el proceso investigativo seguido.

Como parte del proceso de motivación y para introducir el factor elaboración de problemas, se presenta un video sobre Nicola Tesla (Nicola Tesla.mpg, donde desde una referencia biográfica, muestra los inventos y desarrollo tecnológico de este científico, dificultades para sus logros, encuentros con otros científicos, posiciones políticas y económicas que interfirieron en sus investigaciones, como se llama el video y de que trata). Se habla sobre el video, tratando de orientarla al proceso de investigación y de clarificar los problemas que enfrentó este científico.

Se crean grupos de trabajo de dos o tres integrantes y se les entregan dos documentos: sobre los carros eléctricos y edificios con uso eficiente de energía.

Se abre la discusión sobre la importancia de trabajar el tema de la energía, se tienen unas preguntas que sirven de apoyo a ésta:

- Cuáles son las necesidades humanas que requieren recursos energéticos;
- Cómo evolucionan dichas necesidades;
- Cómo se distribuye el consumo mundial de los recursos;
- Cuáles son los problemas tecnológicos, ambientales, etc., asociados al uso de las diversas fuentes de la energía (extracción, transporte, residuos...)
- Cuáles son los debates actuales sobre reducción del consumo, energías alternativas,
- Hay desequilibrios entre países desarrollados y los no desarrollados.

- Cuál es el papel como ciudadanos y ciudadanas, como futuros profesionales y, por qué no, algunos como futuros científicos en este tema

Compromisos: Se establece un primer compromiso para la próxima y es elaborar un problema desde el tópico seleccionado.

4.3.2 Sesión 2.

El problema y la explicitación de las ideas alternativas.

Objetivo. Que él o la estudiante desarrolle su capacidad de analizar cualitativamente el problema.

Conductas del profesor o profesora. Incentiva a que todo el grupo aporte al equipo que está exponiendo; asume una actitud fundamentalmente de observar y escuchar, cuando es necesario hace preguntas que puedan orientar la discusión, responde a preguntas

Duración. 2 horas

Actividades. Se hace la puesta en común de los problemas planteados por cada grupo, compromiso de la sesión anterior.

Se revisa colectivamente el proceso de elaboración de problemas, la elaboración de preguntas, teniendo en cuenta el evitar las ambigüedades y las generalidades para ser más precisos con la definición del problema; para ello todo el grupo hace preguntas y aportes sobre lo elaborado.

En la socialización se debe intentar que quede claro, el por qué el grupo considera que es un problema, cuál es la importancia de buscarle una solución, cuáles son las dificultades de solución, qué cree el grupo que sabe y qué no sabe.

Los problemas propuestos que pueden ser entre otros, sobre la eficiencia del uso de la energía, la posibilidad o imposibilidad del movimiento perpetuo, la crisis energética, el calentamiento global, las guerras del petróleo, etcétera, permiten una discusión inicial para detectar y explicitar las ideas previas.

Con base en las exposiciones se hace un mayor énfasis en los tipos de energía, las fuentes y las transformaciones.

Compromisos. Consultar temas específicos que surgen de los problemas planteados: el efecto invernadero y calentamiento global así como el uso de la energía que hacen los vehículos y los electrodomésticos.

4.3.3 Sesión 3.

Introducción de los conceptos de energía cinética, potencial y la conservación.

Objetivo. Identificar la necesidad de vincular nuevos conceptos en la búsqueda de una solución a los problemas planteados.

Duración. 2 horas

Actividades. El profesor o profesora hacen una exposición de los temas mientras los estudiantes relacionan lo expuesto con la investigación que están haciendo.

Actitudes del profesor o profesora. Incentiva a los estudiantes para que formulen definiciones y expliquen conceptos en sus propias palabras; entrega definiciones formales y explicaciones de los nuevos conceptos; utiliza las inquietudes de los y las estudiantes al plantear los problemas como base para la explicación de los conceptos.

Actitudes del o la estudiante. Explica con sus propias palabras posibles alternativas o soluciones; utiliza lo que ya sabe o cree haber aprendido para hacer preguntas y pensar en nuevos experimentos; se refiere a sus experiencias previas.

Compromisos. Con base en los problemas planteados, traer una propuesta de posible solución y plantear estrategias para su aplicación.

4.3.4 Sesión 4. Generalización y elaboración de hipótesis.

Objetivo. Formular hipótesis, solucionar problema.

Duración. 2 horas

Actividades. Los grupos presentan hipótesis, propuestas y estrategias de solución. Se busca cómo articulan los conceptos trabajados en estas propuestas.

Se formaliza el concepto de energía cinética, energía potencial y conservación de la energía.

Actitudes del profesor o profesora. Busca que el estudiantado utilice los conceptos, definiciones, explicaciones y las fórmulas trabajadas y su aplicación en situaciones nuevas.

Actitudes del o la estudiante. Utiliza los conceptos, explicaciones, definiciones y fórmulas en sus situaciones problema utilizándolas para proponer experimentos posibles para verificar sus propuestas; compara su comprensión con las de sus compañeros.

Compromisos. Elaborar un trabajo donde se compile lo abordado en las sesiones anteriores y socializarlo ante el grupo.

4.3.5 Sesión 5. Puesta en común y evaluación de aprendizaje conceptual

Objetivo. Valorar por parte del estudiantado los resultados del trabajo en grupo y proceso de investigación.

Actitudes del profesor o profesora. Permite que los estudiantes se evalúen en sus destrezas, aprendizaje y colaboración; busca evidencia de cambio procedimental en los estudiantes; hace preguntas abiertas.

Actitudes del o la estudiante. Autoevalúa su aprendizaje; hace preguntas de aplicación de lo trabajado en otras aplicaciones, encuentra las limitantes o donde puede que no se cumpla lo trabajado.

Duración. 2 horas

Actividades. En esta sesión se formaliza el concepto de energía cinética, energía potencial y conservación de la energía. Los grupos de trabajo deben articular dichos conceptos para la elaboración de las hipótesis y en las estrategias de resolución del problema.

Prueba evaluativa de aprendizaje conceptual. *(Ver anexo 1)*

CAPITULO V

ANALISIS DE DATOS

En este capítulo se presentan los datos tabulados resultado de la aplicación del instrumento para medir habilidades procedimentales tanto para el grupo control como para el grupo experimental. Se realiza un análisis comparativo entre el porcentaje de respuestas correctas del grupo control con relación al grupo experimental, además para evaluar científicamente la hipótesis se comparan las medias de los dos grupos mediante el estadígrafo *t* de Student.

5.1 DATOS OBTENIDOS DE LOS GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTAL:

Los datos presentados en las tablas 5.1 y 5.2 fueron obtenidos de la aplicación del test de “habilidades procedimentales” a los grupos control y experimental. En estas tablas respectivamente, se hace referencia a los resultados de cada uno de los reactivos evaluados del test (anexo 4), las filas muestran los resultados que obtuvieron los y las alumnas al respectivo reactivo. Las abreviaturas que se presentan en las tablas tienen los siguientes significados:

- 1 respuesta correcta
- 0 respuesta incorrecta
- PC porcentaje de respuestas correctas

- PI porcentaje de respuestas incorrectas
- RD relaciones entre datos
- CI estado inicial del problema
- C inconsistencias en la situación
- RF representación formal del problema
- SH selección de hipótesis
- SA situación aplicable a un principio científico
- DN lo que hace falta al problema
- MS mejor solución
- OI otros interrogantes

Tabla No.2. Grupo experimental

	P1 RD	P2 CI	P3 C	P4 RF	P5 SH	P6 DC	P7 SA	P8 DN	P9 MS	P10 OI
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
7	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
11	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
12	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
13	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

14	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
15	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
16	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
17	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
18	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
19	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
20	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
21	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
22	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
23	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
24	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
25	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
26	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
27	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
28	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
29	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
30	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
31	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
32	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
33	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
34	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
35	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
36	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
37	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
38	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
39	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
40	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
41	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
42	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
43	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
44	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
45	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

46	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
48	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Σ	16	16	16	41	28	28	28	19	36	31
PC	33	33	33	84	57	57	57	39	73	63
PI	67	67	67	16	43	43	43	61	27	37

Tabla No.3. Grupo Control

	P1 RD	P2 CI	P3 C	P4 RF	P5 SH	P6 DC	P7 SA	P8 DN	P9 MS	P10 OI
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
5	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	0	0		83	0	0
8	0	0	0	1	0	0			1	0
9	0	0	0	0	0	0	1		0	1
10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
11	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
12	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
13	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
14	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
15	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
16	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
17	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
18	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0

19	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
20	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
21	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
22	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1
23	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
24	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
25	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
26	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
27	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
28	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
29	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
30	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
31	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
32	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
33	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
34	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
35	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
37	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
Σ	11	14	16	28	13	15	20	16	28	21
PC	30	38	43	76	35	41	54	43	76	57
PI	70	62	57	24	65	59	46	57	24	43

5.2 COMPARACIÓN DE DATOS MEDIANTE PORCENTAJES

La capacidad de los estudiantes para resolver problemas mediante las habilidades procedimentales, se evalúan mediante 4 factores: comprensión del problema, emisión de hipótesis, elaboración y ejecución del plan y evaluación de los resultados. A continuación

se comparan los resultados del grupo control con relación al grupo experimental en cada factor.

5.2.1 Factor comprensión del problema:

La comprensión del problema se evaluó con los indicadores: relaciones entre los datos ofrecidos (RD), identificación del estado inicial del problema (CI) y cuestionamiento (C) donde se determina las inconsistencias en una situación problema.

Los resultados indican que el 32.6% de los y las estudiantes del grupo experimental en el indicador (RD) establece adecuadamente la relación entre los datos que suministra un problema, pero el 67.4 % no lo hace. Lo mismo cuando se analiza el grupo control, el 29.72% de los y las estudiantes establecen relaciones y el 70.28% no las establece.

En el indicador (CI), el 61.22% de los y las estudiantes del grupo experimental se preguntan sobre los aspectos a conocer inicialmente para la solución de un problema y el 38.78% no lo hacen. Igualmente en el grupo control, el 37.83% de los y las estudiantes identifican las condiciones iniciales para la solución de un problema, pero el 62.17% no las identifican.

Para determinar las inconsistencias que hay en una situación problema (C), el 48.97% del grupo experimental tienen esta habilidad, mientras que el 51.03% no la tienen. Analizando el grupo control con este mismo indicador se puede decir que el 43.24% de los y las estudiantes de este grupo tienen habilidad para el cuestionamiento y el 56.76% no.

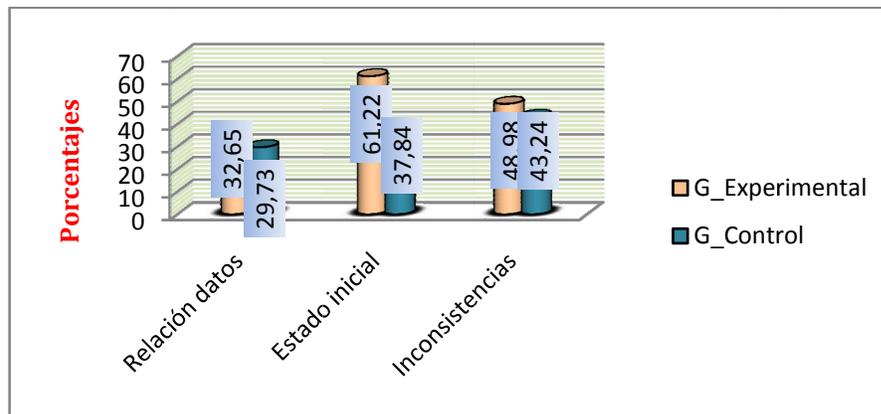


Gráfico No.1. Comparación porcentual de estudiantes en el factor comprensión del problema y sus indicadores Relación de datos, estado inicial y las inconsistencias

Una valoración general del factor comprensión del problema muestra una tendencia favorable en el grupo experimental; en promedio un 10.7% más de estudiantes del grupo experimental con respecto al grupo control responden de manera acertada las preguntas de este factor. Dicho resultado puede deberse a que la resolución de problemas abiertos como metodología de enseñanza implementada en el grupo experimental permitió a dichos estudiantes asumir un papel activo que les permitió comprenderse con el problema, entenderlo, ver como se relacionan las diferentes variables, encontrar dónde se presentan inconsistencias y conocer cómo se desarrolla o manifiesta el problema.

La gráfica muestra que la estrategia parece generar mayor diferencia en el indicador “Condiciones iniciales del problema” la diferencia es del 23.38% positivo para el grupo experimental. Puede pensarse que este resultado positivo tiene relación con el resultado positivo del factor “emisión de hipótesis”, ya que esta capacidad requiere el conocimiento

de las condiciones iniciales, es decir cómo se está hoy, para luego atreverse a proponer un escenario futuro.

El indicador en el que menos diferencia se establece es en el de “relación entre los datos” con solo un 2.92 % a favor del grupo experimental. Este indicador presentó un grado de dificultad mayor para los estudiantes de la muestra, que el grado de dificultad estipulado para la prueba. Mientras en el grupo piloto el 44% respondió correctamente la pregunta, para los y las estudiantes de la institución las respuestas correctas fueron del 33%.

Si bien con la aplicación de la estrategia se logró mejorar el desarrollo de la capacidad de comprender el problema, es necesario intentar una explicación de porque solo el 47.7% de los y las estudiantes tienen la capacidad de comprender el problema, aún después de aplicar la estrategia. Para el grupo experimental este índice es 2.3% por debajo del grupo piloto, grupo éste que no había participado de una estrategia de resolución de problemas; para el grupo control el comportamiento es de un 13% por debajo, una lectura posible es que los y las estudiantes de la institución Educativa Benedikta Zur Nieden tienen dificultades o un menor desarrollo de esta capacidad, que los estudiantes de la prueba piloto.

5.2.2 Factor emisión de hipótesis

El factor emisión de hipótesis, se evaluó mediante el indicador (SH), selección de la hipótesis más adecuada.

Los resultados permiten observar que el 57% del grupo experimental selecciona la hipótesis más adecuada para dirigir un proceso de resolución de problema, y el 43% de este grupo no la selecciona bien. Así mismo los datos nos muestran que el 35% de las y los alumnos del grupo control saben seleccionar bien la hipótesis más adecuada, pero el 65% de ellos no lo hacen.

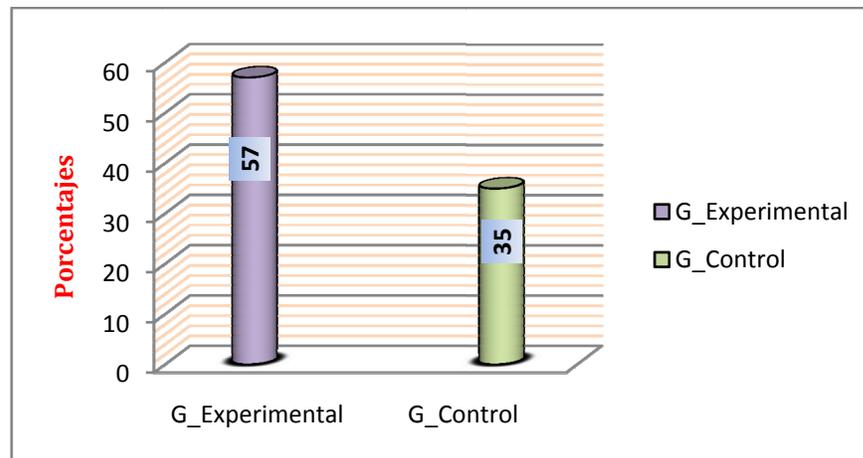


Gráfico No.2. Comparación del porcentaje promedio de estudiantes que emiten correctamente hipótesis

El factor emisión de hipótesis muestra una diferencia apreciable y positiva en favor del grupo experimental, esto puede ser resultado de las estrategias implementadas para el grupo control y el experimental, en el grupo control, el modelo de transmisión recepción, tiene su expresión en la forma de plantear los problemas, son cerrados, el profesor les transmite un camino de solución, básicamente por medio de algoritmos, la solución es única, es decir, el o la estudiante, no tienen la oportunidad de plantearse escenarios posibles de solución. Tal diferencia entre estos dos grupos se puede deber a que en los problemas cerrados resueltos por el grupo control, donde su ejecución es solo de algoritmos orientados a una única respuesta, no ofrecen la oportunidad de emitir una hipótesis. Mientras que en el grupo experimental, por el hecho de que los problemas sean abiertos, sin una única solución, es fundamental la emisión de hipótesis para poder direccionar el proceso de resolución del problema.

5.2.3 Factor elaboración y ejecución del plan:

El factor elaboración y ejecución del plan, se evaluó mediante los siguientes indicadores: seleccionar una situación en la cual un principio científico sea aplicable (SA), determinar qué hace falta saber para resolver el problema y cómo se podría completar (DN) y representación formal del problema (RF).

Los resultados informan que el 57% de las y los estudiantes del grupo experimental, seleccionan situaciones en las que la solución del problema es aplicable (SA) y que el 43% de este grupo no lo hace. Del mismo modo se muestra que el 54% del grupo control responde correctamente a este indicador, pero el 46% no.

Para determinar que hace falta saber para resolver el problema y cómo se podría completar (DN), los resultados muestran que el 39% de las y los estudiantes del grupo experimental saben buscar los datos necesarios para resolver el problema, y que el 61% de ellos no saben. Igualmente se indica que el 43% de las y los alumnos del grupo control saben buscar los datos requeridos para resolver el problema, pero el 57% no.

En la representación formal del problema (RF) los resultados muestran que el 84% de las y los estudiantes del grupo experimental representan formalmente los problemas, y que el 16% de los mismos no lo hacen. Los resultados muestran también que el 76% de las y los estudiantes del grupo control representan de manera formal los problemas, y un 24% de ellos no lo hacen.

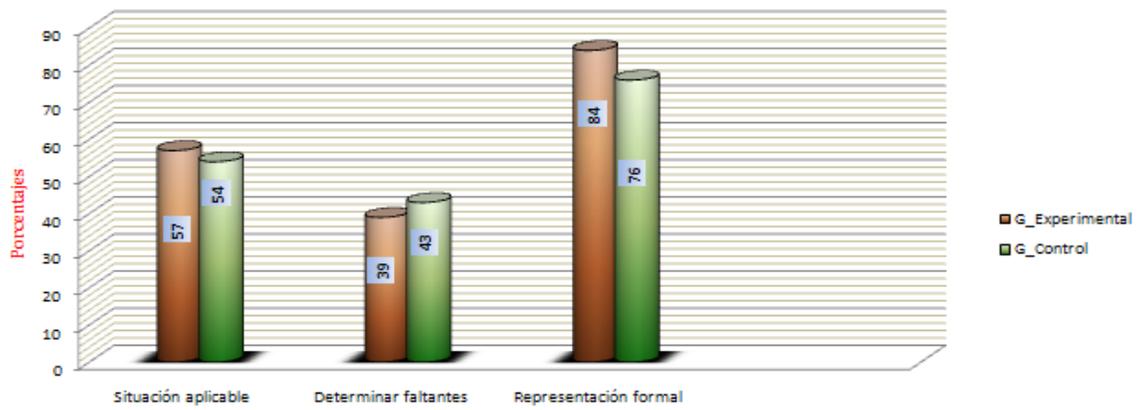


Gráfico 3. Comparación del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y del grupo control que elaboran un plan y lo ejecutan satisfactoriamente

Gráfico No.3. Comparación del porcentaje del grupo experimental y del grupo control que elaboran un plan lo ejecutan satisfactoriamente.

El factor elaboración del plan y búsqueda de la solución hace énfasis en las habilidades metacognitivas, las cuales permiten los diseños de planes para lograr la solución de un problema. Al analizar los resultados en general de este factor, se puede verificar que en el grupo experimental hay un 2,3% más de estudiantes que en el grupo control que tienen la capacidad de elaborar un plan para solucionar un problema.

La tendencia a ser mejor el grupo experimental que el grupo control puede deberse, a las posibilidades que generan la resolución de problemas abiertos con respecto a los problemas cerrados. La solución de problemas abiertos exige al resolutor seguir un proceso de investigación, en consecuencia quien resuelve un problema debe diseñar estrategia de solución, determinar lo que le hace falta saber para hallar la solución apoyándose en propuestas ya probadas.

5.2.4 Factor evaluación de resultados:

Este factor se evalúa mediante los siguientes indicadores: Seleccionar la mejor solución del problema (MS), detectar a que otros interrogantes, además de los planteados, se les puede

dar solución basada en la información proporcionada por el problema (OI) y deducir la constante (DC).

Los resultados que se dieron en la selección de la mejor solución del problema (MS), indican que el 73% del grupo experimental selecciona la mejor solución de un grupo de opciones, y que el 27% no lo hace. Así mismo se muestra que el 76% del grupo control seleccionó la mejor opción de respuesta a un problema, pero el 24% no la selecciona.

En el indicador (OI), que es detectar otros interrogantes que se pueden plantear a partir de una situación, los resultados nos dicen que el 63% de las y los alumnos del grupo experimental plantean otros interrogantes que pueden surgir de una situación planteada, y que el 27% no lo plantean. Igualmente podemos decir en cuanto al grupo control, que el 57% de las y los estudiantes saben plantear otros interrogantes sobre una situación problema, pero que el 43% no lo hacen.

En el indicador (DC), que se refiere a deducir una constante, nos muestra que el 57% del grupo experimental deducen la constante a partir de un grupo de datos, y el 43% del mismo grupo no la deducen. Lo mismo, si analizamos los datos del grupo control, encontramos que el 41% de ellos si deducen la constante y que el 59% no.

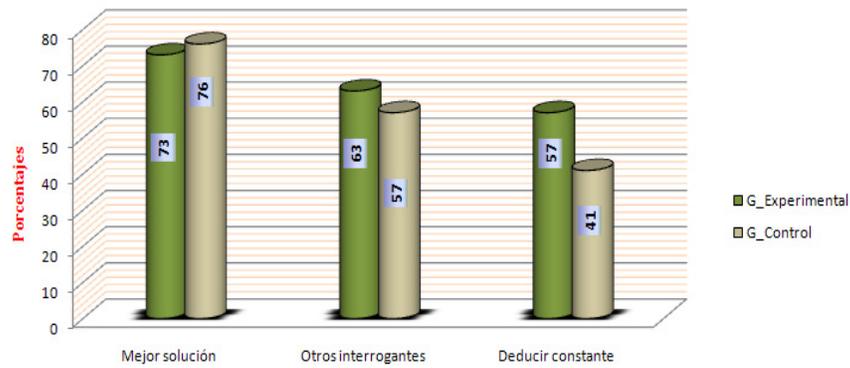


Gráfico 4. Comparación del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y del grupo control evalúan el problema satisfactoriamente según el factor evaluación

Gráfico No.4. Comparación del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y del grupo control evalúan el problema satisfactoriamente según el factor evaluación

El factor “evaluación”, es asumido como la comparación de los resultados obtenidos, y así determinar si la solución está acorde con la hipótesis. En los indicadores (MS) y (OI) que son “la mejor solución del problema” y “el detectar otros interrogantes”; se puede observar que la diferencia entre los grupos no es significativa. De igual manera, en el indicador (DC), se puede observar una pequeña diferencia positiva para el grupo experimental, en lo que se refiere a deducir una constante, si permanece o varía. Esta diferencia poco significativa entre los dos grupos, permite decir que la estrategia no generó valor para este factor. Este resultado puede deberse al hecho de que al implementar la estrategia, las actividades programadas que aportan a este factor no se pudieron realizar de la manera planeada, el tiempo apremiaba, se estaba entrando en vacaciones y se programan una serie de eventos que trastocan lo planeado.

5.3 Comparación de medias mediante t-student:

Tabla No.6. Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Grupo experimental	37	,592	,000
	Grupo control			

Tabla No.7. Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Grupo Exp.	-,29730	1,63069	,26808	-,84100	,24640	1,109	36	,275
	Grupo Contr.								

El nivel de significancia para generalizar los resultado de una investigación desde las ciencia sociales es de 0.5; esto implica que el método de investigación tiene el 95% de seguridad, y solo el 5% en contra. Tomando como referencia estos datos con los obtenidos en la “t de student” de esta investigación, se puede decir que el nivel de significancia es de 0.275, lo cual tiene un 72.5% de seguridad, lo que no le da un valor de cientificidad a la validez de la hipótesis.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se arriesgan unas conclusiones del grado de verificación de la hipótesis desde los resultados estadísticos y desde la aplicación de la estrategia; finalmente se plantean unas recomendaciones.

CONCLUSIONES

- Las gráficas que representan los resultados obtenidos en la prueba muestran una tendencia favorable para el desarrollo de habilidades procedimentales en el grupo experimental con respecto al grupo control, con lo que se puede concluir que la estrategia de resolución de problemas mediante investigación dirigida favorece el desarrollo de habilidades procedimentales.
- Los resultados obtenidos no pueden ser generalizados a situaciones similares debido a que la “t” obtenida en forma global para los factores de la hipótesis tienen un nivel de confianza del 72.5%, el nivel de confianza mínimo esperado es del 95%. Con este porcentaje de confianza no se puede garantizar que al aplicar la misma estrategia se obtendrán los mismos resultados.

- El factor en el que más influye la estrategia es en el de “emisión de hipótesis”, con lo que se puede concluir que la estrategia de resolución de problemas mediante investigación dirigida, por ser desarrollada desde problemas abiertos, favorece el proceso de emisión de hipótesis. Este factor es importante porque indica que se conoce el problema y porque es necesario para la elaboración y ejecución del plan que permita la solución del problema.
- Los y las estudiantes de la institución Benedikta Zur Nieden se les dificulta comprender un problema cualitativo y emitir hipótesis, solo un 37% y 35% respectivamente lo hace. Según las características de la prueba piloto el 50% y 41% respectivamente debería responder acertadamente a estas preguntas. Precisamente en estos factores es donde la estrategia presenta mayores logros, en el grupo experimental se mejora a 47% y 85% respectivamente.
- Los y las estudiantes de la institución presentan fortaleza en los factores “elaboración y ejecución del plan” y “Evaluación de resultados”, con un 58% de resultados acertados para cada uno. El índice de dificultad para la prueba se calculó en un promedio de 50%. La estrategia no aportó a estos factores, los resultados fueron similares para ambos grupos; una evaluación retrospectiva de la aplicación de la estrategia da cuenta que las sesiones que aportaban a estos factores no se pudieron desarrollar como se planeó en ésta.

- Desde lo percibido en la práctica, el hecho de trabajar problemas contextualizados, desde el movimiento C.T.S. al método de resolución de problemas, favorece el desarrollo de habilidades procedimentales, principalmente en el factor acercamiento cualitativo al problema, ya que este acercamiento se hace desde la vivencia de los y las estudiantes, no es algo lejano para ellos, les posibilita compenetrarse con el problema (ver anexo 2).

RECOMENDACIONES

- Para romper con la inercia que trae el estudiantado producto de muchos años de enseñanza de transmisión recepción de contenidos y de solución algorítmica de los “problemas” o ejercicios que se les plantean, se requiere que el o la estudiante asuman un papel más activo y propositivo. La resolución de problemas abiertos presentan muchos caminos y posiblemente válidos, hay que generar debate, no hay aplicación directa de fórmula o algoritmo, se requiere planeación. Todo esto es una tarea que toma su tiempo, por eso no es extraño que los resultados obtenidos en esta investigación no hayan sido del todo positivos, que la hipótesis no se apruebe a partir de la “t de student”, 5 sesiones resultan cortas para trabajar un tema desde esta metodología.
- Para futuras investigaciones se recomienda que en el proceso de enseñanza no se tome como punto de partida la problematización del tema de estudio por parte de los y las estudiantes; si bien trae sus ventajas descritas en la estrategia, ya que

acerca al estudiante a su cotidianidad, genera dispersión respecto al tema específico a trabajar, requiere más tiempo y direccionar el trabajo hacia una temática específica es más forzado. Más apropiado sería, para estas condiciones, plantear problemas abiertos, que siendo cercanos al estudiante y de interés social, guíen la enseñanza y el aprendizaje, que lleven a que, el o la estudiante, al plantear caminos de solución, se enfrenten a la necesidad de que se les presenten nuevos conceptos.

- Una alternativa que se acomoda a la estrategia, es pensar en los “proyectos de aula” donde el estudiantado selecciona un tema que sea transversal a varias asignaturas, para investigar y trabajar a lo largo del año.
- Si bien la estrategia partió de reconocer la existencia de unas concepciones alternativas sobre energía, planteadas desde la literatura, se requiere conocer las concepciones alternativas de la muestra objeto de estudio. El acercamiento cualitativo a los problemas lo posibilitan, pero debe hacerse de una manera sistemática, para que sean un insumo que ayude al profesor o profesora a direccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Es importante contextualizar el instrumento, se hace conveniente realizar una pre-prueba para analizar, previamente, como se encuentra el grupo frente al desarrollo de las habilidades procedimentales y que sea un punto de partida para el desarrollo de la estrategia. Saber cuáles factores se debe fortalecer, en cuales hay que hacer un

mayor trabajo, cuales tienen más desarrollados para apoyarse en ellos para el desarrollo de la estrategia.

- Implementar un proceso de enseñanza de esta naturaleza requiere ante todo una gran convicción, o sea, que haya no solo el deseo, sino, el convencimiento de que es posible transformar los procesos de enseñanza de las ciencias. A veces el aprendizaje se ve lento, no se tiene control sobre la disciplina, la dinámica discusión colectiva y de creación genera dispersión en los estudiantes, todo esto hace que se siente la sensación de pérdida de tiempo y se esté en la tentación de regresar a ese modo de enseñanza transmisor, desde el cual se puede tener un mayor “control” del grupo, por lo menos tienen que copiar lo que el profesor está trabajando en el tablero.
- Respecto al instrumento, en este trabajo, se hizo una adaptación del instrumento original, se reducen la cantidad de reactivos de 27 a 10 y se cambian los factores. Esto pudo afectar el resultado global. Se recomienda aplicar el instrumento completo o redefinir los reactivos para cada factor, de modo que sean los suficientes y necesarios.
- Si bien asumir una posición crítica y responsable por el cómo los productos de los desarrollos tecnológicos y científicos afectan el medio ambiente, no es esta la única

consideración posible, existen también los éticos, los económicos, los políticos y esto lo debe tener en cuenta la estrategia.

• BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. A., Vásquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 1-24.

Bautista, A. (1987). *Fundamentación de un método de enseñanza basado en la resolución de problemas*. Revista de Educación No 282. Madrid España.

Becerra, C. (2004). *Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile*. Enseñanza de las ciencias vol. 22 no 2.

Carcavilla, A. y Escudero, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física “bien estructurados”: aspectos identificativos y aspectos formales. *Revista enseñanza de las ciencias*. 2004.

Carrascosa, A. (2005). *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I)*. Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las ciencias*. Vol. 2 número 2

Cordero, S. (2007). Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras universitarias no físicas. Jornadas de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales.

Doménech, J. (2003). La enseñanza de la energía. Una propuesta de debate para un replanteamiento global

Echeverría, J. (2003). Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX.

Esteban, S. (2003). *La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2 N°3

Feynman, Richard. (1997). ¿Qué es ciencia? tomado del libro Seis piezas fáciles. Ed. crítica. Barcelona.

Font Ribas, A. (2004) líneas maestras del aprendizaje por problemas. Revista interuniversitaria de formación del profesorado.

García, J.J. (1998). *Didáctica de las ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Ed. Colciencias- Facultad de educación de la Universidad de Antioquia. Colombia.

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

Garret. 1(995). Referenciado por Carcavilla 2004

Gil,D y Martínez, J. (1983). *A model for problem solving in accordance with scientific methodology*. European Journal of Science Education, 5(4), 447-455.

Gil, D., C,Furió., P,Valdés., Salinas., J,Martínez., J, Guisasola. (1999).Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de trabajos prácticos de laboratorio? Revista Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 311- 320.

González, A. *El concepto de “energía” en la enseñanza de las ciencias*. Revista Iberoamericana de Educación.

Genyea, J. (1983). *Journal of Chemical Education*. Vol.60, No.5; p.478-482.

Hernández, C. (2002). Artículo: *La enseñanza de las ciencias*. Revista: *Investigación pedagógica en Colombia*. Maestros gestores de nuevos caminos. Corporación Región. Medellín.

Hernández, L. (1992). *Un marco didáctico alternativo para la enseñanza de la energía: La energía y los recursos energéticos*. Revista Interuniversitaria de formación del profesorado No 14.

Hernández, R.,C Fernández., P, Baptista. 1998. *Metodología de la investigación*.McGraw-Hill. México. Seg edición.

Holton, G. (2004). *Artículo: Sobre la naturaleza de las teorías científicas en el libro Introducción a los conceptos de las teorías científicas físicas*. Editorial Reverté. España.

Ley 115 de 1994.

Laudan, L. (2003). El progreso y sus problemas, citado por Echeverría. J. *Introducción a la metodología de la ciencia*. La filosofía de la ciencia en el siglo XX.

Marco, B. *La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas*. (Sin año. Sin revista).

Max-Neef, M y otros. (1986). *Desarrollo a Escala Humana una opción para el futuro*.

Ministerio de Educación Nacional MEN. 1998. Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambienta.

Núñez, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Editorial Félix Varela. La habana.

Pérez, M., y VARELA, M. (2006). *Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía*. Rev. Eureka. Enseñanza y Divulgación. Científica, 3(2).

Perales, F. J. (1998). *La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales*. Revista educación y pedagogía. 10(21). 119 – 143.

Porras, Y. (2006). *El análisis histórico epistemológico y didáctico como una concreción del modelo de aprendizaje de la termodinámica por investigación*. Revista Tecne, Episteme y Didaxis, No 20.

Pozo, J y Gómez, M. (2000). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. ED Morata, S.L. España

Rentería, E. (2009). *Los trabajos prácticos fundamentados en el proceso de modelización y orientados a la resolución de problemas*. Trabajo de grado para obtener el título de magister en educación. Universidad de Antioquia Facultad de educación.

Vázquez, C. (2004). *Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 1(3), 214-223.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba desarrollada para verificar aprendizaje conceptual:

1. Un bombillo transforma 100 julios de energía eléctrica en 30 J de energía lumínica, de acuerdo a la ley de la conservación de la energía se puede decir que:
 - a. 100 J de energía eléctrica equivalen a 30 J de energía lumínica.
 - b. El bombillo es de 130 J.
 - c. 70 J de energía eléctrica se degradan en energía calórica.
 - d. El bombillo es de 30 J.

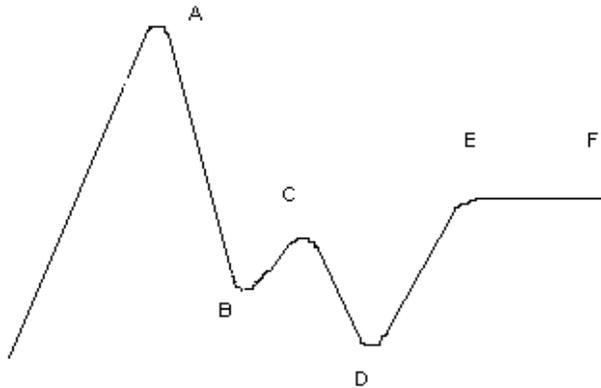
2. Un ejemplo de transformación de la energía química en energía cinética es:
 - a. Una licuadora eléctrica.
 - b. La central hidroeléctrica.
 - c. La batería del carro.
 - d. El motor de combustión interna.

3. Cuando un vehículo está subiendo, está transformando directamente:
 - a. Energía potencial en energía cinética.
 - b. Energía cinética en energía potencial.
 - c. Energía cinética en energía eléctrica.
 - d. Energía química en energía lumínica.

4. Los bombillos ahorradores de energía, se les llama ahorradores porque:

- a. Son más caros que los bombillos de tungsteno.
- b. Se pueden tener prendidos todo el día.
- c. No transforman ninguna clase de energía.
- d. Hay menor degradación de la energía.

5. La figura representa una montaña rusa, si desde el punto A se deja caer un móvil. ¿En cuál punto tendrá mayor velocidad? (nota las alturas son A= 10 m, B=3m, C=4m, D= 0m, E=F=6m):



- a. En B.
- b. En C.
- c. En D.
- d. En F.

6. Para el caso anterior, si el móvil tiene una masa de 10K y asumimos que no hay fricción que degrade la energía en calor, se puede afirmar que:

- a. La E_pB (energía potencial en B) es $=10K \cdot 7m \cdot 9.8m/s^2 = 686 \text{ Julios}$.
- b. $E_cB = E_pA + E_pB$ (Energía cinética en B = Energía potencial en A + Energía potencial en B)
- c. $E_cE = E_pF$ (Energía cinética en E = Energía potencial en F)
- d. $E_cD = E_pA$. (Energía cinética en D = Energía Potencial en A)

7. Para un objeto de masa m que se deja caer desde una altura h, la velocidad del objeto un instante antes de caer se puede calcular con la fórmula $v = \sqrt{2gh}$. Esta fórmula se obtiene:

- a. Igualando E_c con E_p , ya que la E_p se transforma en E_c .
- b. haciendo la $E_c = 0$, ya que como está en reposo no hay energía cinética.
- c. haciendo $v = E_c + E_p$, por el principio de conservación de la energía.
- d. haciendo $v = E_c - E_p$, por el principio de conservación de la energía.

Anexo 2. Trabajo Final:

Jhon Sebastián Agudelo

GRADO 10-1 Laura Carvajal Puerta

Lizeth Durango Cano

1. Problema

¿Cómo remplazar el CFC en los electrodomésticos?

¿Qué situación tenemos hoy?

Actualmente el mundo cuenta con un gran problema de contaminación, entre los cuales se encuentra involucrado el CFC en electrodomésticos como neveras, aires acondicionados y refrigeradores.

¿Cuál es la situación ideal o cambio deseado?

Cambiar el CFC por otro gas que favorezca al medio ambiente pero que no afecte en gran manera el funcionamiento de los electrodomésticos.

¿Qué importancia tiene abordar este problema, y para qué sirve trabajarlo?

Tiene un grado de importancia muy elevado ya que hablamos de la contaminación de nuestro planeta, lo cual nos perjudica en gran manera; si no tomamos medidas para la resolución de éste. El propósito de este trabajo es presentar una investigación con el fin de buscar posibles soluciones para contribuir en el mejoramiento de la contaminación atmosférica, con la sustitución del CFC por un gas más amigable con nuestro entorno.

¿Cómo sabemos si el problema se ha resuelto?

Haciéndose un análisis al futuro del antes y el después. Ejemplo:

Si las empresas sustituyen el CFC por otro gas, se podrá hacer un análisis estadístico donde podamos comparar las cifras del cambio a nivel de contaminación, para ver si son viables estas soluciones o si aún existen falencias para corregir.

2. Estudio cualitativo del problema

¿Qué conceptos de los que sabemos son útiles para resolver el problema?

Que el CFC es un gas que contribuye en más del 50% a la contaminación del planeta.

Desde la década de los 80s las empresas y científicos han hecho grandes esfuerzos para la sustitución de este gas. Actualmente existe mucha tecnología y avances científicos que nos puede ser útil para hallar una posible solución.

- ¿Podemos dividir el problema en subproblemas?

Subproblemas:

Que el gas que se proponga pueda resultar más costoso que el CFC.

Que las empresas no acepten el cambio.

La prohibición del CFC puede causar la clausura de muchas empresas, generando un alto nivel de desempleo.

¿Qué otras preguntas nos podemos hacer?

¿El gas que se proponga afectara el funcionamiento de los electrodomésticos?

¿Las empresas aceptaran el cambio?

¿Las empresas estarán dispuestas a asumir las pérdidas y costos del cambio de maquinaria?

¿Cuánto tiempo llevara sustituir el CFC por el otro gas?

¿Qué temas o conceptos no conocemos y tal vez puedan sernos útiles para solucionar el problema?

La forma en que las empresas utilizan el CFC.

La cantidad de CFC que es empleado en cada electrodoméstico.

Que tan rápido se desgasta el CFC.

De donde obtienen el CFC.

¿Datos conocidos y los desconocidos?

Datos conocidos

El CFC es un gran contaminante ambiental y participa en el efecto invernadero y calentamiento global.

Todos los esfuerzos e investigaciones que se hacen para sustituir el CFC.

Datos desconocidos

Si las empresas estarán de acuerdo con sustituir el CFC si esto implica grandes costos.

Las investigaciones que se han hecho del CFC.

Cómo el CFC destruye la capa de ozono.

Experimentos y pruebas que se hayan realizado para sustituir el CFC.

Emitir hipótesis

Es evidente que la sustitución del CFC por un gas refrigerante menos contaminante es muy necesaria pero para poder formular una hipótesis debemos conocer primero detalladamente el problema.

A continuación se muestran algunos datos muy importantes a saber: ¿Cómo funciona un refrigerador? El refrigerador funciona a base de un sistema o circuito cerrado de procesos, uno de compresión y otro de des compresión del gas, que lo hacen pasar de estado gaseoso a líquido y viceversa. Por medio de estos dos procesos, el refrigerador es capaz de generar frio para su interior y liberar calor a través de la rejilla con que cuenta en la parte

posterior, que también se denomina condensador. Para poder controlar estos procesos, los refrigerantes cuentan con un sistema de termostato para regular el frío de su interior, que controla el proceso de compresión de gas refrigerante.

Para realizar el proceso de enfriador, por medio de la energía eléctrica, el líquido refrigerante retira energía de calor que se encuentra dentro del refrigerador y del congelador, la que se encuentra alrededor de los 7 y 10 grados centígrados de temperatura. Esta sale al exterior por medio de la rejilla entre unos 25 y 30 grados centígrados. Es posible sacar la energía de calor debido a que el líquido refrigerante es muy volátil, es decir, puede pasar de estado líquido a gaseoso a temperaturas muy bajas.

De este modo, el líquido refrigerante que ahora se encuentra en estado gaseoso se dirige al compresor. Allí, el gas es licuado debido a la presión ejercida y se calienta, pasando, nuevamente a estado líquido. Luego, el líquido refrigerante debe pasar por la llamada válvula de expansión, donde una parte se enfría y la otra se evapora. De esta manera, se constituye un ciclo, el líquido vuelve para tomar energía de calor, para luego convertirse en gas y así sucesivamente.

¿Qué es el CFC? El cloro-fluoro-carburo o clorofluorocarbonados (denominados también CFC) es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la situación de átomos de hidrogeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente.

Los CFC son compuestos estables, no tóxicos ni inflamables. Estas cualidades los han hecho muy atractivos para el uso industrial. Estos compuestos presentan aplicaciones tales como refrigerantes, agentes impulsores, para espumas, disolventes para paneles de circuitos eléctricos y propelentes de aerosoles, entre otros.

Desafortunadamente también son los principales causantes del deterioro de la capa de ozono y por ello es necesario limitar y eliminar su fabricación y/o uso.

Las multinacionales químicas, que en primer término son las causantes de la crisis del ozono, promueven la idea de que en la actualidad solo sus productos, los hidroclorofluorcarbonos HCFC y los hidrofluorcarbonos HFC, son alternativas viables y disponibles.

Pero los HCFC y los HFC son perjudiciales para el medio ambiente. Los HCFC continúan destruyendo la capa de ozono, aunque no más que el CFC; y tanto los HCFC como los HFC son gases invernaderos potentes. Debido a que los HCFC destruyen la capa de ozono, solo son considerados “compuestos de transición”, lo que significa que tendrán que ser remplazados a su vez por compuestos más aceptables desde el punto de vista ambiental.

Los HCFC y los HFC se están usando en una proporción de solo 20 a 25% del consumo de CFC anterior. El uso de estos sistemas herméticos, de prácticas de reparación

optimizadas, de reducción de emisiones y sustitutos a los productos sin fluorcarburos en todos los sectores, han eliminado en gran parte el consumo en los países desarrollados.

Hipótesis. El paso a seguir para solucionar el problema del CFC es sustituirlo por otro gas refrigerante siendo esta una solución viable que contribuya al mejoramiento del medio ambiente, ya que estudios recientes señalan el uso de hidrocarburos como una opción para eliminar a los CFC que dejaran de usarse a partir del 2010, tanto para mantenimiento como para la recarga de los equipos de refrigeración y aire acondicionado existentes. La evolución tecnológica y la proliferación de normas y medidas motivan la creación de nuevas sustancias y productos ecológicos.

¿Cómo sustituir el CFC? Los CFC, son productos de síntesis formados por átomos de carbono, cloro y flúor, que poseen propiedades físicas y químicas adecuadas para ser empleados en múltiples aplicaciones; tienen alta estabilidad química, bajos puntos de ebullición, baja viscosidad y baja tensión superficial. Estos gases se emplean principalmente para generar frío, para expandir plásticos, creando espumas de poliuretano y de polietileno, en la producción de aerosoles y en la producción de solventes para la limpieza de componentes electrónicos.

Para extraer los CFC contenidos en los motores de los frigoríficos mediante un equipo volteador para permitir alcanzar el compresor y extraer el fluido por parte inferior con una bomba de vacío que conduce los CFC extraídos a un tanque donde se recogen éstos junto con los aceites contenidos en los circuitos, extraídos también por aspiración.

Para separar las fracciones de aceite y de CFC éste tanque de recogida se encuentra dotado de una resistencia eléctrica que se calienta para facilitar su separación. El aceite se separa por gravedad y es conducido hasta otro depósito mientras que el CFC se recupera de forma gaseosa mediante unos compresores e intercambiadores de calor y se almacena en una bombana que cuenta con autocontrol de llenado con una báscula incorporada. Este sistema garantiza un porcentaje de limpieza del aceite superior al 99.5% (s/masa) y un rendimiento de capacitación del CFC del 99.5%. Estos subproductos son tratados por gestores autorizados.

3. Plantear estrategias de resolución

Estrategias. Ya que es necesaria la eliminación de los CFC en los países desarrollados y en los demás países, el tratado firmado en 1987 en Montreal, estableció un plan para la eliminación escalonada de la manufactura de estos compuestos a partir de 1993 hasta 2030 que eventualmente nos llevara a la desaparición de éstos en el mercado.

En sí la estrategia, ahora que ya sabemos cómo remplazar el CFC, es concientizar principalmente a las empresas de frigoríficos para remplazar su maquinaria y así los nuevos productos libres de CFC sean más amigables con el medio ambiente.

Ejemplo. En EEUU los CFC y los HCFC están siendo remplazados por refrigerantes alternos como el HFC y otros que cuentan con mejores propiedades ambientales y no

destruyen la capa de ozono. Estos no contienen cloro y pueden ser utilizados en todas las aplicaciones de los CFC con un alto grado de seguridad.

4. Analizar los resultados

La hipótesis se verá cumplida a largo plazo pero podemos ver cambios positivos y viables que nos muestren que vamos por buen camino y que esto ayudara al medio ambiente para que este conserve mucho mejor; y nosotros y las futuras generaciones logremos tener una mejor calidad de vida.

La sustitución del CFC ha reducido las contribuciones al calentamiento global. La selección de fluorocarburos alternativos se basan en normas de seguridad: baja toxicidad e inflamabilidad, estándares de rendimiento en costo, e impacto ambiental de largo plazo. Uno de los factores considerados fue reducir la duración de la atmosfera de los productos alternativos y correspondiente impacto en el cambio climático. Además, la alta eficiencia energética reduce las emisiones de dióxido de carbono, el mayor contribuyente al cambio climático.

5. Conclusiones

Pensamos que el trabajo anterior fue muy propenso para llevar a una concientización del daño que se está haciendo al planeta, y qué podemos realizar para que esto no sea así. Además de este trabajo logramos obtener un gran conocimiento que no poseíamos anteriormente dando paso a nuevas investigaciones, conceptos e ideas; consideramos que el trabajo fue de gran provecho y ayuda para nosotros. Las preguntas que surgen ahora son:

¿lograremos debilitar el calentamiento global y/o efecto invernadero? y ¿la hipótesis propuesta será cumplida?

Queremos culminar este trabajo con una frase para reflexionar:

*“EL RESPETO SE GANA PERO NUESTRO AMBIENTE LO EXIGE,
CUIDEMOSLO ANTES DE QUE SEA TARDE”*

Anexo 3. Test para medir la capacidad de resolver problemas

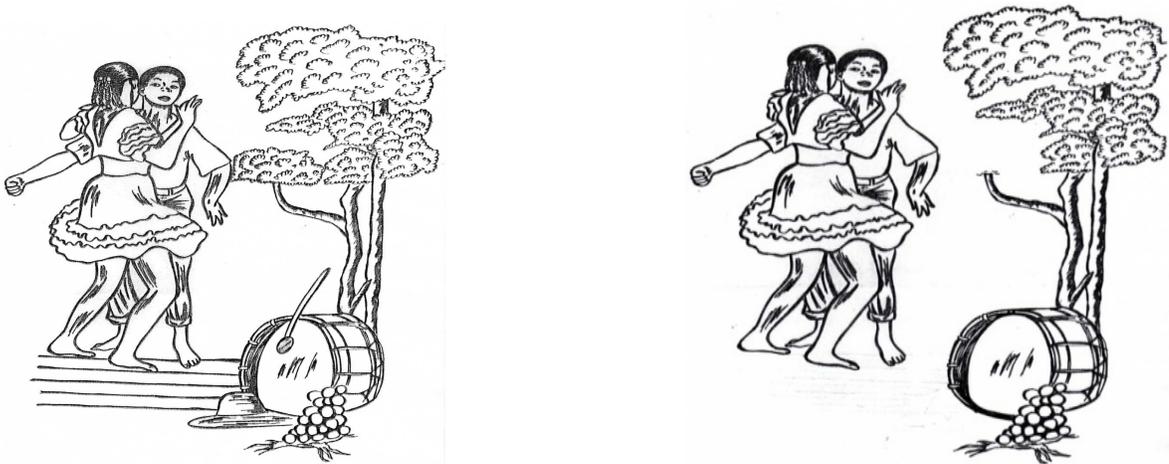
(Extractado de Rentería 2009)

Nombre del estudiante _____

Grado _____

A continuación se presenta una serie de preguntas con cuatro opciones de respuesta. Marca en la hoja de respuesta la opción que consideres correcta.

1. Observa de manera detallada cada gráfica y encuentra las diferencias que hay entre las dos figuras



Comparando las dos figuras, el número de diferencias presentes es de

- a. 3
- b. 4
- c. 5
- d. 6

2. Alexander quiere comprar un teléfono celular. Para realizar la elección del mejor operador y mejor plan hace uso de información personal e información de las empresas telefónicas. La información personal describe los números telefónicos a los que Alexander llama con mayor frecuencia. La información de las empresas telefónicas describe el costo de cada plan:

Información personal:

Operadores	Cantidad de números telefónicos a los que llama con frecuencia.
Llama ya	5
Fijo	8
Comunícate	7

Información sobre las empresas telefónicas:

Valor del minuto en pesos		Al mismo operador	Teléfono fijo	Otros operadores	Llamadas internacionales
Nombre de la empresa					
Llama ya	Pos pago	230	300	514	2170
	Prepago	245	348	604 p	2309
Comunícate	Pos pago	145	177	263	1750
	prepago	85 pesos	200	300	1850

“Llama ya” en el plan prepago ofrece a sus clientes la oportunidad de elegir un número telefónico para hablar gratis los 5 primeros minutos. En postpago los clientes pueden elegir 3 números telefónicos para hablar gratis los 5 primeros minutos. Para escoger el plan que más favorezca su economía Alexander debe establecer relación entre:

- a. La calidad del servicio que presta cada operador y el costo del servicio por operador y plan.
- b. El precio del servicio de cada operador en postpago con relación al costo del servicio en prepago.
- c. Los planes que ofrece cada operador y el costo del servicio para Alexander según sus contactos.
- d. La cantidad de minutos que gasta Alexander en el mes con la cantidad de minutos que cubre cada plan.

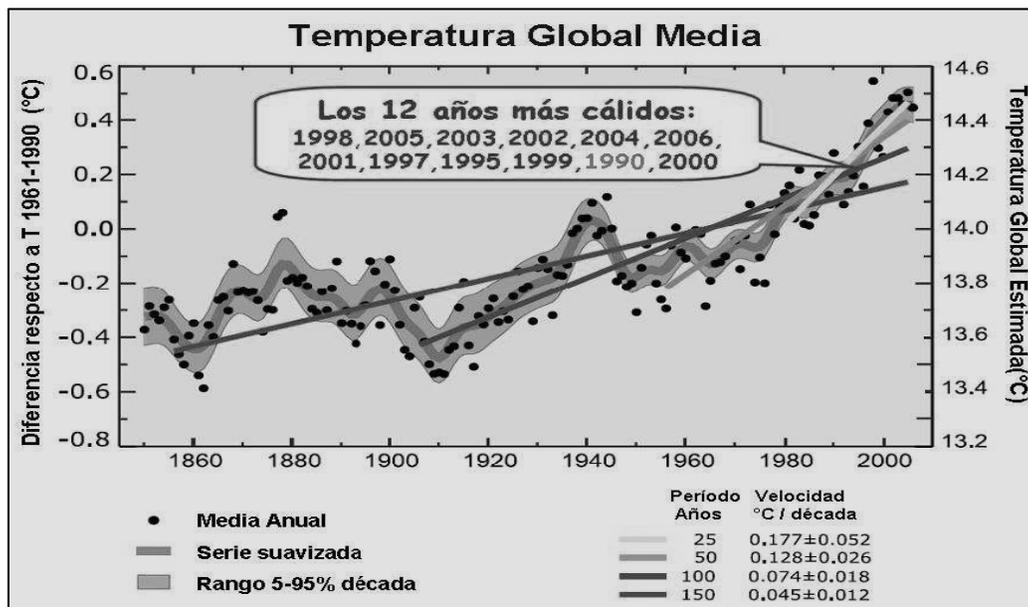
3. En el municipio de Bagadó ubicado en el departamento del Chocó (Colombia), la comunidad en general se encuentra asombrada porque por 30 minutos llovió una sustancia parecida a la sangre (julio del 2008). Al respecto se han lanzado hipótesis desde el ámbito religioso y científico. Con la emisión de hipótesis se pretende:

- a.** Dar una explicación sobre porque llovió una sustancia parecida a la sangre.
- b.** Determinar con pruebas de laboratorio si la sustancia que llovió fue sangre.
- c.** Convencer al resto del mundo que lo que llovió en el municipio fue sangre.
- d.** Determinar si el hecho ocurrido en Bagadó es o no un fenómenos sobrenatural.

4. Una cantidad de vehículos en el mundo utiliza gasolina como fuente de energía. Estudios han mostrado que 30% del calentamiento de la tierra se debe a la influencia del hombre y el 70% se debe a fenómenos naturales como los periodos interglaciares. Del primer factor, el 70 % es producto del gas vehicular, el 20% por la contaminación de las fábricas e industrias y el 10% por otros agentes. Para reducir el 60% de la contaminación inicialmente producida por el hombre se debe tener en cuenta que:

- a.** La mayor cantidad del calentamiento es producido por un fenómeno natural, como los periodos interglaciares.
- b.** El calentamiento de la tierra está afectando la supervivencia del hombre en la misma.

- c. El calentamiento que produce el hombre en gran parte es producido por los automóviles.
 - d. Los países más industrializados son los que deben contribuir más a la solución del problema.
5. Estudios científicos han mostrado que la tierra está en un proceso de calentamiento. La



La siguiente gráfica muestra como ha sido el comportamiento de la temperatura de la tierra a nivel global, desde el año 1960 hasta el año 2000.

En la gráfica anterior la oscilación hacia arriba y hacia abajo del la línea gris significa que:

- a. La temperatura en la tierra no solo ha subido sino que también ha bajado.
- b. En los últimos 20 años la temperatura del planeta ha tendido únicamente a subir.
- c. La temperatura cada 20 años aumenta aproximadamente 0.2 grados centígrados.
- d. La temperatura de la tierra a medida que pasa el tiempo tiende a aumentar.

6. Felipe es un joven de 28 años de edad, 175 cm de estatura y 75 kg de peso. Dicho joven está en la selva y en el camino se encuentran un abismo cuya amplitud es 4 metros y cuya profundidad es de 500 metros. Para cruzar de un lado a otro del abismo Felipe contempla dos posibilidades: bajar la pendiente y volverla a subir, en lo que gastaría 5 horas caminando o construir un puente con el tallo de un árbol. Si se construye el puente, una información relevante para dicha construcción es:

- a. La amplitud del abismo y el peso del expedicionista.
- b. La profundidad y amplitud del precipicio por cruzar.
- c. La edad, la estatura y peso que tiene Felipe.
- d. El nivel de equilibrio que puede tener Felipe.

7. En un hospital de Medellín (Colombia) se encuentra una paciente con cáncer en etapa terminal. La paciente manifiesta la voluntad que le aplique la eutanasia, pero desde las leyes colombianas no está legalizada dicha práctica. El médico que atiende la paciente desde su concepción está de acuerdo con la aplicación de la eutanasia y al mismo tiempo práctica fielmente las leyes colombianas. ¿Practicará el médico la eutanasia a la paciente? Las palabras claves para la solución del problema son:

- a. Dolor, paciente, eutanasia, ilegal.
- b. Paciente, dolor, eutanasia, hospital.
- c. Paciente, vida, muerte, dolor.
- d. Paciente, eutanasia, ilegal, doctor.

8. Una madre de familia lleva a su bebe de 12 meses de edad a la pediatra. En la historia clínica del niño hay una tabla que relaciona las variables edad, peso, talla.

Tabla de peso y altura en niños

Edad	Peso (Kgs.)	Talla(Cms.)
1 mes	4,9	54,6
2 meses	5,11	57,8
3 meses	6,0	61,1
4 meses	6,65	63,5
5 meses	7,23	66
6 meses	7,85	67,8
7 meses	8,20	69,4
8 meses	8,60	70,8
9 meses	9,18	72,3
10 meses	9,39	73,5
11 meses	9,7	71,2
12 meses	10,15	70,3

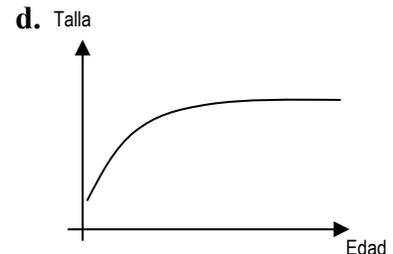
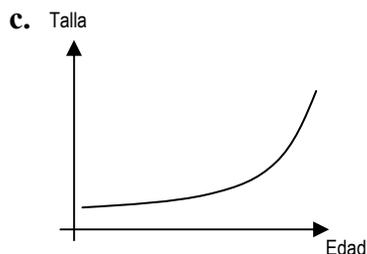
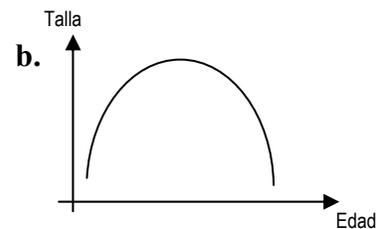
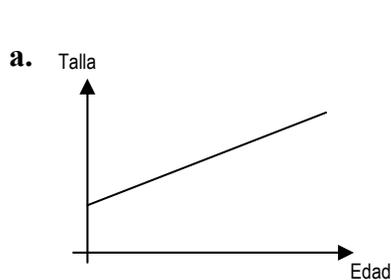
La pediatra se sorprende al observar la tabla porque evidencia que:

- a.** El peso mes a mes no aumenta la misma cantidad.
- b.** Los dos últimos meses la estatura del niño disminuyó.
- c.** En el primer mes de edad el peso del niño aumento poco.
- d.** La talla a los 12 meses es baja con relación al peso.

9. Aníbal está vendiendo en una legumbrería y no conoce el precio de los plátanos y la yuca. Él recuerda que su papá por 2 kilos de plátanos más 4 kilos de yuca a un cliente le cobró \$5600 pesos y por un kilo de plátano más tres de yuca a otro cliente le cobró \$3600 pesos. Para calcular el precio del kilo de los dos alimentos requiere las ecuaciones

- a. $2y + 4p = 3600$ y $1p + 3y = 5600$
- b. $2p + 4y = 5600$ y $p + 3y = 3600$
- c. $2y + 4p = 0$ y $1p + 3y = 0$
- d. $p + 4y = 3600$ y $p + 3y = 5600$

10. En el desarrollo de todo ser humano se experimentan cambios biológicos. En los primeros años de vida el crecimiento es más acelerado, a medida que se va avanzando en edad se crece menos, hasta que se llega a los 22 años de edad a la cual se detiene el crecimiento. La gráfica que representa mejor la relación entre la edad y la talla del ser humano es la:



11. Todos los días Santiago apuesta al chance. El juega cada día el valor de \$ 500 con el objetivo de volverse rico ¿Cuántos chances tendría que hacer Santiago para ganar con seguridad? Un dato que no ofrece el problema y que es necesario saber para solucionarlo es:

- a. Qué cantidad de dinero se gana Santiago si juega \$ 500 al número ganador.
- b. Cuánto dinero ahorra Santiago si no juega chance y ahorra el dinero por un año.
- c. De cuántas cifras hace el chance Santiago cuando juega la lotería.
- d. Qué cantidad de dinero gasta Santiago diariamente en chance.

12. Colombia tiene diversidad de climas que permiten cultivar gran variedad de productos entre ellos café, papa, maíz, plátano, flores, caña, arroz entre otros. La siguiente tabla establece una relación entre el tipo de clima, su temperatura y su altura así:

Pisos térmicos de Colombia

Clima	Temperatura	Porcentaje Tierra	Altura (metros)
Glacial	Menor 6°C	0%	4000
Páramo	6°C a 12°C	2%	3000
Frío	12°C a 17°C	8%	2000 a 300
Medio templado	17°C a 24°C	10%	1000 a 2000
Cálido	Mayor 24°C	80%	Meno 1000

Para saber cuáles productos disminuyen su producción si el clima en Colombia por causa del calentamiento global aumenta en 2°C; se hace necesario resolver dos subproblemas a saber:

- a.** ¿Qué productos se cultivan en cada clima? y ¿qué porcentaje de tierra cubre cada clima?
- b.** ¿Cuáles son los productos que más se consumen en Colombia? y ¿qué porcentaje de tierra cubre cada clima?
- c.** ¿Cuáles son los productos más cultivados en Colombia? y ¿qué porcentaje de la tierra es trabajada en Colombia?
- d.** ¿Cuáles son los productos que más se cultivan en Colombia? Y ¿cuáles son los productos que más se comercializan?

13. En un barrio de la ciudad de Medellín (Colombia) se deslizó una gran cantidad de tierra que dejó sin vivienda a muchas familias. El municipio de Medellín en colaboración con empresas privadas desea reubicar las familias damnificadas y las que se encuentran en zonas de alto riesgo de deslizamiento. ¿Cuántas viviendas debe construir el municipio de Medellín? Para dar solución al problema. La pregunta a responder sería:

- a.** Cuál fue la pérdida material de las personas damnificadas
- b.** Cuántas familias se quedaron sin viviendas por el deslizamiento de tierra.
- c.** Cuántas familias de Medellín necesitan de un techo para sobrevivir
- d.** Cuántas familias son damnificadas y cuántas viven en zona de alto riesgo.

14. Antonio hace un crédito hipotecario para la compra de una vivienda. La capacidad de pago mensual de Antonio es de \$500000, y las cuotas mensuales para el pago de la vivienda es de \$460000. ¿Logrará Antonio pagar su casa en 10 años si la capacidad de Pago de Antonio anualmente se incrementa en un 5% y los intereses del UVR aumentan en un 8%? La hipótesis que mejor dirige la solución al problema planteado es:

a. El valor de la cuota de la casa en algún momento supera el valor de capacidad de pago de Antonio porque el porcentaje que sube la cuota de la casa es mayor que el porcentaje que sube la capacidad de pago.

b. Si Antonio paga el préstamo de la casa en 15 años no pierde la vivienda porque el Valor de las cuotas se reduce y dichas cuotas no alcanzan a superar la capacidad de pago de Antonio.

c. Valor de la cuota para el pago de la casa no superará el valor de la capacidad de pago, porque la capacidad de pago de Antonio es mayor que el valor de las cuotas de viviendas.

d. Si Antonio paga el préstamo en 10 años el costo de la vivienda es más económico que si lo paga en 15 años, porque se ahorra el dinero correspondiente al interés de 5 años

15. La siguiente tabla muestra la proporción de enfermos de sida según vía de transmisión y sexo de 1982 -2000 en Argentina. HSH. Hombres que tiene sexo con hombre. Perinatal. Trasmisión de la madre al hijo. UDI. Usuarios de drogas inyectadas.

Vía	Hombres	Mujeres	Total	% Vía	% Hombres	% Mujeres
Sanguínea	239	107	346	1,85	1,64	2,62
UDI	6.265	1.064	7.329	39,22	42,88	26,09
Perinatal	630	619	1.249	6,68	4,31	15,18
Heterosexual	2.283	2.140	4.423	23,67	15,63	52,48
HSH	4.663		4.663	24,95	31,92	-
Desconocido	530	148	678	3,63	3,63	3,63
Total	14.610	4.078	18.688	100,00	100,00	100,00

Fuente: Actualización del Boletín sobre el SIDA en Argentina, Año 2, Número 2.

Ministerio de Salud, UCE VIH/SIDA y ETS, Lusida.

A partir de los datos presentados en la tabla se puede determinar:

- a. El porcentaje de personas con sida en Argentina al 2000.
- b. El porcentaje de personas en Argentina reportadas con sida.
- c.Cuál es la vía que con mayor frecuencia se transmite el sida.
- d. Cuantas personas son contagiadas anualmente de sida.

16. Un vagón del metro hace su recorrido de la estación A a la B, recorriendo las siguientes distancias en los siguientes tiempos. La magnitud que se mantiene constante durante el recorrido es:

T(horas)	1	2	3	4
X (kilómetros)	80	160	240	320

- a. La velocidad, porque el metro recorre siempre el mismo espacio en el mismo tiempo.
- b. La aceleración (cambio de velocidad), porque cada hora acelera la misma cantidad.
- c. La distancia recorrida, porque cada hora recorre la misma distancia.
- d. El tiempo, porque cada trayecto de espacio lo hace en una hora.

17. Para llegar temprano a su trabajo Pedro debe viajar en el metro que sale a las 7a.m desde la estación Y. un día cualquiera Pedro llegó a las 7:01 cuando el tren ya había salido. Teniendo en cuenta que el tren viaja a 50 km/h que la siguiente estación está a 2 Km de distancia y que el tren en cada estación se detiene 5 minutos, Pedro decidió caminar a la siguiente estación (Z) a una velocidad de 4 Km/h para ver si alcanzaba el tren ¿Logrará Pedro tomar el metro de las 7a.m en la estación de Bello? Un problema que se soluciona de manera similar a este problema es:

- a.** Calcular en qué momento se encuentran dos atletas A y B que corren a su encuentro con la misma velocidad.
- b.** Calcular el tiempo que gasta en alcanzar el atleta A al atleta B, si el atleta B va adelante al atleta A, pero se desplaza a menor velocidad.
- c.** Calcular el tiempo que tardan en llegar a la meta el atleta A y el B, si parten de un punto al mismo tiempo pero con diferentes velocidades.
- d.** Calcular la velocidad que debe llevar B para alcanzar a A, si el atleta A va adelante de B y se detiene a descansar.

18. El principio de la conservación de la energía afirma que la cantidad de energía en cualquier sistema aislado permanece invariable en el tiempo, aunque dicha energía puede cambiar de forma. Según dicho principio la cantidad de energía que registra el contador de una casa es:

- a.** Igual a la cantidad de energía que utiliza la familia.
- b.** Mayor que la cantidad de energía que consume la familia.
- c.** Menor que la cantidad de energía que consume la familia.

19. Sandra ha trabajado como empleada 14 meses. El patrón le liquidó sus prestaciones por el valor de \$438.000. Sandra inconforme con el valor de la liquidación va a la oficina del trabajo para que la orientaran en dicho proceso. Allí le dijeron: la liquidación por cada año de trabajo equivale a un mes de sueldo más el 12%. Dicha liquidación se hace sobre el salario mínimo y no sobre lo que se le pagan, que es lo correspondiente al salario mínimo

con un descuento del 30% equivalente a la alimentación consumida en el lugar de trabajo. También tiene derecho a que le liquiden las vacaciones porque no ha hecho uso de ellas. Por cada año de trabajo tiene derecho a 15 días calendario. ¿Tiene Sandra razón en su reclamo, si el salario mínimo es de \$460.500 mensuales? Teniendo en cuenta los siguientes enunciados escoja la que considera la mejor ruta de solución al problema planteado.

- A.** determinar qué es lo que se pide en el problema.
- B.** calcular el valor de la liquidación por 14 meses de trabajo, calcular el valor de las vacaciones por 14 meses de trabajo, sumar las dos cantidades.
- C.** la cantidad de dinero de la liquidación debe tener un valor mayor a \$ 438.500, porque el salario mínimo por un año supera ese valor.
- D.** evaluar si la cantidad de dinero de la liquidación de Sandra es mayor de \$ 438.500.
- E.** comprender el enunciado del problema.
- F.** seleccionar los datos desconocido que ofrece el problema.

- a.** A, B, C, D, E, F
- b.** B, C, D, A, E, F
- c.** E, A, F, C, B, D
- d.** E, A, F, B, C, D

20. En una carrera Olímpica de atletismo de 3000 metros con obstáculos competían varias atletas. Cuando la primera atleta había recorrido 2500 metros en un tiempo de 7 minutos y 30 segundos, la atleta que ocupaba el segundo lugar había recorrido en el mismo tiempo

2300 metros. ¿Cuál es la mínima velocidad a la que debe correr la segunda atleta para ganar la carrera? Suponiendo que la atleta uno no cambia de velocidad. Los siguientes aspectos indican una posible ruta de solución al problema planteado. Llena el espacio en blanco con la opción que consideras completa la ruta de solución.

A. _____

B. Determinar la pregunta central del problema.

C. La velocidad con que corre la segunda participante debe ser mayor que la velocidad con que corre la primera participante (11.2m/s).

D. Realizar un diseño experimental que permita determinar la velocidad con que debe correr la participante A para superar a B.

E. Realizar mediante proceso matemático el problema.

F. Comparar las respuestas con la hipótesis formulada

a. Comprender el enunciado del problema.

b. Realizar un diseño experimental.

c. Subdividir el problema.

d. Calcular la velocidad con que corre la primera participante.

21. Un ama de casa desea bajar el costo de la canasta familiar, sin afectar la nutrición de la familia. Para tal propósito el ama de casa debe conocer además los siguientes datos:

a. Saber que alimentos gustan más a la familia y la cantidad que consume cada persona.

- b.** Conocer los nutrientes que contiene cada alimento y el respectivo precio de cada alimento.
- c.** Conocer el precio de cada alimento en el mercado y cuales le guata mas a la familia.
- d.** Conocer qué cantidad de alimento consume cada persona y el tipo de nutrientes que tiene cada alimento.

22. Teresa la madre de Carlos está confundida porque Carlos dice que no perdió el grado 11 y los amigos de él dicen que si lo perdió. Para solucionar el problema Teresa diseña el siguiente plan

- A.** Preguntar a Andrés cuantas materias perdió.
- B.** Conocer el reglamento institucional en cuanto a lo académico.
- C.** Consultar en el Plan Educativo Institucional (PEI) con cuantas asignaturas se puede perder.
- D.** Comparar la información obtenida con los datos conocidos.

Del plan diseñado por Teresa para la solución del problema se puede decir:

- a.** El plan está mal diseñado porque Teresa debe confiar en lo que dice su hijo
- b.** El plan está bien diseñado porque siguiéndolo se llega a la solución del problema.
- c.** El plan está mal diseñado porque se puede preguntar directamente al director de grupo el estado académico de Andrés.

d. El plan está bien diseñado porque es mejor que Teresa salga de dudas consultando directamente en la fuente.

23. En una escuela una gran cantidad de estudiantes resultaron intoxicados después de un almuerzo. La siguiente tabla muestra una relación entre las personas que consumieron alimentos, tipos de alimentos consumidos y presencia del malestar. ¿Qué alimentos produjeron la intoxicación en la comunidad?

Alimentos consumidos	Carne	pollo	Pescado	Agua	Leche	banano	Alimentos consumidos
Personas							Malestar
Carlos	0	X	X	0	X	X	SI
Carmen	X	X	X	0		0	NO
Amanda	X	0	0	X	X	0	SI
Luisa	0	X	X	0		X	NO
Francisco	X	0	X	X	X	X	SI

El alimento que produjo la intoxicación fue:

a. El pescado porque fue el alimento más consumido por los estudiantes

- b.** El banano porque Francisco y Carlos lo consumieron y se intoxicaron.
- c.** La leche porque las tres personas que la consumieron están intoxicadas
- d.** La carne porque dos estudiantes que la consumieron se intoxicaron.

24. Una agencia de viaje proporciona a sus clientes 5 puntos por cada nueva persona recomendada que se haga cliente o por cada amigo del amigo que se haga usuario. Dichos puntos se acumulan para reclamar pasajes a cualquier parte del mundo. El pasaje que se ofrece depende de la cantidad de puntos acumulados. Así, hay tiquetes con destinos nacionales que se pueden reclamar desde 90 puntos y tiquetes con destinos internacionales que se pueden reclamar desde 250 puntos. ¿Podrá Juan reclamar un tiquete si han pasado 8 generaciones y cada generación ha recomendado 4 personas? Otro pregunta a la que se le puede dar solución a partir del problema planteado es:

- a.** ¿Cuál es la cantidad de clientes que tiene la empresa?
- b.** ¿Después de cuantas generaciones Juan podía reclamar tiquete?
- c.** ¿A cuantos amigos de Juan la empresa ha otorgado tiquetes?
- d.** ¿Qué cantidad de tiquetes la empresa ha obsequiado?

25. Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que deseamos ya sea el envase porque es descartable o bien cuando tiramos objetos de plástico porque se nos han roto. Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados, hoy estos desechos son un problema difícil en las grandes ciudades. Su recolección y disposición final es costosa y compleja ya que a la cantidad de envases se le

suma el volumen que presentan. Además, por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas 6 ó 7 toneladas de plástico compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar. Dentro del total de plásticos descartables que hoy van a la basura se destaca en los últimos años el aumento sostenido de los envases de PET, proveniente fundamentalmente de botellas descartables de bebidas y aceites. Las empresas, buscan reducir costos sustituyendo los envases de vidrio por los de PET. Esto implica un cambio en la composición de la basura. De acuerdo con lo expuesto una solución para el problema de las basuras podría ser

- a.** Aumentar el volumen de carga de los camiones para que puedan cargar con facilidad desechos plásticos.
- b.** Compactar todo el material el material plástico para que pueda ser fácilmente cargado en los camiones.
- c.** Reciclar y reutilizar la totalidad de los plásticos desechados, tirados o descartados como basura común.
- d.** Reemplazar todo el plástico por el de tipo PET que reduce costos y aumenta los beneficios de las empresas.

26. El etanol es rápidamente absorbido por el torrente sanguíneo, alcanzando el cerebro y el resto de las células del cuerpo. Como molécula pequeña es capaz de cruzar la barrera hematoencefálica del cerebro. Por razones que aún están siendo investigadas, la llegada del alcohol al cerebro produce el lanzamiento de dopamina y endorfina al torrente sanguíneo,

lo cual produce euforia. Posteriormente el efecto depresivo causado por el alcohol se debe a que actúa sobre los canales BK del potasio, los cuales son calcio-dependientes. El etanol potencia la actividad de los canales BK lo cual disminuye la excitabilidad de la neurona. El etanol actúa sobre el neurotransmisor GABA, aunque se ha cuestionado si este es realmente una consecuencia directa del efecto producido en los canales BK. Los efectos sobre la GABA son similares a los producidos por los ansiolíticos tales como el diazepam y benzodiazepan. GABA es un neurotransmisor inhibitor, lo cual significa que retarda o inhibe el impulso nervioso. El etanol incrementa la eficacia de GABA actuando a través de los receptores GABA. Cuando es usado durante un periodo de tiempo prolongado, el etanol cambia el número y tipo de receptores de GABA, lo cual es responsable de los cambios violentos en el comportamiento del individuo. El etanol interviene en la sinapsis provocando la muerte de las células nerviosas debida al incremento de la concentración intracelular del calcio.

A continuación se ofrecen cuatro secuencias de eventos contados en el texto, selecciona la que consideras más adecuada.

- | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| a. | Consumo de etanol | efecto eufórico | efecto depresivo. |
| b. | Efecto eufórico | absorción de etanol | efecto depresivo. |
| c. | Efecto eufórico | lanzamiento de dopamina | efecto depresivo. |
| d. | Producción de GABA | absorción de etanol | efecto eufórico. |

27. Los líquidos al calentarse pueden convertirse en gas y este por efectos del aumento de temperatura aumenta su volumen. El mismo fenómeno ocurre en una escala mucho menor cuando hacemos estallar una cotufa. Cuando el maíz es calentado en aceite, los líquidos dentro del grano se convierten en gas. La presión que se acumula dentro del grano es enorme, causando que explote. El significado de la palabra cotufa en el texto es:

- a. Olla a presión que está preparada para estallar.
- b. Tipo de líquido que se convierte en gas y estalla.
- c. Grano de maíz para hacer palomitas de maíz.
- d. Aceite especial que se gasifica a altas temperaturas.

Anexo 4. Test de habilidades procedimentales

(Adaptado del test de Rentería (2009) para la práctica objeto de este informe)

Nombre del estudiante _____

Grado _____

A continuación se presentan una serie de preguntas con cuatro opciones de respuesta.

Marca en la hoja de respuesta la opción que consideres correcta

1. Alexander quiere comprar un teléfono celular. Para realizar la elección del mejor operador y mejor plan hace uso de información personal e información de las empresas telefónicas. La información personal describe los números telefónicos a los que Alexander llama con mayor frecuencia. La información de las empresas telefónicas describe el costo de cada plan.

Información personal.

Operadores	Cantidad de números telefónicos a los que llama con frecuencia.
Llama ya	5
Fijo	8
Comunícate	7

Información sobre las empresas telefónicas.

Valor del minuto en pesos		Al mismo	Teléfono	Otros	Llamadas
Nombre de la empresa		operador	fijo	operadores	internacionales
Llama ya	Pos pago	230	300	514	2170
	Prepago	245	348	604 p	2309
Comunícate	Pos pago	145	177	263	1750
	prepago	85 pesos	200	300	1850

“Llama ya” en el plan prepago ofrece a sus clientes la oportunidad de elegir un número telefónico para hablar gratis los 5 primeros minutos. En pos pago los clientes pueden elegir 3 números telefónicos para hablar gratis los 5 primeros minutos. ¿Cuál es el operador y plan que más le conviene a Alexander para su economía? Para solucionar el problema se debe establecer relaciones entre:

- a. La calidad del servicio que presta cada operador y el costo del servicio por operador y plan.
- b. El precio del servicio de cada operador en pos pago con relación al costo del servicio en prepago.
- c. Los planes que ofrecen cada operador y el costo del servicio para Alexander según sus contactos.
- d. La cantidad de minutos que gasta Alexander en el mes con la cantidad de minutos que cubre cada plan.

2. Una cantidad de vehículos en el mundo utiliza gasolina como fuente de energía. Estudios han mostrado que 30% del calentamiento de la tierra se debe a la influencia del hombre y el 70% se debe a fenómenos naturales como los periodos interglaciares. Del 30%, de calentamiento de la tierra producido por el hombre es 70 % es producto del gas vehicular, el 20% por la contaminación de las fábricas e industrias y el 10% por otros agentes. ¿De qué manera se puede reducir el 60% del calentamiento de la tierra producido por el hombre? Para solucionar el problema inicialmente se debe tener en cuenta que:

- a. La mayor cantidad del calentamiento es producido por un fenómeno natural, como los periodos interglaciares
 - b. El calentamiento de la tierra está afectando la supervivencia del hombre en la misma.
 - c. El calentamiento que produce el hombre en gran parte es producido por los automóviles.
 - d. Los países más industrializados son los que deben contribuir más a la solución del problema.
3. Una madre de familia lleva a su bebe de 12 meses de edad a la pediatra. En la historia clínica del niño hay una tabla que relaciona los variables edad, peso y talla.

Tabla de peso y altura en niños

Edad	Peso (Kgs.)	Talla(cms.)
1 mes	4,9	54,6
2 meses	5,11	57,8
3 meses	6,0	61,1
4 meses	6,65	63,5
5 meses	7,23	66
6 meses	7,85	67,8
7 meses	8,20	69,4
8 meses	8,60	70,8
9 meses	9,18	72,3
10 meses	9,39	73,5
11 meses	9,7	71,2

12 meses	10,15	70,3
----------	-------	------

La pediatra se sorprende al observar la tabla porque evidencia la siguiente inconsistencia:

- a. El peso mes a mes no aumenta la misma cantidad
- b. Los dos últimos meses la estatura del niño disminuyó
- c. En el primer mes de edad el peso del niño aumento poco
- d. La talla a los 12 meses es baja con relación al peso.

4. Aníbal está vendiendo en una legumbrería y no conoce el precio de los plátanos y la yuca. Él recuerda que su papá por 2 kilos de plátanos más 4 kilos de yucas a un cliente cobró \$5600 pesos y por un kilo de plátano más tres de yuca a otro cliente \$3600 pesos. ¿Cuál es el valor del kilo de yuca y del kilo de plátano? Las ecuaciones que pueden servir para la solución del problema son:

- a. $2y + 4p = 3600$ y $1p + 3y = 5600$
- b. $2p + 4y = 5600$ y $p + 3y = 3600$
- c. $2y + 4p = 0$ y $1p + 3y = 0$
- d. $2p + 4y = 5600$ y $p + 3y = 3600$

5. Antonio hace un crédito hipotecario para la compra de una vivienda. La capacidad de pago mensual de Antonio es de \$500000, y las cuotas mensuales para el pago de la vivienda es de \$460000. ¿Logrará Antonio pagar su casa en 10 años si la capacidad de

Pago de Antonio anualmente se incrementa en un 5% y los intereses del UVR aumentan en un 8%? La hipótesis que mejor dirige la solución al problema planteado es.

- a. El valor de la cuota de la casa en algún momento supera el valor de capacidad de pago de Antonio porque el porcentaje que sube la cuota de la casa es mayor que el porcentaje que sube la capacidad de pago.
 - b. Si Antonio paga el préstamo de la casa en 15 años no pierde la vivienda porque el valor de las cuotas se reduce y dichas cuotas no alcanzan a superar la capacidad de pago de Antonio.
 - c. El valor de la cuota para el pago de la casa no superará el valor de la capacidad de pago, porque la capacidad de pago de Antonio es mayor que el valor de las cuotas de viviendas.
 - d. Si Antonio paga el préstamo en 10 años el costo de la vivienda es más económico que si lo paga en 15 años, porque se ahorra el dinero correspondiente al interés de 5 años.
6. Un vagón del metro hace su recorrido de la estación A a la B, recorriendo las siguientes distancias en los siguientes tiempos. La magnitud que se mantiene constante durante el recorrido es:

T(horas)	1	2	3	4
X (kilómetros)	80	160	240	320

- a. La velocidad, porque el metro recorre siempre el mismo espacio en el mismo tiempo.

- b.** La aceleración (cambio de velocidad), porque cada hora acelera la misma cantidad.
- c.** La distancia recorrida, porque cada hora recorre la misma distancia.
- d.** El tiempo, porque cada trayecto de espacio lo hace en una hora.

7. Para llegar temprano a su trabajo Pedro debe viajar en el metro que sale a las 7a.m. desde la estación Y. un día cualquiera Pedro llegó a las 7:01 cuando el tren ya había salido. Teniendo en cuenta que el tren viaja a 50 km/h que la siguiente estación está a 2 Kms de distancia y que el tren en cada estación se detiene 5 minutos, Pedro decidió caminar a la siguiente estación (Z) a una velocidad de 4 Km/h para ver si alcanzaba el tren ¿Logrará Pedro tomar el metro de las 7a.m en la estación de Bello? Un problema que se soluciona de manera similar a este problema es.

- a.** Calcular en qué momento se encuentran dos atletas A y B que corren a su encuentro con la misma velocidad.
- b.** Calcular el tiempo que gasta en alcanzar el atleta A al atleta B, si el atleta B va adelante al atleta A, pero se desplaza a menor velocidad.
- c.** Calcular el tiempo que tardan en llegar a la meta el atleta A y el B, si parten de un punto al mismo tiempo pero con diferentes velocidades.
- d.** Calcular la velocidad que debe llevar B para alcanzar a A, si el atleta A va adelante de B y se detiene a descansar.

8. Un ama de casa desea bajar el costo de la canasta familiar, sin afectar la nutrición de la familia. Para tal propósito el ama de casa debe conocer además los siguientes datos:

- a. Saber que alimentos gustan más a la familia y la cantidad que consume cada persona.
- b. Conocer los nutrientes que contiene cada alimento y el respectivo precio de cada alimento.
- c. Conocer el precio de cada alimento en el mercado y cuales le gusta más a la familia.
- d. Conocer qué cantidad de alimento consume cada persona y el tipo de nutrientes que tiene cada alimento.

9. En una escuela una gran cantidad de estudiantes resultaron intoxicados después de un almuerzo. La siguiente tabla muestra una relación entre las personas que consumieron alimentos, tipos de alimentos consumidos y presencia del malestar. ¿Qué alimentos produjeron la intoxicación en la comunidad?

Alimentos consumidos	Carne	pollo	Pescado	Agua	leche	banano	Alimentos consumidos
Personas							Malestar
Carlos	0	X	X	0	X	X	SI
Carmen	X	X	X	0		0	NO
Amanda	X	0	0	X	X	0	SI
Luisa	0	X	X	0		X	NO
Francisco	X	0	X	X	X	X	SI

El alimento que produjo la intoxicación fue:

- a.** El pescado porque fue el alimento más consumido por los estudiantes.
- b.** El banano porque Francisco y Carlos lo consumieron y se intoxicaron.
- c.** La leche porque las tres personas que la consumieron están intoxicadas.
- d.** Carne porque dos de los estudiantes que la consumieron están intoxicadas.

10. Una agencia de viaje proporciona a sus clientes 5 puntos por cada nueva persona recomendada que se haga cliente o por cada amigo del amigo que se haga usuario. Dichos puntos se acumulan para reclamar pasajes a cualquier parte del mundo. El pasaje que se ofrece depende de la cantidad de puntos acumulados. Así, hay tiquetes con destinos nacionales que se pueden reclamar desde 90 puntos y tiquetes con destinos internacionales que se pueden reclamar desde 250 puntos. ¿Podrá Juan reclamar un tiquete si han pasado 8 generaciones y cada generación ha recomendado 4 personas? Otro pregunta a la que se le puede dar solución a partir del problema planteado es:

- a.** ¿Cuál es la cantidad de clientes que tiene la empresa?
- b.** ¿Después de cuantas generaciones Juan podía reclamar tiquete?
- c.** ¿A cuantos amigos de Juan la empresa ha otorgado tiquetes?
- d.** Qué cantidad de tiquetes la empresa ha obsequiado