

**IMPLICACIONES DE LA TEORIA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE  
VERGNAUD SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO  
DE ONDA MECÁNICA CON NIÑOS DE 4° GRADO DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA EL SALVADOR**

**DIANA MARÍA RAMÍREZ CARVAJAL  
c.c. 21533088**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN BÁSICA CON ENFASIS EN CIENCIAS NATURALES Y  
EDUCACIÓN AMBIENTAL  
MEDELLIN  
2007**

**IMPLICACIONES DE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE  
VERGNAUD SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO  
DE ONDA MECÁNICA CON NIÑOS DE 4° GRADO DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA EL SALVADOR**

**DIANA MARÍA RAMÍREZ CARVAJAL  
c.c. 21533088**

**INVESTIGACIÓN MONOGRAFICA  
COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN BÁSICA CON ENFASIS EN CIENCIAS NATURALES Y  
EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**ASESORAS**

**LUZ STELLA MEJÍA  
LUCILA MEDINA de RIVAS**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN BÁSICA CON ENFASIS EN CIENCIAS NATURALES Y  
EDUCACIÓN AMBIENTAL  
MEDELLIN  
2007**

## **CONTENIDO**

**INTRODUCCION.....**

### **1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2. OBJETIVO GENERAL**

##### **1.2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

### **2 .MARCO REFERENCIAL.**

#### **2.1. MARCO DE ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. Marco Conceptual**

##### **2.1.2. Marco Teórico**

### **3. DISEÑO METODOLOGICO**

### **4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

**4.1. PRIMER INSTRUMENTO: ENCUESTA**

**4.2. SEGUNDO INSTRUMENTO: ENTREVISTA**

**4.3 TERCER INSTRUMENTO: ENTREVISTA  
SEMIESTRUCTURADA**

**5. DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

## **LISTA DE ANEXOS**

### **Anexos**

**Anexo 1**

**Anexo 2**

**Anexo 3**

**Anexo 4.**

**Anexo 5**

**Anexo 6**

**Anexo 7**

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se inscribe bajo el paradigma cualitativo , ya que el investigador esta inmerso en el contexto objeto de estudio, en este sentido la metodología es participación-acción.

Las situaciones problemas planteadas, hacen relación a la conceptualización significativa del concepto de onda mecánica, dicha estructuración corresponde a la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud (1982) como fuente didáctica para abordar el problema del aprendizaje desde diferentes aspectos, con el fin de profundizar en el fenómeno a estudiar.

Los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron: entrevistas semiestructuradas, encuestas, audio grabaciones y situaciones problema; dichos instrumentos se aplicaron con el fin de obtener datos que ayuden a determinar la información relevante necesaria para verificar la apropiación gradual del campo conceptual de las ondas mecánicas en la estructura cognitiva del estudiante

# 1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El proceso de aprendizaje para los estudiantes trae consigo un sin número de situaciones que son particulares dentro del contexto escolar del cual participan y se retroalimentan constantemente.

Dicho contexto se ve perneado por las “concepciones alternativas” que poseen los estudiantes; estas ideas existentes en la cognición del alumno son de: “origen cultural, abarca un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales; este tipo de concepciones se adquiere por procesos de esquematización, naturalización, de interiorización o asimilación, por los que cada individuo se apropia de ellos y los hace suyos (Pozo y Gómez)<sup>1</sup>.

Al interactuar las concepciones alternativas con las teorías presentadas por la escuela, el alumno se enfrenta a cambios graduales y continuos referentes; a la forma en que entiende e interpreta el mundo exterior y esta situación conlleva a una transformación en su estructura cognitiva que le permitirá a su vez, generar conceptos. Al hablar de formación de conceptos se debe hacer alusión a la teoría clásica que se remonta a Platón donde se describe que: “los conceptos pueden ser definidos a partir de un conjunto de elementos comunes, aun cuando el reconocimiento de esos elementos puede ser no conciente” (Greca ). Por otro lado, para Gerard Vergnaud (1982), los conceptos son: “Un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto al cual se refiere, además a un conjunto de formas del lenguaje que permite representar simbólicamente el concepto, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento”.

En este caso, ambas definiciones dan una idea clara de que la adquisición de conceptos por parte del alumno esta estrechamente ligada con las interpretaciones o lecturas que pueden realizarse del contexto en el que vive, y además por las interrelaciones que se hacen con otras situaciones.

Cuando se analizan las situaciones cambiantes en el aula de clase y como estas influyen directamente sobre la formación de conceptos pertinentes en la estructura cognitiva del alumno, se generan interrogantes y posibles focos de investigación didáctica que ayudan al maestro a explorar el problema del aprendizaje desde un referente cognitivista. Cada aspecto que se indaga en el proceso de adquisición de conocimiento, ayuda a direccionar las acciones que se llevan a cabo en el acto educativo, abriendo nuevos caminos y nuevos interrogantes que apunten a profundizar en la manera de aplicar procesos significativos en el campo de la educación en ciencias.

Son muchas las líneas de investigación que desde el aspecto cognitivo estudian la forma de cómo el estudiante incorpora nuevos elementos teóricos a su estructura cognitiva; dentro de los mas destacados autores se encuentran los aportes de Jean Piaget, el cual habla de los conceptos de equilibrio y desequilibrio cognitivo como reguladores en el proceso de aprendizaje de conceptos abstractos, incluye además en su teoría, el concepto de esquema tanto verbales como motores, que ayudan al individuo a resolver problemas.

Una teoría que se basa en elementos conceptuales de la teoría piagetiana es la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1982); donde se retoma de Piaget el concepto de esquema definido por Vergnaud como “una organización

invariante de la acción para cierta clase de situaciones” y para Piaget representa, “conjuntamente habilidades sensorio-motoras y las habilidades intelectuales, requiere un profundo análisis si se desea comprender relaciones entre competencias y concepciones” (Vergnaud, 1994, Pág. 53)<sup>2</sup>.

Esta teoría toma como punto de partida, situaciones problema para generar en el estudiante la construcción progresiva de conceptos y su dominio a través del tiempo; además los esquemas ayudan a resolver los problemas que se plantean desde la situación lo cual genera una conceptualización.

La línea de los campos conceptuales es fructífera en la medida en que; para el autor la conceptualización es el centro del desarrollo cognitivo el cual se forma cuando el alumno utiliza esquemas específicos para resolver ciertas situaciones problema.

Esta investigación se justifica en la necesidad de explorar la teoría de los campos conceptuales como fuente potencial para analizar la manera de cómo los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa el Salvador, forman conceptos acerca del fenómeno ondulatorio, ya que las investigaciones sobre este tema son pocas; por ende, es pertinente analizar el concepto de onda mecánica bajo los conceptos centrales de la teoría de Vergnaud y como incide esta teoría, en las representaciones (Gráficas y verbales) que construyen los estudiantes del fenómeno de las ondas.

Se debe indicar que la investigación realizada por (Wolti, 2000) deja vislumbrar “los obstáculos cognitivos que tienen los estudiantes no les permiten comprender fenómenos como, la transformación de la energía, su transporte y

almacenamiento de esta a través de las ondas mecánicas, en algunas ocasiones, estas concepciones se ven reforzadas por los libros guía”.

De ahí que la importancia de investigar acerca de cómo los estudiantes pueden ampliar el campo conceptual de la física clásica, permitirá posteriormente analizar bajo que situaciones problema es posible comprender los conceptos que sustentan la teoría de las ondas mecánicas y sus implicaciones en el mundo actual del cual forma parte el alumno.

Al indagar por la formación de conceptos, necesariamente se debe preguntar por el tipo de representación que evidencian el proceso de apropiación conceptual.

Estas representaciones dan cuenta de la fundamentación gradual del Campo Conceptual en la estructura cognitiva. Para entrar a cuestionar por dicha fundamentación se deben analizar los esquemas que utilizan los estudiantes al enfrentarse a ciertas situaciones problemas tangibles; es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cómo fundamentar el Campo Conceptual de Onda Mecánica, bajo situaciones problema que permitan recurrir a esquemas mentales para enfrentarlas?**

## **1.2. OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la formación del Campo Conceptual del concepto de Onda Mecánica bajo situaciones problema que permitan recurrir a esquemas mentales, y como estos influyen en la construcción de la conceptualización.

### **1.2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

1.2.1.1. Indagar por los niveles comprensión conceptual teniendo como referente las representaciones externas que tienen los estudiantes.

1.2.1.2. Identificar como los alumnos articulan a su estructura cognitiva el modelo ondulatorio, por medio de los esquemas que utilizan para resolver ciertas situaciones problemáticas.

1.2.1.3. Aplicar los conceptos básicos de la teoría de Campos Conceptuales, para determinar cuales son los principales obstáculos que se presentan al introducir el modelo ondulatorio.

## **2 .MARCO REFERENCIAL.**

### **2.1. MARCO DE ANTECEDENTES:**

La física es una disciplina de grandes exigencias intelectuales para el sujeto, por esta razón muchos estudiantes tienen dificultades de aprendizaje y desmotivación en esta área del conocimiento (Lopera, 2002).

Actualmente, el modelo ondulatorio ocupa un lugar fundamenta en la estructura conceptual de la física y se constituye en una de sus síntesis mas ricas y fructíferas. Como modelo permite encontrar una unidad explicativa de fenómenos sumamente diversos: los pulsos en las cuerdas, el sonido, las ondas en la materia, ondas de radio... (Reinaldo, 2000).En investigaciones previas se ha encontrado; al llegar al aula, los estudiantes poseen concepciones; estas, por lo general no coinciden con las científicamente aceptadas y son altamente resistentes al cambio (Martínez, 1997); además, aun cuando existe una apropiación de un modelo como por ejemplo el de partículas se hace evidente que; cuando se trata de la interpretación de los hechos y fenómenos, existen dificultades por parte de los estudiantes para relacionarlos con el concepto (Domínguez, Fernández, 1997).

Otros autores como (Peduzzi, Zylberstajn, 1997) afirman que; muchos estudiantes incluso universitarios, tienen problemas cuando se enfrentan a situaciones de la física clásica tal es el caso de la piedra dejada caer desde la alto de un mástil en un navío en movimiento y con velocidad constante, estos

investigadores consideran que las respuestas de los estudiantes se basan en una física intuitiva (Driver, 1986).

De igual forma, los problemas abordados desde el campo conceptual de las ondas, son analizados en investigaciones realizadas por autores como (Reinaldo, 2000) donde afirma: existen obstáculos para la comprensión cinemática del movimiento ondulatorio, en situaciones en apariencia simples, como por ejemplo; el pulso que se propaga en una cuerda. No solo en su interpretación cinemática y la representación espacio temporal de estas, sino también en su tratamiento dinámico.

En otras investigaciones previas sobre la enseñanza aprendizaje de las ondas han observado complicaciones con la propagación de las ondas (Maurinez, 1992 ; Fernández, 1998); con la descripción matemática de las ondas y su superposición (Grayson, 1996; Wittman, 1998).

De acuerdo con algunas investigaciones se ha encontrado: el grado de dificultad del modelo ondulatorio es de modo completo en secundaria y ofrece problemas de aprendizaje incluso a nivel universitario. En este sentido; una teoría psicológica cognitivista que se ocupa de cómo los estudiantes desarrollan y aprenden conceptos y competencias complejas, es la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1982)

### **2.1.1. Marco Conceptual**

Esta investigación se inscribe bajo la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1982). Dicha teoría tiene sus orígenes en la teoría Piagetiana,

donde se plantea: la asimilación confiere significaciones e intereses y determina la repetición. La reacción circular no es otra cosa sino una asimilación que llega a incorporar nuevos objetivos a esquemas anteriores diferenciando estos últimos en (vocalizaciones, movimientos de cabeza, aprehensión...etc.).

Vergnaud amplía y redirecciona la teoría Piagetiana, el foco Piagetiano de las operaciones lógicas y las estructuras generales del pensamiento, estudia el funcionamiento cognitivo de sujeto-en-acción; a diferencia de Piaget, toma como referencia el propio contenido del conocimiento y el análisis conceptual del dominio de ese conocimiento (Vergnaud, 1994, p.41; Franchi, 1999,p.160).

Para Vergnaud, Piaget no se dio cuenta que el desarrollo cognitivo depende de las situaciones y de conceptualizaciones específicas necesarias para lidiar con ellas (Vergnaud, 1998,p.181). Este autor argumenta que; no obstante Piaget deja un trabajo muy importante para la educación; destaca las ideas de adaptación, desequilibrio y re-equilibrio como piedras angulares de la investigación en didáctica de las ciencias y de

la matemática. Sin embargo la piedra angular que dejó Piaget fue el concepto de **esquema**, el cual retoma Vergnaud para su teoría.

El concepto de esquema, contiene elementos procedimentales y conceptuales; dado su carácter de mediadores entre el sujeto y la acción; estos se representan en la mente. Dicho concepto es definido como una representación invariante de la conducta para una clase de situaciones determinadas (Vergnaud, 1998); la organización del esquema se basa en cuatro clases:

- 1) Objetivos y anticipaciones: indican situaciones en las cuales se puede describir el propósito de la actividad.
  
- 2) Reglas de acción: generan esquemas que permiten recoger información y controlar los resultados en acción.
  
- 3) Invariantes operatorios: son la base conceptual, permite obtener información pertinente e inferir en ella, se distinguen dos categorías de invariantes operatorios; los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción.
  
- 4) Posibilidades de inferencia: razonamientos que contienen un esquema para anticiparse a una situación concreta, los esquemas vinculan la conducta y la representación por medio de los invariantes ya que la percepción y la selección de información se determina por los conceptos en acción disponibles en los sujetos y las teorías en acción subyacentes en su conducta.

Cuando el alumno se enfrenta a una situación problema, necesariamente debe utilizar su bagaje conceptual para tratar de entender dicha situación; aquí entra a jugar el proceso de resolución de problemas; según (García, José J, 2000), permite la verificación, formulación y validación de hipótesis en el aula de clase, presentando el aprendizaje como una búsqueda de significado y mejorando ostensiblemente la comprensión de los conceptos en los estudiantes, así como sus habilidades y estrategias generales para solucionar problemas. Aquí podemos asociar la idea de Vergnaud sobre los esquemas ya que estos se desarrollan a la par con el enfrentamiento a situaciones problemas y novedosas para los estudiantes.

Para Vergnaud los conceptos tienen tres ejes transversales:

**S:** situaciones que dan sentido al concepto.

**I:** conjunto de invariantes (objetos, propiedades y relaciones) sobre las cuales reposa la operatividad del concepto, o un conjunto de invariantes que pueden permitir analizar y dominar situaciones problemas.

**R:** conjunto de representaciones simbólicas (lenguaje natural, graficas y diagramas, sentencias formales; etc) que pueden ser usadas para indicar y representar las situaciones y los procedimientos para entenderlas.

Estos tres aspectos permiten pensar en el concepto de esquema como un entramado teórico que va jalonado por las situaciones problema y a su vez se ve delimitado de acuerdo a los campos del conocimiento y a la profundidad con que se estudien.

La potencialidad de la teoría de Campos Conceptuales se ve reflejada en la importancia de discriminar tanto los niveles de conceptualización realizados por los estudiantes, como el uso de las representaciones simbólicas que utilizan, estos en última instancia da cuenta del tipo de explicaciones parciales dadas por los estudiantes sobre los significados (Vergnaud, 1993).

Si bien el conocimiento no es esencialmente simbólico, se representa a través de símbolos, signos y otros modos. Para Piaget, una asociación de

movimientos en los niños, será interesante en tanto que intervenga en el funcionamiento de una acción y quede asimilada en un esquema sensorio-motor.

Ni la percepción, ni el movimiento, sino la asimilación del objeto percibido a un esquema de acción, el cual, es a la vez reproducción motora y reconocimiento perceptivo, es decir, asimilación reproductiva y reconocitiva.

Una forma de representar las palabras, los símbolos o signos es explicitándolas, de este modo el estatus del conocimiento y teoremas cambian a través del tiempo; investigaciones acerca del discurso en el aula apoyan esta idea; en la cual se dice que reconocer el papel del lenguaje en la enseñanza aprendizaje y su importancia en la construcción del conocimiento científico permitirá entender su papel mediador entre el lenguaje hablado y el lenguaje del currículo.

El proceso de explicitación verbal es difícil, pero los conceptos explícitos y los teoremas, capacitan a los estudiantes para objetivar su conocimiento y discutir su idoneidad y validez.

El poder explicitar las ideas de forma oral permite combinar lo cognoscitivo y lo social (Vigotki, 1979). Cuando en el aula se vivencian procesos de argumentación entendido este como: la capacidad de relacionar datos y conclusiones; enunciados teóricos a la luz de datos empíricos procedentes de otras fuentes (Driver, 2000); se puede comenzar a estructurar un puente que medie el proceso de explicitación procurando construir procesos de aprendizaje y ese papel lo ejercen generalmente las palabras y el discurso.

Por otro lado, en el discurso natural; cuando se esta resolviendo un problema en el aula de clases de ciencias naturales o en el laboratorio, pueden formularse enunciados que no sean totalmente correctos o incluso que sean totalmente falacias desde la perspectiva de la logia formal, pero que el mismo tiempo constituyen pasos fructíferos en la construcción del conocimiento (Díaz y Jiménez, 2003).

Como es sabido, el lenguaje refleja relaciones que no son solo lingüísticas, sino también conceptuales. Para adquirir la comprensión de los mismos, es necesario construir una representación mental que lo permita y cuando eso ocurre; la relación establecida ya no es lingüística sino que se refiere a el dominio conceptual sobre el que versa (Vergnaud,1996).

La representación esquemática permite representar todos los problemas de la misma clase por un significante con elementos invariantes, lo que contribuye según los autores, a una mejor identificación del significado y la transmisión de ese significado en objeto de pensamiento (Franchi, 1999).

En ultima instancia, los esquemas y los conceptos se constituyen en momentos y eventos concretos, ósea, bajo una influencia de ciertas situaciones, en las cuales hay unos conceptos en acción y teoremas en acción, con todo ello se refleja mentalmente si se llega a una representación.

La forma de cómo los estudiantes se enfrentan a las situaciones permite construir gradualmente una forma lógica y estructural de abordar dichas situaciones, la manera de cómo se puede acercar a una construcción elaborada del conocimiento científico depende tanto de la información externa y

de la información social para que el alumno construya sus propios argumentos y los exponga de tal forma que, de cuenta de la apropiación de los modelos científicos y la comprensión objetiva de estos, reflejada en las representaciones que el alumno explicita.

El direccionar dicho proceso depende del profesor y su capacidad de formular situaciones y enunciados que permitan abordar una temática desde diferentes ángulos , lo conceptual, procedimental y actitudinal.

Al enfrentar a los alumnos ante situaciones problemas, se pone a prueba cuales mecanismos de resolución moviliza su estructura cognitiva; de acuerdo con el autor (José Joaquín García), el proceso de aprendizaje humano desde el niño hasta el adulto es esencialmente una actividad de resolución de problemas; se hace simultáneamente en los campos afectivo, cognitivo y psicomotor. (Tavares,C y Butter,C; citados por Lopez,B y Costa,N).

### **2.1.2. Marco Teórico**

El campo conceptual de la física clásica posee una región de conocimiento específica denominada Ondas Mecánicas; dicho concepto es el eje articulador entre el proceso pedagógico que se lleva a cabo en la investigación dentro del aula de clase y la línea de cognitiva que es el hilo conductor en esta investigación.

Los conceptos teóricos que se intenta articular a la estructura cognitiva de los alumnos participantes fueron direccionados del texto “Física conceptual de Hewit”; donde se define el concepto de onda como:

**“ La mayor parte de la información acerca de lo que nos rodea llega a nosotros en alguna forma de ondas. Es por medio del movimiento ondulatorio que el sonido llega a nuestros oídos, la luz a nuestros ojos y las señales electromagnéticas a los aparatos de radio y televisión. Por movimiento ondulatorio debemos entender la transferencia de energía de una fuente a un receptor distante sin que transfiera materia entre los puntos.”**

Para que se de un movimiento ondulatorio se necesita una perturbación; por ejemplo: una cuerda estirada horizontalmente, se sacude uno de los extremos de arriba abajo, se producirá una perturbación rítmica que viajara a lo largo de la cuerda. Cada una de las partículas de esta se mueve de arriba abajo, al mismo tiempo que la perturbación se desplaza a lo largo de la cuerda. El medio regresa a su condición inicial después de que pasa la perturbación.

Quizá un ejemplo mas familiar de movimiento ondulatorio es el de las ondas del agua.

Si se deja caer una piedra en un estanque en reposo, las ondas viajaran hacia fuera en círculos crecientes, cuyos centros están en la fuente de perturbación. En el caso de los péndulos, su oscilación es armónica y por ello es utilizado para controlar el movimiento de relojes; Galileo descubrió que el tiempo que un péndulo necesita para ir y volver a distancias pequeñas depende de la longitud del péndulo y de la apelación de la gravedad. El tiempo de una oscilación de

ida y vuelta, denominado periodo, no depende de la masa o el tamaño del arco que describe al oscilar.

Una experiencia peculiar que puede describir las ondas en un péndulo es si de una plomada escapa arena; al encontrarse en movimiento armónico simple, trazara una y otra vez una línea recta de corta longitud. Supóngase ahora que hacemos oscilar el péndulo encima de una banda que se mueve en una dirección perpendicular al plano del péndulo oscilante ; el trazo que ahora describe se denomina curva senoidal. Esta curva no es en si una onda sino una representación grafica de ella, y se presta a una descripción de los términos técnicos empleados para definir el movimiento ondulatorio.

Estos términos básicos son la base para comprender el campo conceptual de onda mecánica; se debe tener en cuenta que para los alumnos de primaria es difícil comprender que las ondas transportan energía y no materia y que además, necesitan de un medio de propagación, sea sólido, liquido o gaseoso. La idea de comenzar a conceptualizar aspectos relevantes como perturbación , medio de transporte, representación grafica; posibilita comenzar a estructurar teóricamente lo que para los niños significa el concepto básico de onda; es por ello que se utilizo en la investigación el texto de Física Conceptual de Hewit ya que presenta de forma detallada la descripción teórica del modelo ondulatorio acompañado de situaciones problema que son familiares en el contexto en cual los niños de la Institución Educativa el Salvador se desenvuelven.

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

El propósito de la investigación es determinar como los alumnos fundamentan el campo conceptual de onda mecánica, teniendo como referente las situaciones problema que pueden ser potencialmente significativas dentro del aula de clase. La investigación se inscribe bajo el paradigma cualitativo ya que el investigador esta inmerso en el contexto estudiado, pero a su vez, interactúa directamente con el objeto de estudio, así que puede catalogarse como una investigación acción-participación.

Este proceso se llevo a cabo en un lapso de tiempo que comprende un año escolar (2006) así que es de corte longitudinal; los datos arrojados por la muestra serán del tipo cualitativo-descriptivo, lo cual permite al investigador analizarlos de forma flexible, pero a su vez sistemática.

La población a la cual va dirigida la investigación es del grado cuarto de la Institución Educativa el Salvador con 40 estudiantes, de los cuales se seleccionaron 6 estudiantes participantes (3 niños y 2 niñas, denominados; E1, E2, E3, E4, E5) cuyas edades oscilan entre los 8 y los 10 años.

Se utilizo como criterio de selección el interés permanente en el área de ciencias naturales y su habilidad para expresar verbalmente sus ideas, ya que para efectos de la investigación se hace necesario que los niños posean fluidez en sus respuestas de acuerdo con sus concepciones sobre los fenómenos físicos; específicamente el de onda mecánica.

Para la recolección de información, se utilizaron diferentes instrumentos cuyo fin es explorar como los alumnos elaboran sus modelos explicativos y cuales son los avances en la apropiación de dicho campo conceptual.

Para iniciar con el proceso de recolección de información se utilizó una encuesta escrita (ver anexo 1) la cual pretendía identificar las concepciones alternativas de los estudiantes acerca del fenómeno ondulatorio; y como estos interpretaban las situaciones problema con las cuales eran confrontados; la técnica utilizada para analizar estos primeros datos fue la red sistémica con la cual se obtuvieron categorías del concepto más general al más particular; las respuestas de los niños fueron tabuladas en un cuadro (Ver anexo 5).

Para la segunda actividad se trabajó el movimiento ondulatorio en péndulos, con el fin de analizar su movimiento armónico y realizar una experiencia interactiva en el aula de la cual se formularon dos preguntas (Ver anexo 2); las respuestas que los niños dieron a dichas preguntas se encuentran tabuladas en un cuadro (Ver anexo 5); la información obtenida a través de la entrevista fue grabada (audio grabación) y transcrita posteriormente (Ver anexo 4), esta información fue analizada bajo el instrumento del esquema argumental de Toulmin ya que permite recopilar las justificaciones y las premisas que los niños utilizan para argumentar sus conclusiones.

El tercer instrumento con el cual se finaliza la recolección de la información es una entrevista semiestructurada (Ver anexo 3), ya que las respuestas de los niños, guiaban la formulación de más preguntas referentes a la actividad y al concepto de onda mecánica; el objetivo de dichas preguntas era indagar por los niveles de asociación entre las situaciones presentadas con anterioridad, con la nueva situación problema planteada; cuyo eje temático es el concepto

de perturbación en sistemas acuáticos; para ello se utilizó una vasija con agua y un diapasón. Esta entrevista fue de carácter individual y los datos obtenidos se analizaron bajo el instrumento de la “Ve de Gowin”, el cual permite visualizar la apropiación conceptual de los estudiantes por medio de las teorías y conceptos que utilizan a la hora de dar explicaciones sobre el fenómeno ondulatorio, además que, es un instrumento epistemológico con el cual es posible hacer una comparación entre las afirmaciones iniciales de los estudiantes con sus nuevas afirmaciones después de que son expuestos ante una nueva situación problema.

Para darle credibilidad a la investigación cualitativa, se trianguló la información en el tiempo, es decir, los instrumentos utilizados inicialmente fueron presentados nuevamente ante los estudiantes al finalizar el proceso con el fin de indagar por indicios que muestren una construcción más estructurada de la conceptualización del concepto de onda mecánica. Además, se constataron las respuestas obtenidas en el primer instrumento con las del segundo instrumento con la finalidad de recolectar la información más pertinente y abstraer las categorías más generales y específicas sobre la apropiación conceptual por parte de los estudiantes, estas categorías a su vez se cruzaron con las respuestas obtenidas en el tercer instrumento, todo ello a luz del marco teórico con el cual se pretende dar respuesta a la pregunta inicial y encontrar nuevas interrelaciones conceptuales que no se explicitan al analizar cada instrumento por separado.

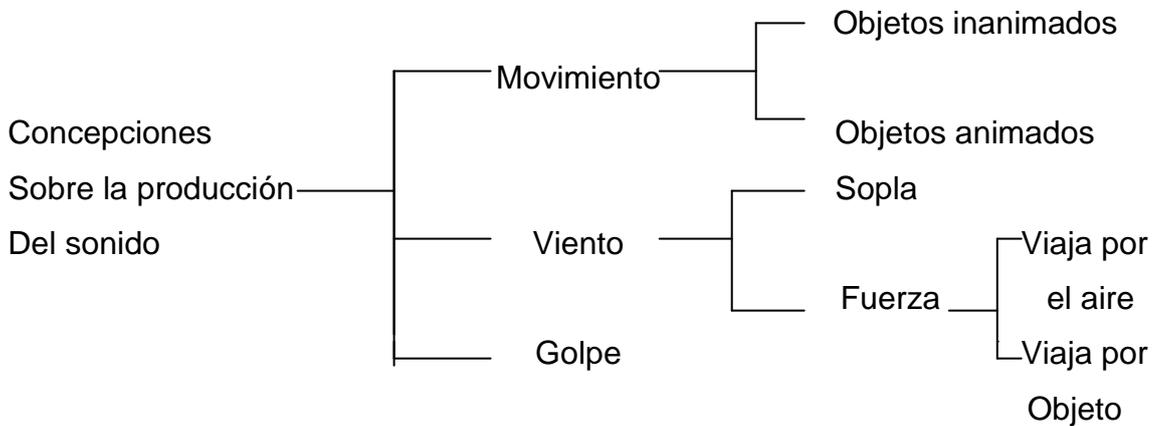
## 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 4.1. PRIMER INSTRUMENTO: ENCUESTA

La metodología de la clase se especifico en generar situaciones problema con el fin de indagar por los niveles conceptuales que los alumnos desarrollan. En la medida en que se apropian de nuevas explicaciones, pueden hacer uso de esquemas mentales que utilizan a la hora de relacionar actividades que les permitan resolver ciertos interrogantes.

**Pregunta 1.** la situación presentada consistía en mostrar instrumentos musicales que emitan diferentes sonidos, algunos graves y otros agudos. Según los razonamientos dados por los niños, estos asocian el sonido solo con vibraciones que se producen al chocar o romper objetos del mismo material, de aquí surge una categoría inicial referida al golpe relacionado con el sonido. Según Vergnaud (op. Cit, p.150 y p.12), esta asociación puede atribuirse a los procesos cognitivos y, a las respuestas que el sujeto da en función de las situaciones con las cuales es confrontado, de aquí que los niños den respuestas de acuerdo a lo que pueden percibir a través de los sentidos, exclusivamente auditivo.

En la **red sistémica 1**:



Puede observarse que la interpretación que dan los estudiantes sobre el sonido, se refiere a su interacción con el viento cuando este mueve los objetos, y que son estos los que transportan el sonido; solo (E4) considera que el sonido viaja a través del aire y que este, solo puede escucharse cuando todo está en silencio; aquí se puede notar que la respuesta trata de dar una explicación más acertada haciendo uso de objetos, propiedades y relaciones que se conoce sobre el fenómeno, de esta forma se presenta una relación del movimiento del sonido con su desplazamiento en un medio; aquí entra a jugar lo que se denomina en la teoría de los campos una representación, entendida como: un conjunto de símbolos ya sea el lenguaje natural, gráficas y diagramas...que pueden ser usados por el estudiante para indicar y representar situaciones problemas que le sean familiares (Vergnaud, 1998).

Los niños tratan de expresar con su lenguaje natural las concepciones alternativas que tienen sobre la formación de los sonidos asociándola con sus vivencias personales, por lo tanto guían su interpretación de la situación bajo la

cual es analizado el fenómeno relacionándolo directamente con su cotidianidad.

Por ejemplo, (E5) asocia el sonido con las ondas observadas en el agua, aunque no puede verlas dice que puede escucharlas; al parecer no encuentra relación entre el movimiento de las ondas y el aire como medio de transporte, sino que, le atribuye todo a la función auditiva (tímpano). Este estudiante trata de encontrar relación entre las ondas sonoras y las ondas transportadas en el agua; dicha relación podríamos decir que es un conjunto de invariantes operatorios definido en teoría de campos conceptuales como: conceptos en acción y teorías en acción que son los conocimientos contenidos en una proposición de la real considerada como verdadera (1996 c, p.202; 1998, p.167).

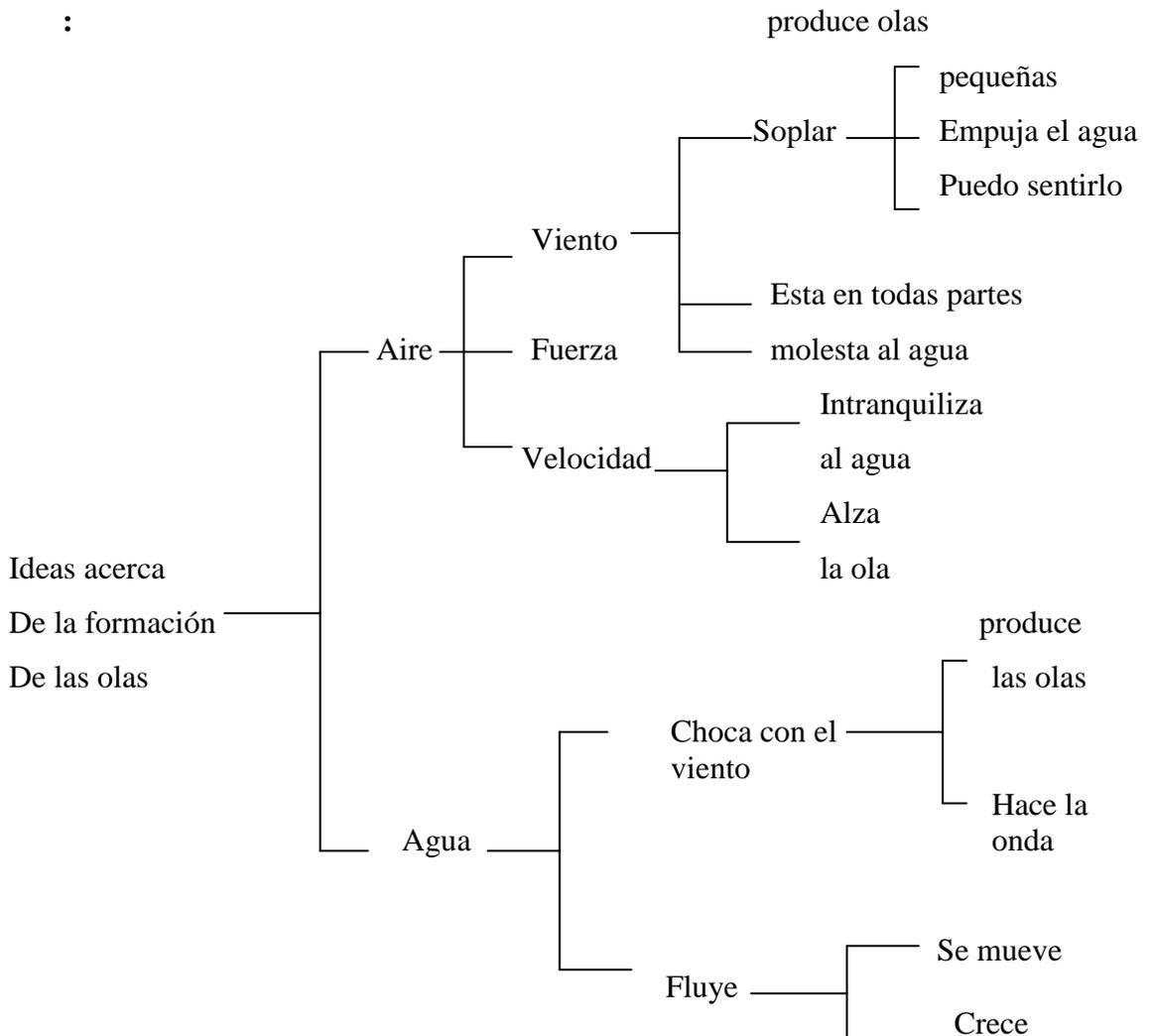
En este caso el estudiante considera verdadera la analogía que realiza sobre los tipos de ondas y además agrega que el sonido puede ser escuchado por el órgano auditivo y no porque dichas ondas se transportan por el medio gaseoso. Aunque esta afirmación es incorrecta en algunos aspectos, se acerca a un tipo de explicación que busca satisfacer la incógnita generada por la primera pregunta; este proceso de buscar explicaciones podría generar posteriormente una modificación del concepto que le permitirá durante el proceso, relacionar las situaciones planteadas con el concepto de onda mecánica.

## **Pregunta 2**

En un campo conceptual existe una gran variedad de situaciones y los conocimientos de los alumnos son moldeados por las situaciones que se

encuentran y progresivamente dominan, particularmente por las primeras situaciones susceptibles de dar sentido a los conceptos y procedimientos que queremos que aprendan . En este caso la situación presentada a los alumnos consistía en perturbar la superficie del agua de diferentes maneras (lanzar una piedra y soplar) y a partir de allí elaborar preguntas relacionadas con la formación del oleaje; la idea era observar si relacionaban ambos fenómenos y además si se vislumbraba algún preconcepto acerca de la formación de las ondas en medios acuáticos.

## Red sistémica 2



Según la red sistémica, los niños concuerdan que el oleaje es debido al choque del agua con el aire, en esta afirmación existe un acercamiento al concepto de perturbación , en este caso el viento. Se puede observar que (E5) construye una explicación a partir de lo que puede sentir , en este caso sopla sus manos para evidenciar la existencia del aire, y afirma que el aire es quien ha generado estas pequeñas olas; esta explicación es del tipo descriptivo en base al conocimiento cotidiano (Ver y Experimentar); además, según Vergnaud; la situación es un proceso de largo aliento que se extiende por años, con analogías y mal entendidos entre las situaciones, entre conceptos, entre procedimientos y significantes.

La consideración de (E3) el viento está en todas partes y por eso le atribuye la capacidad de empujar objetos y estos a su vez producen más viento; esto indica que para él; entre más viento se genere a partir de los objetos, más viento habrá. Se puede considerar que aunque la afirmación es incorrecta, cabe indicar que por lo menos se comienzan a conceptualizar a partir de situaciones nuevos aspectos relevantes antes no analizados por ellos, pero que les permitirán posteriormente desarrollar su cognición.

(E4) por su parte considera que si no hubiese viento, el agua permanecería tranquila y que cuando ambos medios interactúan el “viento molesta al agua”; aquí se vislumbra que hay una idea insipiente acerca de la fuente de perturbación que se genera cuando el aire entra en contacto con la superficie del agua. En (E1) por el contrario; considera que la formación de la ola se debe únicamente al agua y afirma que esta crece cuando el viento sopla, parece haber en esta afirmación una concepción animista del movimiento de las olas en función del agua.

Para (E4 y E5), el aire puede mover el agua debido a su velocidad, cuando ambos medios entran en contacto, “el viento puede alzar la ola” y producir una onda.

En general los niños poseen un modelo de formación de las olas adecuado para su edad, aunque no comprendan algunos conceptos relevantes del fenómeno ondulatorio como: perturbación, transporte de energía y medio de propagación. Por otro lado, algunas de sus afirmaciones apuntan hacia una explicación racional construida a partir de las experiencias que han tenido con el fenómeno del oleaje, sus intervenciones de tipo verbal en las secciones de clase, dan cuenta de las explicaciones utilizadas por los estudiantes en concordancia con las creencias que poseen, ayudan a construir a su vez un entramado conceptual que permite ver que tipo de referentes teóricos o prácticos preceden dichas explicaciones.

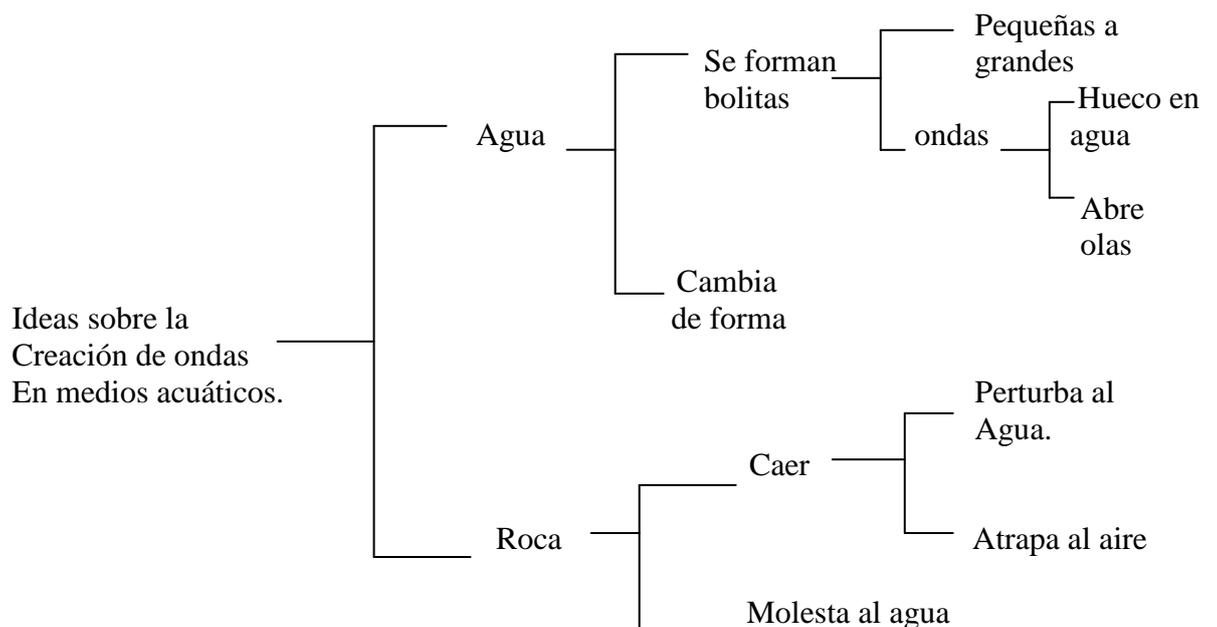
De acuerdo con lo anterior. En la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud desarrollada a partir del legado de Vygotski se indica que: “la importancia atribuida a la interacción social, al lenguaje y a la asimilación en el progresivo dominio de un campo conceptual por los alumnos; para el profesor la tarea mas difícil es la de proveer oportunidades a los alumnos para que desarrollen sus esquemas en la zona de desarrollo próximo” (Vergnaud, 1998. p. 181).

### **Pregunta 3**

La situación planteada en el aula para introducir el modelo ondulatorio consistía en lanzar un roca en un estanque tranquilo, para observar como se propaga la

onda en dicho medio y analizar las conceptualizaciones de los alumnos acerca de las ondas.

De acuerdo con la definición de situación dada por Vergnaud se entiende como: una situación compleja que puede ser analizada como una combinación de tareas, para las cuales es importante conocer sus naturalezas y dificultades propias. Al confrontar a los estudiantes con dicha situación se pretendía analizar cuales son los principales fundamentos conceptuales y que tan arraigados están en su estructura cognitiva.



Inicialmente aparece una primera categoría que asocia el movimiento de la onda con el medio acuático; los estudiantes coinciden que el agente perturbador en el agua es la roca, ósea la segunda categoría más general.

En el caso de (E2, E3 y E5), poseen la idea de que el agua es quien forma las “bolitas” de las mas pequeñas a las mas grandes; aquí se observa que aunque los niños no concuerdan específicamente con el concepto de perturbación,

definido como; la fuente a partir de la cual las ondas viajan hacia afuera en círculos concéntricos crecientes (Hewit); si se acercan a la idea de propagación al confrontar dicho fenómeno con las explicaciones que dan de este.

Otra categoría analizada en el instrumento de la red sistémica se refería a las respuestas dadas por ((E2, E3 y E4) en las cuales manifiestan que las olas pequeñas que se forman “parten el agua” o “se abren las olas”, aquí se observa que consideran que el medio (agua) se mueve en la dirección de propagación de la onda; aunque se sabe que “el movimiento ondulatorio consiste en la transmisión de energía de una fuente a un receptor distante sin que se transfiera materia entre dos puntos” (Hewit), se puede percibir entonces que, el concepto de onda que poseen se refiere exclusivamente al movimiento del agua ósea, se limita a la información que obtienen a través de los sentidos, en este caso la vista.

Los niños tratan de dar explicaciones de acuerdo con sus creencias y en base a lo que pueden observar; se desde la teoría de campos conceptuales que: son las situaciones las que dan sentido al concepto (Baris y Vergnaud, 1990); un concepto se torna significativo a través de variedad de situaciones (1994, p. 46). De acuerdo con la idea anterior, en la medida en que las situaciones sean significativas para los estudiantes, podremos verificar si el tipo de situaciones problema permite realizar una construcción conceptual a partir de ellas, las cuales pueden dotar de significados graduales los conceptos y a su vez generar esquemas necesarios para entender dichas situaciones.

## **4.2 SEGUNDO INSTRUMENTO: ENTREVISTA**

El campo conceptual se comienza a construir en el momento mismo en que los estudiantes dan explicaciones del fenómeno al cual son enfrentados, relacionando a su vez hechos, situaciones y conceptos, con sus concepciones previas. Los modelos ondulatorios fueron presentados inicialmente desde sistemas acuáticos, posteriormente se les presento los péndulos, el movimiento transmitido en las cuerdas y la transmisión de la perturbación de un diapasón al medio acuático; todo ello con el fin de presentar al estudiante diferentes situaciones que la permitan comenzar a construir esquemas mentales con los cuales interpretaría y trataría de dar explicaciones mas coherentes y racionales de los fenómenos que observa.

En este sentido, algunas de las experiencias sirvieron de sustrato para que los alumnos comenzaran a construir enlaces o relaciones de los conceptos básicos de onda mecánica con las diversas experiencias que se realizaron durante el año escolar.

Cabe recordar que algunas de las experiencias se repitieron constantemente con el fin de indagar a profundidad por los cambios graduales en la conceptualización que elaboran los estudiantes a través de situaciones planteadas en el aula, por ello para Vergnaud la conceptualización es: una unidad de estudio para dar sentido a las dificultades observadas en la construcción de conceptos, es por ello que la conceptualización es el centro del desarrollo cognitivo.

Los análisis permitieron sacar categorías referentes a la altura de la que se lanza el péndulo, a la velocidad adquirida por este y a la importancia que se le otorga al tipo de cuerda y su longitud; estas categorías permitieron a su vez cuales son las principales justificaciones que los estudiantes realizaron para explicar el movimiento armónico de este; en los casos (E1, E3 y E4), la otorgan mayor importancia a la altura a la cual es lanzado el péndulo o del impulso inicial que se le suministra para iniciar el movimiento, (E5) por su parte considera que el peso y la forma del objeto oscilante no importa en este caso, para describir el movimiento utiliza la siguiente expresión: “hay una dirección normal y en esta dirección se da, sigue derecho pa’ donde va se dirige” . Se puede observar que trata de definir el movimiento uniforme para referirse a que el péndulo posee un movimiento ordenado o armónico.

Para (E1), el movimiento ordenado del péndulo se debe a la altura y “al motor” se refiere a este como: “el motor es la bolita, es la que tiene el peso para que haga el movimiento; a diferencia de (E5) considera de mucho valor el peso y la forma del objeto oscilante; para el modelo ondulatorio, el movimiento del péndulo solo depende de la longitud de la cuerda del péndulo y de la aceleración de la gravedad y no del tamaño de la masa o del tamaño del arco que describe al oscilar (Hewit); en este sentido los estudiantes utilizan como dato empírico la oscilación simultánea de dos péndulos que poseen diferente masa y una observación detallada de la oscilación que consistía en cronometrar el tiempo que tardaba la oscilación para cada péndulo.

Aunque la muestra coincide con que el movimiento del péndulo es parejo, ordenado; no poseen el concepto de movimiento armónico simple, así, al describir el movimiento como ordenado o parejo hace suponer que poseen una idea insipiente de lo que es armónico y por ello se toma como una conclusión final al presentar la situación.

La muestra en general no posee aun las herramientas conceptuales básicas para enfrentarse con esta situación problema en particular, ya que describen los hechos desde la experiencia cotidiana; pero; es interesante el hecho de que buscan dar explicaciones a los procedimientos, definiciones, relaciones entre los hechos, apelaciones o analogías; es lo que Jiménez, Díaz y Dusch (1998), consideran como las operaciones sistémicas.

(E2) en su respuesta a la pregunta dos de la entrevista (Ver anexo 2), inicialmente no poseía argumentos para pensar que el péndulo tenía relación con las ondas; posteriormente realiza una relación entre el pulso en una cuerda que oscila de arriba hacia abajo, con la cuerda del péndulo; “Cuando estamos haciendo una onda con la cuerda... se va llevando una onda en orden como una culebrita, entonces demás que esto también tendrá”... Para este caso aunque la analogía no sea la correcta se refiere exclusivamente a que la onda mecánica, necesita de un medio de propagación sea la cuerda o el péndulo. En los campos conceptuales de Vergnaud (1982) los conceptos se construyen a través de los Invariantes Operatorios en donde son relevantes los teoremas en acción y los conceptos en acción; cuando los estudiantes logran establecer nuevas relaciones entre las situaciones, se puede afianzar a su vez la forma de asociación de ideas para crear esquemas pertinentes para entender dichas situaciones bajo un entramado conceptual, así sean inicialmente de un grado de dificultad mayor.

Los estudiantes en general no comprenden la experiencia realizada con el péndulo en el cual, escapa arena de la plomada, al hacer oscilar el péndulo encima de una banda que se mueva en dirección perpendicular al plano del péndulo, se traza una curva senoidal; cuando se realizó la experiencia, se clarifico que esta curva es una representación de una onda (MAS); al cuestionar por la relación del movimiento del péndulo y la onda los estudiantes responden

que si hay delación; pero que la onda esta en el aire y no en el péndulo. Como expresa (E1), “Cuando el péndulo se mueve el aire esta ahí, el péndulo vota la onda, va votando ondas”; se observa una delación directa entre el aire y el péndulo.

En contraste con (E4), asocia el viaje de las ondas sonoras y afirma que el aire se queda allí al igual que el péndulo; se la pregunta por la onda en el péndulo a lo que responde: “Es como uno tener un péndulo y los suelta, esto es el pulso,

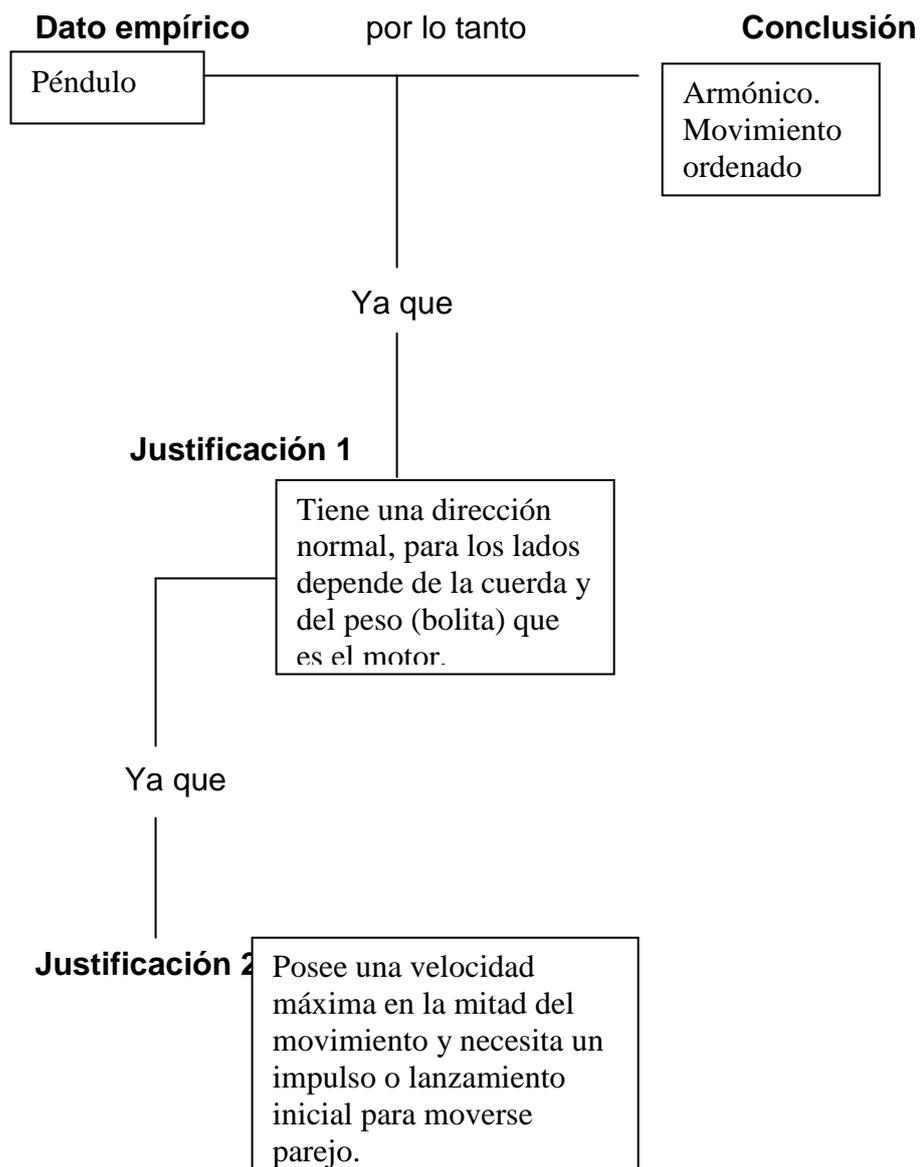
sino que también el aire le ayuda al péndulo”; ¿la onda va en el aire o en el péndulo? En el péndulo. A excepción de todos los demás, (E4) considera que el péndulo es mas relevante al relacionar con el medio por el cual se transporta la onda, “al igual que las moléculas del aire transportan las palabras, pero ellas se quedan allí” se puede analizar que; comprende que en las ondas mecánicas no hay transporte de materia; este caso es interesante ya que permite evidenciar un progreso en la conceptualización y en el dominio progresivo de los significados acerca del concepto de onda mecánica. Para los autores (Jiménez y Díaz, 2001) se refieren al lenguaje de los niños como un discurso natural cuando se esta resolviendo un problema en la clase de ciencias o en el laboratorio, pueden formularse enunciados que no sean totalmente correctos o incluso que sean falacias desde la perspectiva de la lógica formal, pero al mismo tiempo constituyen pasos fructíferos en la construcción del conocimiento.

A partir de las situaciones planteadas en el aula, se puede evidenciar algunos avances progresivos en la conceptualización de las ondas mecánicas; en algunos estudiantes mas que en otros, pero cada uno avanza según las interacciones que logran construir en su estructura cognitiva; además tratan de

justificar sus respuestas según sus experiencias, a pesar de ser niños se puede vislumbrar que a partir de situaciones problema tienen más claridad del concepto y les motiva a su vez a buscar explicaciones más específicas de fenómenos que son tangibles para ellos.

### Esquema argumental de Toulmin

**Pregunta uno.**



## Esquema argumental de Toulmin:

### Pregunta 2.

**Dato empírico**

Movimiento  
del péndulo

Por lo tanto

**Conclusión**

Hay ondas

Ya que

**Justificación**

Movimiento del  
péndulo, mueve el  
aire

Ya que

**Justificación 2**

La cuerda tiene la  
onda.

**Dato empírico.**

Cuerdas  
(pulso), la  
onda viaja en  
el péndulo.

### **4.3 TERCER INSTRUMENTO: ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA**

El progreso conceptual se presenta ante el investigador (El docente), cuando la situación problema planteada a los estudiantes permite encontrar nuevos elementos teóricos que se articulan con otras situaciones; en este caso la perturbación del medio acuático con el diapasón.

Se pretendía analizar algunos indicios que evidencien una apropiación de la conceptualización del concepto de onda mecánica. Inicialmente la nueva situación permitió a los estudiantes relacionarla con las situaciones presentadas con anterioridad y construir una explicación más coherente que de cuenta del comportamiento de las ondas en dicho sistema; para ello, se basaron en los conceptos que han ido adquiriendo progresivamente como son: la perturbación, propagación en el medio, paso de energía, vibración...La representación más característica de la onda en este caso, son los círculos crecientes que se desplazan del centro de la perturbación hacia el exterior; aunque no se habló del concepto de interferencia que produce el diapasón en el agua, los alumnos eran conscientes que el movimiento de las ondas difiere de acuerdo al tipo de perturbación al cual se ha expuesto el medio.

Es relevante indicar que; al iniciar el proceso de investigación resultaba difícil para los estudiantes entender que las ondas mecánicas en su desplazamiento no transfieren materia o, el medio en que se propaga la onda; al reforzar ciertas experiencias en el aula, y teniendo en cuenta la última situación planteada, se evidenció que: un progreso conceptual en la mayoría de los estudiantes participantes ya que coinciden en que el medio no se mueve, sino que se transporta la onda como un tipo de energía. "Cabe anotar que los estudiantes

asocian el concepto de energía directamente con la fuerza que se imprime para perturbar el medio”.

Otro aspecto que reincide durante toda la investigación es la creencia de que las ondas mecánicas solo se mueven en el aire, toman esta idea como referente para explicar el concepto como tal. En el caso de (E2 y E4); sus afirmaciones tienen origen en la situación inicial que presentaba a los estudiantes que consistía en diferentes instrumentos musicales, con el fin de analizar la propagación del sonido en el medio gaseoso incluyendo la voz de cada participante; esta información evidencia lo que sustentaba Vergnaud (1998); “las primeras situaciones son susceptibles de crear conceptualización”; además puede que dicha situación halla captado su atención mas que otras.

En el caso de (E1, E3 y E5) explicitan en sus respuestas que las ondas mecánicas pueden propagarse en medios (líquidos, sólidos y gaseosos), en esta caso el proceso de conceptualización se asocia a las representaciones que son definidas por Moreira (1983) como: “significado de símbolos referentes a objetos, eventos, conceptos cuyo significado se ancla en la estructura cognitiva, la adquisición de nuevos conceptos representa gradualmente un modelo mas evolucionado”; por ello la relación progresiva de conceptos y demás experiencias permite pensar que; el campo conceptual de los estudiantes respecto al concepto de onda mecánica ha mejorado notablemente.

Para los niños fue de gran ayuda y motivación manipular ellos mismos el diapasón y ponerlo a vibrar; las afirmaciones que realizaron se refieren al sonido y a la energía que se transmite al agua. En (E1) por ejemplo: sustenta que las ondas sonoras viajan en el aire y al introducir al agua cambia de medio, así que viajan en el agua; habla de este en términos de perturbación del medio.

Para (E2, E3, E4 y E5), consideran que hay paso de energía, o vibración al medio acuático, pero no consideran el sonido generado por este. Esta experiencia permite analizar que los estudiantes realizan inferencias con las situaciones anteriores y que les permite recurrir a esquemas mentales denominados por Vergnaud como: “elementos conceptuales y procedimentales, dado su carácter mediador entre el sujeto y la acción; estos se representan en la mente”; estos esquemas permiten recurrir a explicaciones satisfactorias ante una determinada situación.

Para entrar a analizar si la conceptualización progresiva de los significados relevantes, desarrollada la estructura cognitiva; se debe entrar a indagar por los Invariantes Operatorios; las situaciones, los conceptos y los esquemas; en general todos los aspectos que regulan la adquisición de nuevos conocimientos; para ello el docente como agente generador de nuevos espacios de conceptualización es indispensable para su rol de formador ser concientemente el tipo de situaciones problema que llevara al aula; con el fin de generar en la cognición del estudiante categorías del conocimiento relevantes que la permitan entender y formar esquemas adecuados que apunten a dar explicaciones coherentes sobre un campo del conocimiento.

Con el tercer instrumento se observa cierta apropiación conceptual del fenómeno ondulatorio en el sentido en que; la utilización de términos científicos y sus correspondientes explicaciones por medio de su lenguaje natural, deja ver indicios de una comprensión que tiene sus cimientos en las representaciones que poseen los estudiantes de las situaciones que son familiares para ellos.

Lo interesante de la teoría de los campos conceptuales es que permite ver las falencias en conceptos referentes a la propagación de la energía, interferencia y los medios líquidos y sólidos como sistemas de propagación de las ondas mecánicas.

“Ve de Gowin”; Instrumento epistemológico tomado de Consesa Caballero.

Dominio conceptual (inicial)

**TEORIAS:**

La conceptualización de los fenómenos depende del desarrollo cognitivo que tienen los estudiantes, este desarrollo se evidencia en las explicaciones que se dan de acuerdo al fenómeno estudiado. Para construir explicaciones con significados relevantes los alumnos deben desarrollar esquemas que les permitan enfrentarse a dichas situaciones. Las primeras situaciones son susceptibles para construir conceptos significativos en la estructura cognitiva de los estudiantes; estos dan explicaciones del tipo extraescolar y se les dificulta entender términos como propagación de las ondas en un medio, perturbación, por ende su desarrollo cognitivo va ligado al análisis y a las inferencias que realizan de cada situación problema, estas ayudan en última instancia a construir la conceptualización.

**Cuestiones**

¿Cómo construir conceptualizaciones de onda mecánica a partir de las situaciones problema generadas en el aula de clase?

Dominio conceptual inicial

**AFIRMACIONES DE VALOR:**

Al presentar las situaciones iniciales, los estudiantes las asocian con sus experiencias cotidianas.

Sus explicaciones son guiadas por la percepción sensorial.

**AFIRMACIONES DE CONOCIMIENTO:**

Cuando se enfrenta al estudiante con la formación de las ondas en medio acuáticos, relaciona directamente la representación de las ondas con círculos concéntricos.

Los niveles de conceptualización son nulos, aun después de la intervención inicial.

El lenguaje que utilizan es un “discurso natural” en términos de Jiménez Alexandre (Cuando se está resolviendo un problema de ciencias pueden formularse enunciados incorrectos, pero que son fructíferos en la construcción de nuevo conocimiento).

**SITUACION PROBLEMA:**

Formación de ondas mecánicas en:

Medio gaseoso: instrumentos musicales

Medio líquido: dejar caer rocas

Pequeñas, gota de H<sub>2</sub>O

Medio sólido: Pulso en cuerdas y

Péndulo.

“Ve de Gowin”; Instrumento epistemológico tomado de Consesa Caballero.

Dominio conceptual (Final)

**TEORIAS:**

Las situaciones problema modelan la adquisición progresiva de la conceptualización.

Esta teoría psicológica sirve para analizar dificultades y progresos en la adquisición de nuevos conocimientos, teniendo como referente los modelos explicativos a partir de una situación con significado.

La argumentación en el aula permite evidenciar el progreso de los conceptos, ya que se pueden ver las representaciones verbales explicitadas por los estudiantes.

Los esquemas son formas en que los estudiantes se enfrentan a una serie de situaciones innovadoras para dar explicaciones.

La asociación de situaciones problema posibilita la construcción gradual y progresiva de la conceptualización; aun cuando no se comprendan todos los aspectos relevantes, se dan explicaciones más acertadas lo cual permite evidenciar un discurso natural más fluido en el aula.

**Cuestiones**

¿Cómo construir conceptualizaciones de onda mecánica a partir de las situaciones problema generadas en el aula de clase?

Dominio conceptual (final)

**AFIRMACIONES DE VALOR:**

La investigación enmarcada dentro de la teoría de campos conceptuales, permite evidenciar que: bajo ciertas situaciones llamativas para el Estudiante, es posible la adquisición de nuevo conocimiento.

La capacidad del docente para Innovar en situaciones problema planteadas en el aula, depende de las reflexiones hechas sobre el objeto de estudio, convirtiendo la práctica educativa, en un proceso de investigación constante.

**AFIRMACIONES DE CONOCIMIENTO:**

En la actividad planteada con el diapasón en un medio acuático, se evidencia que los niños identifican los agentes perturbadores en cada experiencia.

Comprenden que las ondas mecánicas necesitan de medios (Sólido, líquido y gaseoso) para propagarse.

Cada situación genera una incógnita diferente que ayuda a la conceptualización de este campo conceptual.

Las representaciones verbales evidencian la apropiación de conceptos relevantes de las O.M, que permite pensar las situaciones organizadas secuencialmente pueden ayudar a formar esquemas utilizando símbolos que cumple un papel relevante en darle significados a los conceptos.

## **5. DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

La formación gradual del concepto de onda mecánica va ligado con el tipo de invariante operatorios que de acuerdo con Vergnaud, corresponden a las relaciones objetivas que realizan los estudiantes para explicitar verbal o gráficamente alguna representación que simboliza las ideas que se estructuran en su pensamiento formal.

En las ciencias el pensamiento formal se evidencia en la caracterización que realizan los estudiantes de un modelo determinado y aunque, no pueden representar los esquemas construidos por medio de la modelización matemática, son capaz de realizar justificaciones argumentativas sobre conceptos relevantes que pueden explicar fructíferamente fundamentos teóricos del campo conceptual de la física; para este caso Onda Mecánica, acercando sus modelos a una apropiación conceptual, para posteriormente asociar dichas situaciones con esquemas que le permite tener una gama de alternativas para construir explicaciones mas racionales y estructuradas al iniciar el proceso de acercamiento al conocimiento científico.

El fortalecer las posibilidades de acceder a un tipo de conocimiento teniendo referentes estructurales tanto a nivel procedimental, como conceptual, conlleva a avances en cuanto se refiere a las practicas educativas, ya que, el papel del maestro en este tipo de investigación en el aula, demanda gran reflexión acerca del objeto de estudio y de la elaboración conciente de situaciones que permita a su vez, generar en los estudiantes inquietudes intelectuales, al interactuar constantemente maestro-alumno, en el aula de clase, este espacio permite ampliar considerablemente el campo de acción del docente, en tanto la reflexión la permita generar procesos de investigación activa y constante.

Al analizar lo referente a la formación del campo conceptual, se entiende que la persona esta en capacidad de asociar situaciones que le permitan recurrir a un tipo de esquema para dar explicación o una solución a un problema.

¿Hasta que punto se puede evidenciar la formación del campo conceptual en estudiantes de cuarto año?; cuando se trabaja con estudiantes de corta edad, hay indicios de una apropiación conceptual cuando con su lenguaje natural dan explicaciones mas elaboradas e incluyen en su vocabulario terminología especifica del campo de la ciencia que se esta explorando, en la investigación se ve cierta apropiación de conceptos como: perturbación, propagación de las ondas en un medio, transporte de energía; al preguntar específicamente por un tipo de conocimiento mas elaborado, los niños explican los conceptos con mas apropiación y los relacionan directamente con las situaciones planteadas como punto de partida para construir la conceptualizacion pertinente a este campo; así por ejemplo al confrontar nuevamente al estudiante con las preguntas iniciales, se obtiene una panorámica positiva sobre sus concepciones ya que se evidencia cierta profundización en las explicaciones de conceptos claves de la teoría ondulatoria; todo ello va acompañado por un proceso de acercamiento a las experiencias de aula cuyo fin es inquietar al estudiante y animarlo para que no se satisfaga con las explicaciones que posee, sino que , busque una mayor apropiación relacionando experiencias previas con los conceptos tratados en las secciones de clase; de esta forma constantemente se favorece al proceso de argumentación a partir de una base teórico-practica.

Es indispensable para el maestro, hacer lecturas concientes sobre el discurso argumentativo o el lenguaje utilizado por los estudiantes, el tipo de comunicación representacional que utilizan y como utilizan las expresiones (gestuales o verbales) para mediar entre el conocimiento que poseen y el que desean adquirir, una vez logrado el puente articulador entre el docente-

situación-alumno, se puede entrar a evaluar el proceso que utiliza el estudiante para representar significados que son validos dentro del ámbito escolar.

Analizar desde la perspectiva de los campos conceptuales de Vergnaud el proceso de construcción conceptual, es complejo, en el sentido en que la exploración de cada componente teórico representa para el docente un nivel de compromiso mayor con la practica educativa, ya que, las situaciones pertinentes y el tipo de reflexión pedagógica conlleva a repensar constantemente sobre el campo de conocimiento.

Durante el proceso de construcción conceptual que se llevo a cabo durante la investigación se pudo evidenciar tres momentos cruciales; la primera se refiere al impacto generado por la situación problema en la estructura cognitiva del estudiante, de ahí parte el interés por comprender los conceptos; el segundo momento implica una profundización conceptual por parte del docente para propiciar espacios de reflexión continua donde los estudiantes construyan y expongan las representaciones que poseen de los fenómenos; y un tercer momento, al lograr conceptualizar las situaciones, los estudiantes comienzan a recurrir a esquemas mentales para resolver dicha situación, pero el proceso es mediado por constantes interrogantes tanto del profesor como de los estudiantes; todo ello con el fin de encontrar refutaciones que validen o contradigan los postulados teóricos que se revisan constantemente en un proceso de conceptualización permanente.

En lo que se refiere al campo conceptual de Onda Mecánica; uno de los temas mas relevantes durante las entrevistas con los estudiantes fue la perturbación del medio; como fuente a partir de la cual se genera la onda. Las explicaciones dadas por los estudiantes expresan que la perturbación origina la propagación

de la onda y que es un movimiento ordenado o armónico; en el caso del pulso en una cuerda; suponen que la perturbación es originada a causa de una energía externa al medio y que dicha energía es expresada en términos de fuerza.

Los estudiantes afirman en el caso del péndulo que el movimiento describe un orden o armonía y por ende utilizan los términos de oscilación para describir el movimiento del péndulo, sin embargo no existe una asociación entre el movimiento del péndulo y el pulso en una cuerda, aunque en ambos casos se analiza al movimiento ondulatorio.

Es mas frecuente encontrar descripciones representacionales de las ondas en los casos en donde se pone en circunstancia de análisis los sistemas acuáticos, para los estudiantes es mas característico describir la propagación de la onda en un medio liquido que en el medio gaseoso; es el caso del diapasón al golpearlo y hacerlo oscilar con cierta frecuencia en el medio gaseoso, que cuando se coloco a oscilar y fue introducido en el medio liquido. Para el primer caso no hay asociación del movimiento ondulatorio con la frecuencia de oscilación del diapasón en el aire al escuchar y desplazarse las ondas sonoras; excepto para (E1), que afirma: las ondas del sonido del diapasón viajan en el aire y cuando lo metemos en el agua, viajan en el agua; en el segundo caso todos coinciden en la propagación de las ondas en el medio liquido, transmitida por la perturbación del diapasón en dicho medio.

Al parecer hay situaciones mas representativas que otras para los estudiantes; esta idea se ve afirmada en los planteamientos de Vergnaud cuando se refiere a que algunas situaciones son susceptibles de generar conceptualización en

los estudiantes y además, Vygotsky plantea la circulación social de los conceptos.

En cuanto a la relación de propagación de la onda en el medio; la investigación arrojó indicios de avance conceptual sobre las concepciones iniciales que postulaban los estudiantes cuando afirman que: el medio ondulatorio implica el movimiento del medio; al finalizar la presentación de situaciones problema, se encontró que las afirmaciones de los estudiantes implican el reconocer que el medio no se mueve sino que, transporta la onda a través de él.

Al analizar que el medio vuelve a su estado de equilibrio inicial, después de haber pasado la perturbación; fue crucial para consolidar en la estructura cognitiva de los estudiantes la idea del concepto de onda mecánica en su desplazamiento y la relevancia que tiene el entender, el papel del medio en dicho desplazamiento.

Las asociaciones realizadas por los estudiantes sobre la propagación de las ondas en medios diferentes: sólido, líquido y gaseoso; se encontró que una parte indispensable para construir sus explicaciones, es la forma de cómo interpretan las situaciones planteadas, en el caso de la situación del “pulso en una cuerda”, se observó un avance significativo en la medida en que explican la fuente de la perturbación (en la mano) y el medio por el cual se propaga la onda en la cuerda. Se logra percibir una apropiación del concepto de perturbación del medio, que es a su vez, el medio de propagación de la onda; al analizar la segunda situación planteada, referente al péndulo, cuando se preguntó por la naturaleza de este movimiento y su relación con las ondas mecánicas; los estudiantes insisten en que el medio de propagación exclusivo es el aire; en el caso del péndulo; incluso después de realizar la experiencia de

dejar caer arena de la plomada y mover un papel perpendicular a la oscilación del péndulo, esta indica que: los estudiantes omiten completamente la función de la cuerda en el péndulo; así conciben su movimiento como ordenado.

De acuerdo al análisis anterior se puede afirmar que: la apropiación de la conceptualización por medio de situaciones problemas planteadas en el aula, es una manera fructífera de generar procesos de socialización, argumentación y análisis en los estudiantes; claro que la teoría de los campos conceptuales implica una comprensión a profundidad de los fenómenos, ya que el maestro es el llamado a mejorar constantemente las prácticas pedagógicas que se llevan a cabo en el aula.

## CONCLUSIONES

La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud permite analizar las prácticas dentro del aula a manera de procesos constantes de investigación, donde el docente es el foco central en las innovaciones en el aula de clase.

A partir de la apropiación y aplicación de los conceptos básicos de la teoría de los campos conceptuales se ha evidenciado que es un marco teórico relevante para introducir dentro de las prácticas pedagógicas, esto se puede vislumbrar en:

Los niños identifican plenamente la curva senoidal como la representación gráfica de la onda; asociando las situaciones problemas del pulso en una cuerda y del péndulo del cual se deja escapar arena de una plomada; dichas situaciones refuerzan su concepción del modelo de onda mecánica, aunque algunos consideran aun que: las ondas en el péndulo viajan a través del aire; se puede observar que el campo conceptual de los estudiantes crece, en la medida en que encuentren relaciones entre conceptos y situaciones.

Identifican claramente en cada situación el concepto de perturbación como algo que molesta o inquieta al medio; y por ello viaja la onda, algunos utilizan el término de vibración para referirse a la perturbación generada por el diapasón en el agua.

En general se observa que al referirse al concepto de onda, inmediatamente evocan el modelo acuático cuando es perturbado por el aire, por una roca, o

por el diapasón, y gráficamente la representan como, círculos concéntricos que se alejan del centro de la perturbación.

Se vislumbra además, un poco la idea de que las ondas no transportan materia, aunque no explicitan exactamente lo que transporta, aseguran que la cuerda y el agua no se mueven; sino que se mueve la onda asociada directamente con la perturbación.

Una de las afirmaciones mas interesantes realizada por los estudiantes fue: “la onda necesita energía para poder viajar de un lugar a otro t se queda todo menos la energía”, esta idea es interesante porque los alumnos experimentaron personalmente sus propias situaciones y analizaron el movimiento en cada instrumento.

La potencialidad de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, se evidencia en el grado de dificultad que representa para el maestro crear en el aula de clase una especie de laboratorio donde constantemente se vea en la necesidad de investigar la practica educativa, el aprendizaje del alumno y la manera de cómo el maestro lleva el concepto al aula. La potencialidad de esta teoría se refleja en que permite observar detenidamente las falencias o los obstáculos conceptuales que se articulan a su vez al tipo de situación con la cual es enfrentado el alumno en la realidad del aula.

Cuando se construyen puentes articuladores entre las situaciones problema, el maestro, el alumno y el contexto circundante; se puede entrar a integrar todos los aspectos que nos presenta la teoría de los campos conceptuales, en la cual el centro de la conceptualización son las situaciones problema y esta a su vez es el centro del desarrollo cognitivo.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **Instrumento 1.**

#### **ENCUESTA.**

1. ¿Cómo se produce el sonido?
2. ¿Cómo se forman las olas?
3. ¿Cuándo lanzo una piedra en un estanque que ocurre con el agua?

## **ANEXO 2**

### **Instrumento 2.**

#### **ENTREVISTA (GRABACION DE AUDIO).**

1. ¿Encuentras relación entre el movimiento del péndulo y una onda?
2. ¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?

## **ANEXO 3**

### **ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA:**

1. ¿Que ocurre cuando golpeas el diapasón contra otro objeto?
2. ¿Qué sientes cuando tocas el diapasón?
3. Describe el movimiento del agua al introducir el diapasón en ella.
4. ¿Cómo podrías describir este movimiento?
5. ¿Cuál es la función del diapasón en esta situación?
6. ¿Cuál es la función del agua en esta situación?
7. ¿Cómo puedes explicar el movimiento ondulatorio con tus propias palabras?
8. ¿Qué significa el término energía?
9. ¿Cuál es la función del medio en la propagación de las ondas?
10. ¿De todas las situaciones planteadas cual es la que mas te llamo la atención?

## **ANEXO 4.**

### **ENTREVISTA TRANSCRITA.**

**Didier Bernal Rodas**

**Pregunta 1.**

**¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?**

Ordenado, porque hay una dirección normal y en esta se da, y no se mueve pa' ningún otro lado, hay una dirección y esta dirección se da...

Pero, mire; y si cojo este péndulo y lo tiro de pa' allá, y sigue derecho pa' allá donde se dirige.

¿Como se llama esto?... he... el objeto debe tener un peso no importa si es circular, cuadrado o triangular, porque el peso no importa, lo que importa es el impulso para poder ir de un lado a otro.

### **Pregunta 2.**

**¿Encuentras relación entre el movimiento de un péndulo y el de una onda?**

Si, porque al lanzarlo este coje como si fuera una onda de aire , porque aca esta haciendo así y mire el péndulo hace la onda en el aire.

¿La onda esta en el péndulo o en el aire?  
...Esta en el aire...

**Cristian Camilo Gallo.**

### **Pregunta 1.**

**¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?**

Ordenado... Porque si uno lo tira muy arriba, entonces este coje mucho impulso, sale despelotado, entonces eso es un desorden. Ordenado seria pa' los lados.

### **Pregunta 2.**

**¿Encuentras relación entre el movimiento de un péndulo y el de una onda?**

Si, yo lo muevo y se van las ondas de pa' allá se van pa' los dos lados.

¿quien hace las ondas ?

El aire, no se ve.

**Isabela Maso Rodríguez.**

**Pregunta 1.**

**¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?**

A mi me parece que esta muy ordenado, no esta disparejo como hay veces que si lo tiro duro se va pa' l otro lado, si no que depende de la mano y también de la cuerda y de la bolita.

¿ Que tiene que ver la cuerda con el movimiento del péndulo?

Por que ella hace que se ve parejo.

**Pregunta 2.**

**¿Encuentras relación entre el movimiento de un péndulo y el de una onda?**

Yo pienso que no... como es... mientras esto se mueve yo no creo que tenga ondas, me parece que no tiene ondas.

**¿Qué es una onda?**

Una onda... como le explico...!ah¡ esto si tendrá, como la otra cuerda que tenia una onda entonces demás que esta también tendrá.

**¿Tu crees que cual seria la onda?**

La cuerda hace que allá una onda, como con la otra cuerda que se llevaba una onda en orden, como en culebrita

**Dairon Estiven Roa Padilla.**

**Pregunta 1.**

**¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?**

Estaba muy parejo, por que por ejemplo cuando hicimos con el resorte el péndulo se iba a desviar, entonces necesitamos una cuerda dura, por ejemplo, si el péndulo no ...no...tuviera como se llama eso, si no tuviera el motorcito pararía muy rápido.

**¿De que depende ese movimiento?**

Depende de la altura y del motor.

**¿Y que seria el motor?**

Es la bolita, es la que tiene el peso para que haga el movimiento.

**Pregunta 2.**

**¿Encuentras relación entre el movimiento de un péndulo y el de una onda?**

Si, a lo que el péndulo va de lado a lado va botando ondas, va haciendo las ondas, cuando el péndulo se mueve el aire que estaba hay va botando las ondas.

**Yaritza Palacios Orozco.**

**Pregunta 1.**

**¿Cuándo el péndulo se mueve como vez que es este movimiento?**

Me pareció ordenado por que nada mas lo lanzamos una vez se mueve pa´ todos los lados. Nada mas lo tenemos y para lanzarlo una lanzadita y ya se mueve pa´ los lados.

**¿Cómo tiene que ser la cuerda?**

La cuerda tiene que ser dura, por que si es un resorte empieza a saltar, y no necesitamos que salte, si no que se mueva de un lado pa´ l otro.

**Pregunta 2.**

**¿Encuentras relación entre el movimiento de un péndulo y el de una onda?**

Si, es como la voz que también viaja en una onda pero el aire se queda hay y el péndulo viaja pero yo creo que la onda se queda hay, de un punto a otro... como uno tener el péndulo y lo suelta esto es el pulso, también yo creo que el aire la ayuda a que la onda se mueva.

**¿Crees que la onda va en el aire o en el péndulo?**

En el péndulo.

## ANEXO 5

### PREGUNTAS TABULADAS.

<b>Actividad: Encuesta 1</b>	<b>Pregunta 1: ¿Cómo se produce el sonido?</b>	<b>Palabras clave</b>
1	Hace mover las cosas, las cosas hacen ruidos <b>¿Cuáles ruidos?</b> Soplan...	Viento
2	El viento hace mover los árboles, el viento es fuerte.	Movimiento
3	Si el lapicero es plástico y le pego a un pupitre de plástico son de igual, material cuando le pego se produce un sonido	Golpe
4	En el equipo se produce el sonido con la electricidad aquí escucho el sonido, el sonido viaja por medio del aire	Aire.
5	Metal con metal suena, escucho por los oídos. Son ondas magnéticas salen ondas, como las del agua pero no se ven. <b>¿Cómo se que son ondas?</b> Por que las escucho.	Escuchar

<b>Actividad: Encuesta 1</b>	<b>Pregunta 2 ¿Cómo se producen las olas?</b>	<b>Palabras clave.</b>
1	El viento sopla, hace crecer el agua. <b>¿El agua crece?</b> Si	Viento

2	El aire va con presión y fuerza, choca contra el agua Y hace que se hagan las olas.	Aire y olas
3	En todas partes hay viento, choca contra los árboles, empuja y hace que se produzca mas viento.	Empuja
4	Por medio del aire si esta fuerte, el agua que estaba tranquila, el viento la molesta.	Choque y fuerza.
5	El aire pega son velocidad en el agua se genera olas mas pequeñas, el agua va fluyendo el viento alza la ola y se hacen las olas	Velocidad movimiento onda.

<b>Actividad: Encuesta 1</b>	<b>Pregunta 3: ¿Cuándo lanzo una piedra en un estanque que ocurre con el agua?</b>	<b>Palabras clave</b>
1	Cuando la piedra toca el agua, se hacen unas bolitas grandes y van desapareciendo.	Piedra
2	Chapoteo. Se forma una onda <b>¿Qué es una onda?</b> Es como una bolita un huequito en el agua se forma una ola en dos partes.	Bolita (onda).
3	Se forman bolitas (ondas) se dispersan las moléculas del agua por todas partes, y la piedra molesta a el agua.	Moléculas
4	El agua estaba tranquila cae la piedra en el fondo y se abren las olas y luego se cierran una por una.	Olas pequeñas.
5	Al caer la roca las ondas del agua se forman por perturbar el agua. <b>¿Quién la perturba?</b> La roca. Al caer con velocidad coge aire y este produce la onda.	Aire.

<b>Actividad: Entrevista</b>	<b>Pregunta 1: ¿Cuándo el péndulo se mueve como ves que es este movimiento?</b>	<b>Palabras clave.</b>
1	Ordenado, ya que hay una dirección normal y en esta dirección se da. El objeto tiene un peso, no importa si es circular, cuadrado o triangular. No importa el peso si no el impulso.	Ordenado, forma del objeto
2	Si uno lo tira muy arriba con mucho impulso no se	Impulso.

	va para los lados si no que esto es un desorden.	
3	Movimiento parejo , depende de la mano, la cuerda y la bolita.	Cuerda
4	Depende de la altura y de el motor, o sea la bolita con una cuerda dura.	Altura y motor.
5	Ordenado, se necesita lanzarlo una vez para comenzarse a mover, la velocidad máxima era en la mitad para poder devolverse y llegar al mismo punto donde empezó.	Altura

<b>Actividad: Entrevista</b>	<b>Pregunta 2: ¿Encuentra relación entre el movimiento del péndulo y una onda?</b>	<b>Palabras clave.</b>
1	Si, al lanzarlo este coge como si tuviera una onda en el aire.	Aire.
2	Si, si yo lo muevo se van las ondas pa´los dos lados, aunque no se ven.	Ondas
3	No, mientras esto se mueve yo no creo que tenga ondas, o de pronto si en la cuerda, la cuerda hace que allá una onda.	Cuerda.
4	El péndulo va de lado a lado botando ondas, cuando el péndulo se mueve el aire hace las ondas.	Aire.
5	La voz también hace una onda el péndulo viaja pero se queda allí solo, viaja la onda.	Onda.

## ANEXO 6

### PROPUESTA DE INTERVENCION (actividad del péndulo).

La actividad introductoria para hablar del péndulo, consistía en mostrarles un péndulo construido con material reciclable, en este caso, el objeto masivo era una bola de papel compacta suspendida de una cuerda. La idea era que los niños comprendieran el concepto de oscilación como ida y vuelta del péndulo al punto de partida y ensayar posteriormente, que ocurriría si cambiáramos la longitud de la cuerda.

Con esta actividad se dio paso a la formulación de las preguntas acerca del concepto de péndulo; **¿Cuándo el péndulo se mueve, como crees que es este movimiento?; y ¿Encuentras relación entre el movimiento del péndulo y una onda?** (ver análisis II).

La idea de esta actividad era vislumbrar si los niños relacionaban el movimiento pendular con el movimiento ondulatorio retomando los conceptos trabajados en base a la situación presentada con anterioridad.

Pasado un tiempo, se retoma el tema y se pide a los niños que construyan sus propios péndulos, con el fin de reiniciar la exploración de sus conceptos. Para ello se preciso acerca del concepto de oscilación y se tomo el tiempo (cronometro) que tardo el péndulo en recorrer un ciclo; así se pudo introducir el concepto de periodo además se hizo énfasis en que oscilación depende

exclusivamente de la longitud de la cuerda y de la fuerza de la gravedad; y no de su masa.

Los niños constataron por si mismos, que si la longitud de la cuerda es larga la oscilación tarda mas, a medida que se acortaba la cuerda; la oscilación era mas corta. Además se lanzaron dos péndulos de diferente masa en igual longitud de cuerda y se observo que su oscilación es igual y tarda igual tiempo (unísono).

La actividad central consistía en tener un péndulo construido con un plástico o papel en cuyo interior se vertía (arena, sal o escarcha), se abre un agujero que permita escapar la sal o escarcha de allí. Si el péndulo vierte arena sobre una hoja de papel estas son estacionarias, el péndulo al moverse uniformemente traza una línea recta . cuando la hoja se mueve debajo del péndulo en movimiento, se traza una curva senoidal. Se preciso que dicha curva en si, no es la onda; si no que es una representación de esta.

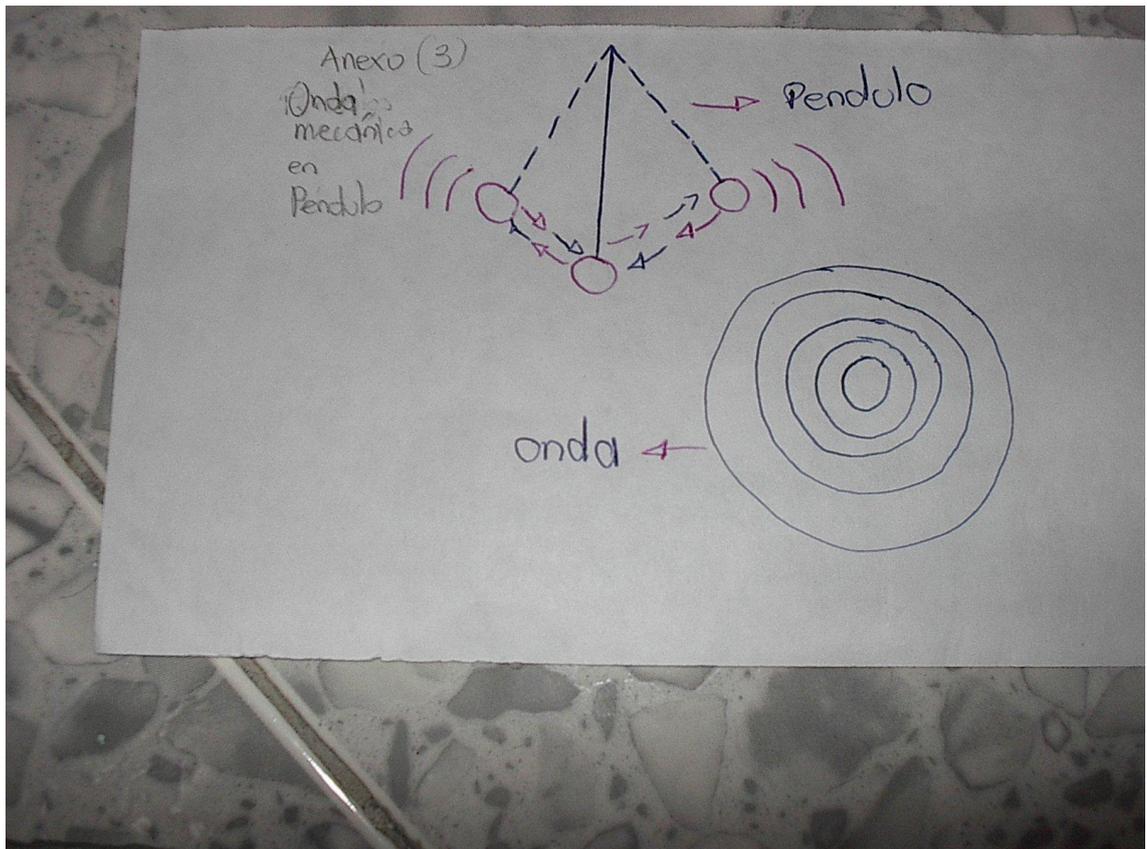
Luego de dicha actividad se repitió el experimento con varios materiales hasta definir bien la formación de dicha curva. Se les pidió al finalizar la sección que respondieran individualmente las dos preguntas, teniendo como referente la experiencia anterior, el tiempo para contestar fue de ocho días, además se indico que si querían anexaran graficas a su repuesta.

Para el tercer instrumento se indago por los niveles de asociación entre las situaciones pasadas con una nueva situación problema planteada; cuyo eje temático es el concepto de perturbación del medio; para ello se utilizo un vaso con agua perturbado por un diapasón. En este caso el diapasón actúa como agente perturbador en el medio acuático, para esta actividad se tuvo en cuenta el conocimiento adquirido y las preguntas se van guiando de acuerdo a los intereses de los niños, se llego a la conclusión de que al golpear el diapasón para hacerlo vibrar y sumergirlo en el agua allí se generan ondas que se transportan en el agua a partir de una perturbación inicial.

A partir de este tipo de actividades se pueden generar preguntas contextualizadas que apunten a dar explicaciones sobre dicho fenómeno.

## ANEXO 7

### FOTOGRAFIAS.





Propagación del  
agua cuando  
caen una  
gota.



la altura de  
agua



la dirección de propagación

## BIBLIOGRAFIA

- Andrés 2, Ma Maite y Pesa, Marta. Desarrollo del pensamiento científico y el trabajo de laboratorio. Enseñanza de las ciencias, 2005, Número Extra VII congreso.
- Caballero Concesa (2005). La investigación en enseñanza desde la perspectiva de los C.C de Gérard Vergnaud. Resultados de investigaciones en física. Revista educación y pedagogía. Vol XVII No 43.
- GARCÍA, J.J (1998). La resolución de problemas importancia y fundamentación teórica. Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de al creatividad. P 33 – 53
- JIMENEZ, A y DÍAZ de Bustamante, J (2003). Discurso de Aula y Argumentación en las clases de ciencias: cuestiones teóricas y metodologías. Enseñanza de las ciencias, 21 (3) p 359 – 370.
- JIMENEZ, Aleixandre, DÍAZ, Joaquín. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. Enseñanza de las ciencias, 2003, 21 (3) p. 359 – 370.
- LOPERA, E, Covalada, R, MEJÍA J.A. y Arias, G (2000). Aprendizaje metacognitivo de la física.
- MOREIRA M.A, PALMENO Ma Luz. La teoría de las C.C de Gerard Vergnaud.universidad Federal de Río Grande de Sul, Brasil. Texto de apoyo No 15.

- MOREIRA N.A, Ileana Greca; (2003) Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales, respecto al concepto de campo electromagnético en Postgrado y físicos profesionales.
- MOREIRA, M.A (2002). La teoría de los C.C de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Sobre el C.C, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales p 67 – 94.
- NOREÑA, M. A (2002). La teoría de las C.C de Vergnaud, la enseñanza de las Ciencias y la investigación en el Área. Sobrecambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales. Pag 67 – 94.
- VYGOTSKY, L.S. Desarrollo de los conceptos científicos en la infancia. Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires p 119 – 157.
- WELT, R (2000) Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. Enseñanza de las ciencias, 2002, 20(2)