

**CARACTERÍSTICAS DE LAS CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES DE
MATEMÁTICAS EN EJERCICIO, LUEGO DE SU PARTICIPACIÓN EN EL
DESARROLLO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA
SOCIO-EPISTÉMICA DE LA MATEMÁTICA**

ARLEX JHONATHAN GUTIÉRREZ RENGIFO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Magister en Educación**

**Director
JONH FREDDY
Magister en Educación**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
IBAGUÉ - TOLIMA
2017**



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION
PROGRAMA DE MAESTRIA EN EDUCACION



ACTA DE SUSTENTACION PUBLICA N° 069
SEMESTRE B-2017

Siendo las 11:00 AM horas del día 3 de febrero de 2018 se reunieron en la Sala de Consejo de la Facultad de Ciencias de la Educación –Universidad del Tolima, el estudiante y el jurado del trabajo de grado e invitados al acta de sustentación:

TITULADO: "CARACTERISTICAS DE LAS CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN EJERCICIO, LUEGO DE SU PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTÉMICA DE LA MATEMÁTICA",

La calificación otorgada por el jurado a la sustentación es la siguiente:

JURADO NOMBRE	ZOBEIDA MARÍN DELGADO,	CALIFICACION	4.4
---------------	------------------------	--------------	-----

SIENDO LAS: 12:00 AM HORAS, SE CERRO EL ACTO DE SUSTENTACION

EN CONSTANCIA SE FIRMA:

JURADO NOMBRE	ZOBEIDA MARÍN DELGADO,	FIRMA	
---------------	------------------------	-------	--



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION
PROGRAMA DE MAESTRIA EN EDUCACION



FORMATO PARA CALIFICACION DE TRABAJOS DE GRADO
(Para uso del Jurado)

FUNCIONES	CALIFICACION ASIGNADA
1. Aspectos de estilo y presentación	4.5
2. Marco teórico y actualización de conocimientos.	4.3
3. Método y técnicas adecuadas o de innovación en la metodología.	4.3
4. Relevancia científica y/o tecnológica e importancia socioeconómica de los resultados y recomendaciones.	4.4
NOTA FINAL	4.4

La calificación numérica equivale a la siguiente escala cualitativa así: Una nota definitiva menor de tres coma cero (3.0) equivale a REPROBADO; Entre tres coma cinco (3.5) y tres coma nueve (3.9) APROBADO, entre cuatro coma cero (4.0) y cuatro coma cuatro (4.4) SOBRESALIENTE, y entre cuatro coma cinco (4.5) cuatro coma nueve (4.9) MERITORIO y cinco coma cero (5.0) LAUREADO.

COMENTARIO DEL JURADO CALIFICADOR

Buen trabajo, el proceso de las didácticas de las matemáticas se ha planteado correctamente a través de la perspectiva epistemológica.

CALIFICACION CUALITATIVA Sobresaliente

NOMBRE DEL JURADO

ZOBEIDA MARÍN DELGADO,

NOMBRE DEL ESTUDIANTE

JONATHAN GUTIÉRREZ

NOMBRE DEL DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

JHON FREDY RAMIREZ CASALLAS

FIRMA

FIRMA

FIRMA

John Freddy Ramirez C.

Barrio Santa Elena – Ibagué Colombia. Tel. directo 2668912

A.A. 546 – PBX 644219 – FAX (982) 644869 – 9800665348

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación:

A Heidy Gabriela González Bastidas por su amor incondicional, acompañamiento y paciencia para que yo llegara a esta dulce meta, gracias por entender y ayudarme a escalar un peldaño más.

A Isis Nahiara Gutiérrez González, por sus tiernas expresiones de amor, que me llevan a pensar que este no es el final de un camino académico, sino el inicio de éste.

A mis padres, Duberly Antonio Gutiérrez Benítez y Clara Eugenia Rengifo Castrillón, por motivarme e impulsarme a recorrer el camino a lo desconocido, con tranquilidad y objetividad. Gracias por su labor, por su afecto y apoyo eterno.

A mis hermanos, por sus buenos deseos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, a todas las personas que caminaron junto a mí, y que de una u otra forma aportaron a la consolidación de este trabajo de investigación. De manera especial quiero a la profesora Edna Eliana Morales, largas charlas que se caracterizan por la deliberación de ideas muy bien estructuradas. Las cuales me generaban grandes preocupaciones, que más tarde serian alegrías.

De igual forma, agradezco al grupo de investigación de didáctica de las ciencias, al abrirme la oportunidad de pertenecer de forma directa a uno de los mejores grupos de investigación de la Universidad del Tolima. Además, por sus largas jornadas de discusión, pero estas centradas en el respeto, la crítica y la deliberación.

Quiero agradecer a Francisco Javier Pantoja, por su apoyo y largas charlas

Por ultimo agradecer a los profesores participantes del grupo en formación de las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, sin ellos este trabajo no se hubiera podido consolidar, por la escases de información.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. MARCO TEÓRICO	23
4.1 CONCEPCIONES Y CREENCIAS	23
4.2 EPISTEMOLOGÍA DE LAS MATEMÁTICAS.....	28
4.2.1 Ontología del conocimiento matemático.....	29
4.2.2 Gnoseología del conocimiento matemático	29
4.3 NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO (NCM)	29
4.4 CONCEPCIONES DE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO	30
4.4.1 Logicismo	30
4.4.2 Intuicionista.....	31
4.4.3 Formalismo.....	31
4.4.4 Cuasi-empirismo.....	32
4.4.5 Constructivismo social	32
4.5 LA IMPORTANCIA DE LAS CONCEPCIONES SOBRE NCM	34
5. METODOLOGÍA	35
5.1 ESTUDIO DE CASO	35
5.2 INSTRUMENTOS.....	36

5.3	ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS.....	38
5.4	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	41
6.	RESULTADOS	43
6.1	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN.....	43
6.1.1	Descripción de la primera herramienta de extracción de información: cuestionario utilizado por Juan Díaz Godino (2004), en su trabajo de investigación, didácticas de las matemáticas para maestros.	43
6.1.2	Descripción de la segunda herramienta de extracción de información.....	53
6.1.3	Descripción de la tercera herramienta de extracción de información: cuestionario construido por Alan Schoenfeld (1984).	60
6.2	CONCEPCIONES DE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO DE LOS PROFESORES EN EJERCICIO DE MATEMÁTICAS, A PARTIR DE LAS HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN	70
6.2.1	Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesor Y	71
6.2.2	Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesor F	72
6.2.3	Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesora L	72
6.2.4	Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesora H.....	74
6.3	SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTEMOLÓGICA.	76
6.4	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTEMOLÓGICA	83
6.4.1	Descripción de la primera actividad de la secuencia	83
6.4.2	Análisis de la primera actividad de la secuencia didáctica	86
6.4.3	Descripción de la segunda actividad de la secuencia didáctica	96
6.4.4	Análisis de la segunda actividad de la secuencia didáctica.....	110
6.4.5	Descripción de la tercera actividad de la secuencia didáctica	117
6.4.6	Análisis de la tercera actividad de la secuencia didáctica	126
6.4.7	Descripción de la cuarta actividad de la secuencia didáctica	131
6.4.8	Análisis de la cuarta actividad de la secuencia didáctica.....	142

7. CONCLUSIONES	146
RECOMENDACIONES	161
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	162
ANEXOS	165

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de la epistemología	37
Tabla 2 categoría y subcategoría de análisis. Preguntas de cada cuestionario para el análisis de cada sub-categoría.....	40
Tabla 3 Clasificación de concepciones profesor Y	71
Tabla 4 Clasificación de concepciones profesor F.....	72
Tabla 5 Clasificación de concepciones profesor L.....	73
Tabla 6 Clasificación de concepciones profesor H	74
Tabla 7 Secuencia didáctica	76
Tabla 8 Actividades.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Resultados del enunciado número 1.....	44
Figura 2 Resultados del enunciado número 2 del cuestionario de Godino.....	46
Figura 3 Las matemáticas implican principalmente memorización y seguimiento de reglas.	47
Figura 4 La eficacia o dominio de las matemáticas se caracteriza por una habilidad en conocer hechos aritméticos o de hacer cálculos rápidamente.	48
Figura 5 El conocimiento matemático esencialmente es fijo e inmutable.....	49
Figura 6 Las matemáticas están siempre bien definidas; no están abiertas a cuestionamientos, argumentos o interpretaciones personales.....	51
Figura 7 La habilidad matemática es esencialmente algo con lo que se nace o no se nace.	52
Figura 8 Las matemáticas que yo enseñé en la escuela son en su mayor parte hechos y procedimiento que tienen que ser memorizados.	60
Figura 9 Cuando el profesor hace una pregunta en la clase de matemáticas los estudiantes que la entienden solo necesitan unos pocos segundos para responderla.	62
Figura 10 La mejor forma de hacerlo bien en matemáticas es memorizando todas las formulas.	63
Figura 11 La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es ayudarme a pensar más claramente en general.....	64
Figura 12 Todo lo que es importante en matemáticas ya es conocido por los matemáticos.....	65
Figura 13 Un problema matemático puede ser solucionado correctamente de una sola manera.....	66
Figura 14 Para resolver problemas matemáticos se tiene que enseñar el procedimiento correcto, o no se puede hacer nada.....	68
Figura 15 Cuando usted obtiene la respuesta equivocada a un problema matemático es absolutamente equivocado. (No hay espacio para la argumentación.)	69

Figura 16 La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es que es interesante	70
Figura 17 Diferencia de llegada onda P onda S (1 minuto)	96
Figura 18 Diferencia de llegada onda P onda S (30 segundos)	97
Figura 19 Diferencia de llegada onda P onda S (15 segundos)	97
Figura 20 Ubicación sismográfica	98
Figura 21 Distancia del epicentro por el tiempo transcurrido.....	98
Figura 22 Ubicación del epicentro por parte del docente L	100
Figura 23 Exploracion de la docente L en las graficas	101
Figura 24 Ubicación del epicentro del movimiento telurico por la docente L.....	101
Figura 25 Idea inicial de la profesora Y para ubicar el epicentro del movimiento telurico	103
Figura 26 Analisis de los sismogramas.	104
Figura 27 Analisis de la docente Y acerca de la onda P y S de la distancia del epicentro por el tiempo transcurrido en segundos	104
Figura 28 Tiempo de impacto de las ondas P y S en cada una de las estaciones sismicas.	105
Figura 29 Epicentro del movimiento telurico.....	106
Figura 30 Idea inicial de la ubicación del epicentro del movimiento sismico	107
Figura 31 Idea secundaria de la ubicación del epicentro por el profesor F.	108
Figura 32 Ubicación del epicentro del movimiento telurico.....	109
Figura 33 Diferencia de llegada onda P onda S	118
Figura 34 Diferencia de llegada onda P onda S	118
Figura 35 Diferencia de llegada onda P onda S	119
Figura 36 Formula de la profesora L	120
Figura 37 Formula de la profesora L	121
Figura 38 Analisis de la informacion de la actividad de la secuencia didactica por parte de la docente Y	122
Figura 39 Analisis del ejercicio de la secuencia didactica	122
Figura 40 Analisis de la tabla del tiempo transcurrido por la distancia al epicentro	123
Figura 41 Calculos utilizados por la docente Y.....	124

Figura 42 Analisis utilizados por la docente F	126
Figura 43 Mapa de la red sismologica del volcan cerro machin.	132
Figura 44 Sismografo diseñado por L.....	133
Figura 45 Idea inicial de la ubicación del sismo	134
Figura 46 Idea secundaria de la ubicación del sismo	134
Figura 47 Sismografo diseñado por la profesora L.....	135
Figura 48 Epicentro del movimiento telurico.....	135
Figura 49 Construccion del sismografo por parte de la docente Y	137
Figura 50 Ubicacion del epicentro del movimiento telurico por la docente Y.....	139
Figura 51 Sismografo diseñado por el profesor F	140
Figura 52 Identificacion del epicentro del movimiento de capa telurica por el docente F.	141

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Cuestionario Construido por Juan Godino	166
Anexo B Cuestionario construido por Pablo Flores	169
Anexo C Cuestionario constuido por Alan Schoenfeld	170
Anexo D Secuencia didáctica.....	172
Anexo E Contexto de significado.....	178
Anexo F Actividad 1 de la secuencia didáctica.....	190
Anexo G Actividad 2 de la secuencia didáctica	191
Anexo H Actividad 3 de la secuencia didáctica	194
Anexo I Actividad número 4 de la secuencia didáctica.....	196

RESUMEN

Este documento pretende comprender las características de las concepciones de los profesores de matemáticas en ejercicio, luego de su participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio – Epistémica. En virtud de lo anterior se asume como premisa principal que la naturaleza del conocimiento matemático es un contenido con alto valor educativo, por consiguiente, puede y debe ser enseñado y aprendido dentro de los espacios académicos, enfocados a la educación matemática.

Para esto, han sido planteadas diferentes herramientas de extracción de información y de re significación, permitiendo ampliar la visión de los docentes en las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, tal y como se observa en la secuencia didáctica (SD) utilizada.

En cuanto a la metodología, se hace uso al estudio de tipo cualitativo, con el fin de comprender las características de la naturaleza del conocimiento matemático en cada uno de los profesores en ejercicio y participantes del trabajo de investigación, aunque estas descripciones se hacen con el método de análisis de contenido con sus respectivos sistemas categoriales y sus respectivas unidades de trabajo; estas últimas son seleccionadas a partir de un muestreo intencional.

El universo documental recopilado, consta de las herramientas de extracción de información, representaciones gráficas, evidencias escritas y algunas discusiones verbales que permiten reflexionar alrededor de las características que dicha secuencia presenta en las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático en el grupo de profesores.

Palabras claves: concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático (CNKM), Ontología, Socio-Epistemología, Gnoseología.

ABSTRACT

This document aims to understand the characteristics of the conceptions of practicing mathematics teachers, after their participation in the development of a didactic sequence based on the Socio - Epistemic perspective. In virtue of the above, it is assumed as a main premise that the nature of mathematical knowledge is a content with high educational value, therefore it can and should be taught and learned within academic spaces, focused on mathematics education.

For this, different information extraction and re signification tools have been proposed, allowing to broaden the vision of teachers in the different conceptions of the nature of mathematical knowledge, as observed in the didactic sequence (SD) used.

Regarding the methodology, qualitative study is used, in order to understand the characteristics of the nature of mathematical knowledge in each of the professors in practice and participants of the research work, although these descriptions are made with the method of content analysis with their respective categorical systems and their respective work units; the latter are selected from intentional sampling.

The compiled documentary universe consists of information extraction tools, graphic representations, written evidences and some verbal discussions that allow us to reflect on the characteristics that this sequence presents in the conceptions of the nature of mathematical knowledge in the group of professors.

Keywords: conceptions of the nature of mathematical knowledge (CNMK), Ontology, Social - Epistemology, Gnoseology.

INTRODUCCIÓN

La naturaleza del conocimiento matemático, sin lugar a dudas es una línea del conocimiento científico que se ha venido investigando desde las creencias y las concepciones del conocimiento matemático, en función de la interacción con el proceso pedagógico, con el objetivo de reconocer las falencias que atormentan la educación.

“Algunas investigaciones coinciden en que dados los fracasos escolares en matemáticas, este campo de investigación ha tomado cada vez más fuerza en tanto que se considera uno de los factores que incide en la calidad de la educación matemática” (Jiménez, 2009, p. 1), en este sentido, es responsabilidad del docente en ejercicio reflexionar acerca de los factores que inciden de forma directa e indirecta en la calidad de educación matemática, por lo tanto, se considera las creencias y concepciones de los profesores en ejercicio uno de los factores que inciden de forma directa en la comprensión de las matemáticas.

El adecuado uso de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, potencializa la creación de ambientes en los que los estudiantes participan de la construcción de los conceptos matemáticos. Barrantes, (2008) indica que “llevar a cabo una estrategia de este tipo implica, necesariamente, entre otros asuntos, un conocimiento profundo tanto de los recursos académicos de los estudiantes como de las creencias más arraigadas acerca de las matemáticas” (p. 54).

es así como el objetivo general de esta investigación es analizar las concepciones de profesores de matemáticas en ejercicio sobre la Naturaleza del Conocimiento Matemático, luego de su participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio–Epistémica, mediante un enfoque de investigación cualitativa basada en el análisis de contenido, se analizaron tres profesores en ejercicio de matemáticas con el objetivo de dar respuesta a la pregunta de investigación que se expresa a continuación ¿Cuáles son las características de las concepciones de los

profesores de matemáticas en ejercicio, luego de su participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio-Epistémica de la matemática?

El estado del arte de este tipo de investigación indica que, para diseñar estrategias didácticas que permitan el mejoramiento continuo en la calidad educativa, en la enseñanza de las matemáticas es necesario tener un conocimiento profundo de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

Los resultados de esta investigación, fueron obtenidos en dos fases, la primera de ellas, se aplicaron tres herramientas de extracción de información, la primera fue la de Godino, Batanero y Font en su libro de investigación Didáctica de las Matemáticas para Maestros, el segundo fue el de Pablo Flores, utilizada en su libro de investigación concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y su aprendizaje y el último fue la que Schoenfeld utilizó en el año 1984, en una de sus investigaciones.

Para caracterizar las concepciones y las creencias de los profesores en ejercicio de matemáticas, se considera como sistema categorial la epistemología de la matemática, tal como lo expuso (Vergnaud, citado por Flores, 1998, p. 54). Es decir, por medio de las categorías de análisis, ontología y gnoseología.

Para la segunda fase, se aplicó la secuencia didáctica titulada Modelizando el comportamiento de la naturaleza, en función de las Matemáticas. De ahí, se hace un análisis en cada una de las actividades desarrolladas por los docentes en ejercicio, por medio de la herramienta de Atlas Ti 7 se analizaron las actividades de la SD, la cual facilita los análisis cualitativos. Dejando así a la vista, la naturaleza del conocimiento matemático, de cada uno de los profesores en ejercicio de matemáticas.

Por último, se elaboran las conclusiones del trabajo de investigación por medio de las posturas sostenidas por los profesores de matemáticas, y algunas recomendaciones para tener en cuenta tanto en otras investigaciones como en las prácticas docentes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La búsqueda incesante del fortalecimiento de la alfabetización científica (Bennásar, et al., 2010), permite, el mejoramiento continuo de la línea de investigación de didáctica de las ciencias, por ende, favorece el fortalecimiento de la naturaleza de las ciencias (NdC) y junto a ella, el aumento progresivo de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático (CNCM) en profesores en ejercicio de matemáticas.

En la comunidad académica en didácticas de las ciencias, un pilar esencial, es el desarrollo adecuado de las concepciones de la NdC, tal afirmación se hace gracias a numerosos estudios (Cardoso, Erazo & Chaparro, 2006; Cardoso & Morales, 2012; Leal, 2010) que evidencian el uso y la reproducción discriminada de las concepciones de la NdC por parte de docentes y estudiantes.

Como los profesores en ejercicio, son poseedores y reproductores de las concepciones inadecuadas con alumnos que están bajo su orientación, lo cual disminuye la calidad de la alfabetización científica. Por consiguiente, las investigaciones actuales en el grupo de investigación de Didáctica de las ciencias, se centran en la idea de mejorar las concepciones de NdC en estudiantes y profesores, más allá de describirlas, caracterizarlas y evaluarlas (García, Vázquez & Manassero, 2012).

Ahora bien, si se observa de forma directa los lineamientos curriculares de matemáticas del año de 1998, se observa que la guía nacional de los docentes en ejercicio, también reconoce la importancia de la línea de investigación de la NdC, enmarcada en las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

Esto plantea la necesidad de generar estudios relacionados con las concepciones de las matemáticas, articulando este constructo teórico con un tema propio de la ciencia como lo son las ondas, de ahí que este trabajo se propone construir una Secuencia Didáctica (SD) sobre las ondas, con el fin de impulsar la alfabetización científica y de esta manera,

contribuir con el fortalecimiento de la línea de investigación de didáctica de la ciencia y con el mejoramiento de la calidad en los procesos que se relacionan con la enseñanza de las ciencias y en particular de la física.

En virtud de lo anterior, se construye la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuáles son las características de las concepciones de los profesores de matemáticas en ejercicio, luego de su participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio-Epistémica de la matemática?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar las concepciones de profesores de matemáticas en ejercicio sobre la Naturaleza del Conocimiento Matemático, luego de su participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio–Epistémica.

2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Caracterizar las ideas que tienen los docentes de matemáticas en ejercicio acerca de la Naturaleza del Conocimiento Matemático.
- Estructurar e implementar una Secuencia Didáctica centrada en la perspectiva Socio–Epistémica del conocimiento matemático con los profesores de matemáticas en ejercicio.
- Caracterizar el estado de las concepciones de los profesores de matemáticas luego del proceso didáctico.

3. JUSTIFICACIÓN

Uno de los pilares de la alfabetización científica de las sociedades, es el desarrollo de las concepciones adecuadas de la naturaleza de la ciencia (NdC). Y uno de los contextos más ricos para la enseñanza y aprendizaje de las concepciones de la naturaleza de las ciencias es la aplicación de Secuencias Didácticas, construidas a partir de la elaboración de contextos de significados. (Bennásar, et al., 2010).

Esto permite presumir que las formulaciones de tipo científico son producto de controversias, aciertos y desaciertos. De este modo, los estudios elaborados por medio de Secuencias Didácticas, dejan al descubierto que el crecimiento de la ciencia no siempre es de carácter lineal ni mucho menos acumulativo, sino que está presente, en proceso de construcción y de deconstrucción del conocimiento científico. Lo anterior, además, rescata el carácter humano que hay dentro de la actividad científica.

Adicionalmente a estos estudios, la enseñanza de las ciencias por medio de modelos, fortalece el rendimiento de los estudiantes a partir de aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia y la comprensión de los modelos científicos. Es decir, que este enfoque de enseñanza por modelos, es un medio para el desarrollo de un conocimiento en la ciencia. (Justi, 2006).

Ahora bien, si se observa de forma directa los lineamientos curriculares de matemáticas, ellos reflejan el poder que contiene la NdC a partir de las concepciones de las matemáticas en los procesos de la alfabetización científica.

Por otro lado, el grupo de investigación de Didáctica de las Ciencias ha realizado estudio a nivel regional sobre la incidencia de las Secuencias Didácticas (SD) en las concepciones de NdC. Siendo así, este trabajo también es un aporte para los procesos de investigación educativa e intervención didáctica, es más, el grupo de investigación ha desarrollado trabajos sobre la caracterización de las concepciones de naturaleza del

conocimiento matemático en estudiantes, incidencia de una secuencia didáctica basada en un tópico de la historia de la matemática sobre conocimiento matemático y la resolución de problemas en estudiantes, evolución de las concepciones de la sociología, entre otros temas, pero no propiamente sobre las características de las concepciones de los profesores de matemáticas en ejercicio, luego de la participación de una secuencia didáctica basada en la perspectiva socio-epistémica. Dado que los estudios sobre la constitución de secuencias didácticas basadas en la perspectiva socio – epistémicas son escasas, por consiguiente, es necesario realizar esfuerzos en este sentido.

De ahí la necesidad de plantear una secuencia didáctica sobre los modelos presentes de las ondas para comprender su incidencia en las concepciones de la NdC de un grupo de profesores en ejercicio de matemáticas. De igual forma este trabajo de investigación hace un gran esfuerzo para mejorar las concepciones de la NdC y en este mismo sentido la alfabetización científica y por consiguiente la calidad de la enseñanza de las matemáticas.

De lograr lo anterior, se minimiza la posibilidad de que estos profesores en ejercicio reproduzcan las inadecuadas o ingenuas concepciones de la NdC a estudiantes que posteriormente formarán, lo cual puede generar mayor motivación hacia la ciencia y sus procesos, aumentando el interés por estudiar carreras científicas.

Finalmente, la construcción de la secuencia didáctica propiciará una mejor comprensión de las concepciones de NdC, incentivando en los docentes reflexiones sobre las practicas docentes de los profesores en formación inicial de matemáticas en la región, e incluso, posiblemente plantear la necesidad de pensar la reformulación del currículo que orienta la formación de los próximos licenciados en matemáticas, evitando que contengan los mismos errores epistemológicos de la ciencia.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 CONCEPCIONES Y CREENCIAS

Es dispensable para todo tipo de investigación, tener claridad acerca de la intencionalidad con la que van dirigidas las palabras utilizadas por el ente investigador en las descripciones hechas para la comunidad científica o para su debido fin.

Por consiguiente, es importante intentar hacer algún tipo de precisión conceptual acerca de las concepciones y de las creencias, debido a que este trabajo de investigación requiere las características de las concepciones de las matemáticas en profesores de matemáticas en ejercicio, luego de la participación de una secuencia didáctica basada en la perspectiva socio-epistémica.

Sin embargo, se ha elegido abordar inicialmente el concepto de crecían por la facilidad que hay en su constructo teórico para la comprensión de este y por su corta definición. Para el diccionario de la Real Academia Española en su versión en línea y además de carácter etimológico, define el termino Creencia de la siguiente forma: Creencia (de creer), es un firme asentamiento y conformidad con algo (Real Academia Española), el termino creencia también se define como el completo crédito que se da a un hecho o noticia como seguros o ciertos.

Aunque para Ponte como se citó en Flores (1998), las creencias son proposiciones no demostradas, además distinguir tres tipos de conocimiento, científico, actividad profesional, y conocimiento vulgar y además, establece la intención que contiene cada uno de estos con las creencias. Por lo cual hace una diferencia entre creencia y conocimiento.

“Podemos ver las creencias como una parte del conocimiento relativamente poco elaborado, en vez de verlos (conocimientos y creencias) como dos dominios distintos.

En las creencias predominaría la elaboración, más o menos fantástica y no confrontada con la realidad empírica. En el conocimiento más elaborado de naturaleza práctica, predominarían los aspectos experienciales. En el conocimiento de naturaleza teórica predominaría la argumentación racional” (Flores, 1998, p.28).

Por otra parte, Ponte (1994) señala que el sistema de creencias no requiere de un consenso social para su validez o aceptación, por lo tanto, no requieren o no necesitan de consistencia interna. Por consiguiente, las creencias son discutibles y un poco más dinámicas que el mismo conocimiento (Pajares, 1992).

A diferencia de Ponte, Ernest relaciona las creencias con el conocimiento y las actitudes, estableciendo un modelo de conocimiento, creencias y actitudes en los profesores (Flores et al., 1998).

En conclusión, las creencias se pueden atribuir a una actitud y a un contenido, que desata en el hombre algunas emociones no explícitas.

Con respecto a las concepciones Ruiz (1994), determina que ella está compuesta por dos dimensiones, por un lado, “se diferencian las concepciones subjetivas o cognitivas de las epistemológicas, por el otro lado, las concepciones locales de las globales. Las concepciones subjetivas se refieren al conocimiento y creencias de los sujetos. Las concepciones epistemológicas se refieren a tipologías de conocimiento existente en un cierto período histórico, o circunscrito a los textos o programas de cierto nivel de enseñanza” (Flores, 1998, p. 29).

Las concepciones subjetivas, son las que cada sujeto sostiene de manera individual, por consiguiente, este tipo de concepción pertenece de forma directa al pensamiento del profesor de matemáticas, sobre la naturaleza de las matemáticas, el significado que se le da a hacer matemáticas y el valor de verdad de los aciertos matemáticos, luego, esto lleva a dirigir la investigación sobre las concepciones de los profesores de matemáticas

en ejercicio, luego de la participación de una secuencia didáctica basada en la perspectiva socio-epistémica.

Según (Flores, 1998), Las concepciones epistemológicas se sostienen por la comunidad matemática a lo largo de la historia, además plantea problemas a su propia comunidad dentro del ámbito de la disciplina (el conocimiento matemático), la forma en como accede al conocimiento (naturaleza del conocimiento matemático), o a problemas de otras disciplinas que necesitan del proceso de resolución de problemas mediante los conocimientos matemáticos (epistemología de la matemática).

Por otro lado, Ruiz (1994), define las concepciones bajo la postura de la idea de concepto, interpretada desde la teoría de objeto y sus significados, también asocia las concepciones con la idea de obstáculo.

- Los invariantes que el sujeto reconoce como notas esenciales que determinan el objeto;
- El conjunto de representaciones simbólicas que le asocia y utiliza para resolver las situaciones y problemas ligados al concepto;
- El conjunto de situaciones, problemas, etc. que el sujeto asocia al objeto, es decir para las cuales encuentra apropiado su uso como herramienta

(Ruiz, 1994, p. 71-72)

Para Thompson (1992) las concepciones de los profesores de matemáticas tienen diversas interpretaciones teóricas, incluso el término creencia también es válido para aplicarlo como concepción.

"Una concepción del profesor sobre la naturaleza de las matemáticas puede verse como creencia, concepto, significado, regla, imagen mental y preferencia, consciente o inconsciente del profesor en relación a las matemáticas. Estas creencias, conceptos, puntos de vista y preferencias, constituyen los rudimentos de una filosofía de las matemáticas" (Thompson, 1992, p. 132)

Llinares (1991), reconoce que los términos conocimiento, concepción y creencias, presentan similitudes en sus constructos teóricos. Debido a que las creencias son como los contextos psicológicos en donde se produce el aprendizaje, las concepciones son las que permiten hilar el sistema de creencias junto con el conocimiento que perciben los procesos de razonamiento.

Pero Ponte (1992) construye una diferencia directa entre concepción y creencia, sabiendo que tanto las concepciones como las creencias presentan una función cognitiva, aunque las creencias son de carácter no racional, es decir, son las bases en las que se apoyan los conocimientos. Las concepciones son las funciones responsables de organizar el conocimiento, formando una especie de mapa conceptual diferenciador, no como unificador de conceptos sino como hilo conductor de los conceptos, es decir que son bloqueadores de interpretaciones, por consiguiente se pueden entender como distorsionadores de lo que se nos presenta (Flores et al., 1998)

“Las concepciones pueden ser vistas en este contexto como el plano de fondo organizador de los conceptos. Ellas constituyen como "mini-teorías", o sea cuadros conceptuales que desempeñan un papel semejante a los presupuestos teóricos de los científicos. Las concepciones condicionan la forma de abordar las tareas, estrechamente ligadas a las concepciones están las actitudes, las expectativas y el entendimiento que cada uno tiene de lo que constituye su papel en una situación dada" (Ponte, 1994, p. 195).

Aunque Furinghetti (1994), citado por flores (1998), identifica las concepciones como un sistema de creencias que contiene el educador respecto a la forma en que se enseñan las matemáticas, basada en las consideraciones de los aprendices, la naturaleza de las matemáticas y la forma adecuada de la pedagogía

Para Cid, (2000) las concepciones son un conjunto de conocimientos acerca de la naturaleza de las matemáticas, y estas a su vez funcionan exitosamente en un subconjunto de determinadas situaciones, “pero que son ineficaces e incluso causan

dificultades en la solución de situaciones diferentes o al modificar las variables didácticas” (p. 2). Por lo tanto, se puede decir que Cid, entiende el término concepción como un conjunto de condiciones en las que funciona correctamente, aunque para otro conjunto de situaciones, la misma concepción crea algún tipo de conflictos de carácter epistemológico. Es así como Cid asocia el término concepción con la noción de obstáculo.

Por otro lado, Barrantes y Mora (2008) asocia el término concepción con percepción y lo relaciona con la visión que se tiene acerca de la naturaleza de una disciplina. Las creencias las asocian con el movimiento que hay dentro del marco de las concepciones, es decir que las consideran como ideas poco elaboradas, pero que también hacen parte del pensamiento del sujeto influyendo en su desempeño de forma directa.

En conclusión, las concepciones han sido analizadas desde varios puntos de vista, desde diferentes enfoques epistemológicos y desde diferentes épocas, además se puede decir que todas las definiciones construidas por los autores presentan justificaciones consistentes, bien elaboradas y jerarquizadas. Esto permite suponer que las formulaciones de tipo científico son producto de controversias, aciertos y desaciertos.

Adicionalmente, esta investigación reconoce que tanto las concepciones como las creencias, tienen funciones cognitivas, es decir que las dos influyen directamente en el conocimiento del sujeto, bien sea como fundamento de este o como función organizadora.

En este sentido, se entiende que las “creencias están ligadas a las actitudes, las expectativas derivadas de la experiencia o fantasía, mientras que las concepciones son los marcos conceptuales con presupuestos teóricos con naturaleza esencialmente cognitiva y que condicionan la forma en que se afrontan situaciones” (Cerón, 2012, p.3).

Por otro lado, se entiende que las creencias que los sujetos sostienen carecen de consistencia interna, por consiguiente, estas son menos elaboradas que las concepciones, además, son verdades asumidas y estas carentes de verificación. Se

asumen las creencias y las concepciones en estos términos, debido a que en el barrido bibliográfico no se logra hacer una diferenciación significativa entre los dos términos.

4.2 EPISTEMOLOGÍA DE LAS MATEMÁTICAS

Según Vergnaud, citado por Flores, (1998) la epistemología de las matemáticas aborda los siguientes cuestionamientos: ¿Qué tipo de objeto es la matemática?, ¿Qué clase de objetos existen en matemática? y ¿Cuál es la relación entre la matemática y las otras ciencias?

Aunque para entender mejor la epistemología de las matemáticas se hace necesario según Vergnaud en Flores (1998) saber que está, está compuesta por la ontología matemática y la gnoseología matemática, entre otros aportes que no vamos a tocar en esta investigación porque no vienen al caso. Por lo tanto, La primera nos aproxima al estudio de la naturaleza del objeto matemático, y la segunda se encarga de las actividades matemáticas y la acción sobre los objetos matemáticos.

Para ser más específicos, la ontología del conocimiento matemático nos permite discutir sobre la dialéctica descubrimiento creación, además sobre la relación del sujeto y el objeto del conocimiento matemático, sobre el valor de verdad de los conocimientos matemáticos, y la belleza de las matemáticas y la relación entre el conocimiento individual y el conocimiento colectivo.

Y por el otro lado, la gnoseología se encarga de entender e interpretar la forma de acceso al conocimiento por parte del sujeto, es decir, si es por medio de los sentidos o por medio de la razón. Dado que el hombre en la interacción con el mundo descubre los conocimientos matemáticos o, por el contrario, la necesidad de utilizar herramientas que le faciliten el bienestar y su permanencia en el mundo para entenderlo hace que la razón sea utilizada y por ende construya el conocimiento matemático. Adicionalmente, la gnoseológica también incide en la verdad del conocimiento matemático, por

consiguiente, ambos campos estudian la discusión sobre a dialéctica descubrimiento creación.

4.2.1 Ontología del conocimiento matemático. Según Flores (1998), la ontología de la matemática está sujeta a las preguntas suscitan o a los cuestionamientos que nacen a partir de ¿Qué son los objetos matemáticos? ¿Qué existencia tienen los objetos matemáticos? ¿Qué relación tienen los objetos matemáticos con la naturaleza?

4.2.2 Gnoseología del conocimiento matemático. La forma de entender la gnoseología del conocimiento matemático, es entendiendo las cuestiones referentes a la actividad matemática y a la forma de encontrar el conocimiento matemático, es decir, que, entendiendo los objetos, los conceptos, propensiones y teorías de las matemáticas. Dado que las preguntas que suscitan esta corriente filosófica, son: ¿Cómo se llega a los objetos matemáticos? ¿Qué es hacer matemáticas? ¿Qué son las actividades matemáticas? ¿Cómo se emplean las matemáticas? (Flores et al., 1998).

4.3 NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO (NCM)

Las diferentes escuelas que han caracterizado el conocimiento matemática, se pueden situar en dos escenarios marcados por la creación o el descubrimiento de las matemáticas,

Según Kline (1985), estos dos escenarios son producto del pensamiento filosófico de Platón y Aristóteles respecto a la naturaleza del conocimiento matemático, además los argumentos de ellos son en gran parte el desarrollo de mundo occidental.

El pensamiento platónico, respecto a la NCM constituye un cuerpo único de conocimiento, correcto y eterno, así mismo, las verdades matemáticas son descubiertas y no inventadas como muchos pueden pensar, por consiguiente, Hamilton y Caley consideran que esta postura esta incrustada en la razón humana, debido a que se puede entender también como el mundo de las ideas ajeno al hombre, al que tanto cito Platón.

El hombre al descubrir las matemáticas, no desarrolla las matemáticas en sí, sino el conocimiento que contienen ellas (Flores et al., 1998).

Sumado a esto, se encuentra el pensamiento aristotélico, respecto a la naturaleza del conocimiento matemático dice que las matemáticas son producto del pensamiento humano, es decir que se basan en realidades experimentales, donde el conocimiento es obtenido por medio de los experimentos, la observación y la abstracción. “Estos polos generan las primeras corrientes filosóficas de las matemáticas y de su mano se logran reconocer las concepciones sobre su naturaleza” (Cerón, et al., 2012, p.4).

En conclusión, estas dos corrientes filosóficas de las matemáticas, abren las puertas a las escuelas del pensamiento matemático, esto, con el fin de dar a conocer las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático que fundamentan el pensamiento platónico y aristotélico

4.4 CONCEPCIONES DE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO

4.4.1 Logicismo. El matemático Gottlob Frege, construye la escuela logicista del pensamiento matemático a finales del siglo XIX. Los pilares filosóficos en los que se basa es el platonismo, porque las entidades abstractas como lo son números, conjunto, funciones, entre otras entidades, tienen una existencia inherente a la mente humana, en efecto “el objetivo del logicismo era mostrar que la matemática clásica era parte de la lógica” (Jiménez, 2009, p.4).

Sumado a esto, esta corriente filosófica acepta la existencia de más objetos matemáticos que las otras corrientes del pensamiento matemático. Dado a que esta postura filosófica admite entidades abstractas que existan en matemática clásica, sin cuestionar, si nuestras mentes pueden o no construirlo.

En conclusión, el logicismo es una corriente filosófica que se fundamenta teóricamente por medio del ejercicio de la razón, en pocas palabras busca dar explicación a los hechos matemáticos por medio de la lógica.

4.4.2 Intuicionista. el intuicionismo, presenta fundamentos filosóficos ligados al pensamiento platónico, debido a que comparte el carácter exacto e independiente de toda experiencia de leyes matemáticas, sin embargo, difiere con el formalismo, porque admiten únicamente la existencia de actividades abstractas que el hombre puede construir.

Los intuicionistas en cabeza de Luitzen Brouwer identificaron, que esta corriente filosófica del conocimiento matemático mantiene una posición relativista en relación con el conocimiento matemático, además, gracias al desarrollo de la teoría de G. Cantor y la aparición de la paradoja de Russel, identificaron que las matemáticas clásicas poseía una serie de errores y por lo tanto “la matemática debería ser reconstruida a partir de sus orígenes y según su filosofía, estos orígenes eran básicamente la explicación que daban a los números naturales y la idea de que todos los seres humanos tienen dentro de sí una intuición primordial de los números naturales” (Snapper en Jiménez, 2009, p.5).

4.4.3 Formalismo. A comienzos del siglo XX, el matemático Alemán David Hilbert, junto a sus seguidores de la misma escuela del pensamiento matemático. Vieron la necesidad de construir un sistema matemático que les permitirá estructurar la matemática de forma jerarquizada, sistematizada y en función de la axiomatización matemática.

Además, el formalismo mantiene una posición absolutista del conocimiento matemático, por lo tanto, considera que las matemáticas son exactas y contienen un sistema axiomático formal, por lo tanto, toman un carácter lingüístico, como el mismo lenguaje que se basa en reglas e inferencias que permite mostrar que el sistema está exento de contradicciones.

En este sentido el formalismo, considera que “hacer matemática es manipular los símbolos sin sentido de un lenguaje de primer orden, según reglas sintácticas explícitas. Así el formalista no trabaja con entidades abstractas, como series infinitas o números cardinales, sino solamente con sus nombres sin sentido que son las expresiones de un lenguaje de primer orden” (Snapper en Jiménez A, p.5)

4.4.4 Cuasi-empirismo. Según Viviente (1990). Lakatos presenta una corriente filosófica basada en los resultados de una práctica social histórica, que debe ser entendida y aprendida desde una visión crítica que permita el acercamiento de las ciencias naturales, además, considera que las matemáticas son el resultado de una práctica social e histórica que permite ser entendida desde una visión crítica

“Esta postura sostiene que las producciones matemáticas no son finales ni perfectas, lo cual representa una visión alternativa a las concepciones tradicionales de la NCM en donde el absolutismo y las pretensiones de verdad sobre el conocimiento matemático son relegados para dar un lugar más importante al sujeto y a la sociedad como productores de conocimiento, pues “la matemática constituye una actividad humana, simultáneamente individual y social que es producto del diálogo entre quienes intentan resolver un problema” (Jiménez, 2009, p.7).

4.4.5 Constructivismo social. Esta corriente filosófica de la naturaleza del conocimiento matemático, interpreta las matemáticas como producto de construcciones humanas, es decir que las matemáticas son construcciones de la mente humana, lo que indica, que esta corriente filosófica se relaciona con el formalismo del matemático Alemán David Hilbert.

Según esta concepción de la naturaleza del conocimiento matemático, el origen y la evolución de la matemática se encuentra en los procesos de construcción social y cultural, en este sentido “el desarrollo del nuevo conocimiento matemático y la comprensión subjetiva de las matemáticas se deriva del dialogo y las negociaciones interpersonales esto es, hacer y aprender matemáticas deben surgir a partir de procesos

similares” (Cerón, 20012, p.6). Por otro lado, para esta concepción, las matemáticas se construyen además porque son útiles a determinada sociedad, lo que implica que varían de un contexto a otro.

Por otro lado, Ernest (1994) agrupa las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático en dos grupos, la concepción prescriptiva o normativa y la concepción descriptiva o naturalista. En la primera concepción de las matemáticas se encuentra vinculada la tradición absolutista, es decir, que están las concepciones logicista y la formalista. En la segunda concepción matemática que Ernest señala, se inclina por la ampliación de las competencias de la filosofía de la matemática, por lo tanto, aparecen de esta forma posturas filosóficas como el cuasi-empirismo de Lakatos, el constructivismo matemático y dentro de esta corriente aparece el intuicionismo, así como el constructivismo social.

No obstante, Godino (2004) también identifica dos concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático con implicaciones en la didáctica de la matemática, por lo tanto, la primera concepción que identifica es la idealista platónica y por otro lado la constructivista.

La concepción idealista-platónica define que los estudiantes deben adquirir las estructuras de la matemática de forma axiomática, antes que cualquier otro conocimiento. Según esta concepción, la matemática pura y la matemática aplicada son dos disciplinas distintas, porque la naturaleza de las matemáticas es independiente de la aplicación de las demás disciplinas.

Por otro lado, se encuentra la concepción constructivista de la naturaleza del conocimiento matemático (NCM), que se fundamenta en la relación entre la matemática y sus aplicaciones en otras áreas del conocimiento.

La concepción constructivista deja en cada uno de sus estudiantes, la tranquilidad de satisfacer la necesidad por la que fue elaborada la matemática, es decir, que la

matemática en esta concepción va en función de satisfacer las necesidades del educando, por lo cual el conocimiento matemático surge de manera natural y espontánea, como si fuera un problema en su entorno físico, biológico y social en el que el hombre vive (Godino, et al., 2004).

4.5 LA IMPORTANCIA DE LAS CONCEPCIONES SOBRE NCM

Las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, son aceptadas por los docentes en formación y posteriormente reproducidas fuera y dentro del salón de clase, mejorando o desintegrando el gusto que presentan los estudiantes por las matemáticas.

En este sentido, la enseñanza de las matemáticas, depende en gran medida de la formación y de las concepciones de la NCM que domine el docente. No es un secreto, que la percepción del profesor acerca de la matemática influye de manera directa el comportamiento de las concepciones, debido a que éstas tienen serias implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. En efecto, la “concepción particular del profesor sobre la naturaleza del conocimiento matemático, se propician diferentes tipos de aprendizaje que pueden basarse en la memorización, en la resolución de problemas, o pueden incluso propiciar aprendizajes que requieran de la imaginación del estudiante” (Barrantes & Mora, 2008, p. 71).

5. METODOLOGÍA

En esta investigación se emplea el enfoque cualitativo. Debido a que éste permite extraer información detallada, exacta y rigurosa, acerca de la postura epistemológica de los profesores en formación que participan de la investigación, además, este enfoque, permite tener una idea tangible de la relación que tiene cada uno de los participantes con la naturaleza del conocimiento matemático.

El enfoque cualitativo se asume como el más adecuado para esta investigación, porque permite relacionar adecuadamente las estrategias para alcanzar los objetivos de esta investigación, además, dota al investigador de ideas, herramientas y métodos viables y confiables para la adecuada toma de decisiones dentro de la investigación.

5.1 ESTUDIO DE CASO

Como este trabajo de investigación, no tiene como objetivo generalizar aspectos encontrados durante el proceso, sino más bien, llegar a análisis detallados y profundos, acerca de las características de las concepciones de los profesores de matemáticas en ejercicio, luego de la participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva Socio-epistémica de la matemática.

El estudio de caso, como tipo de investigación cualitativa, permite la descripción y el análisis del problema de forma específica y puntual (Patiño, 2014).

En este orden de ideas, gracias a la utilización del método de estudio de caso, se logró caracterizar cuatro etapas que conllevan al cumplimiento de los objetivos de este trabajo de investigación.

- a. aplicación de las herramientas de extracción de información
- b. aplicaciones del contexto de significado.

- c. aplicación de la secuencia didáctica centrada en la perspectiva socio-epistemológica.
- d. caracterizaciones de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

5.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos elegidos para desarrollar esta investigación, fueron seleccionados con el objetivo de extraer, interpretar e identificar las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, que poseen los docentes en formación y participantes del trabajo de investigación.

Los instrumentos utilizados en esta investigación, fueron validados en otras investigaciones, como se muestra a continuación.

El primer cuestionario aplicado (Anexo 1) es propuesto en Didáctica de la Matemática para Maestros de Juan Díaz Godino, Carmen Batanero y Vicent Font. Este primer cuestionario está compuesto por siete enunciados que reflejan diferentes modos de interpretar el conocimiento matemático, además, deja al descubierto cada una de las creencias y de las concepciones que contienen los profesores en formación, respecto a la Naturaleza del Conocimiento Matemático. Este cuestionario, contiene preguntas abiertas, con el objetivo de conocer detalladamente las respuestas de forma argumentada y sustentada por cada uno de los participantes del trabajo de investigación y también para saber ¿Cómo son los modos de pensar sobre las matemáticas?, ¿Cómo entienden el conocimiento matemático? Y ¿Cuál es la forma de hacer matemáticas?

El cuestionario utiliza la escala de Likert en cinco niveles, siendo el número uno el grado de total desacuerdo, dos el grado de desacuerdo, tres tiene como calificativo neutro, el cuatro tiene una posición de acuerdo y el cinco, total de aceptación por parte del participante.

En segunda instancia, se aplica el cuestionario de Pablo Flores (1998) (Anexo 2), utilizado en Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre las Matemáticas, su Enseñanza y Aprendizaje. Este cuestionario, está diseñado con preguntas abiertas, con el objetivo de explorar las características de las concepciones y de las creencias de los profesores participantes del grupo de investigación.

Para el análisis del contenido, se utiliza la estrategia de la rejilla que propuso Pablo Flores (1998), en el mismo trabajo de investigación de Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre las Matemáticas, su Enseñanza y Aprendizaje. Pero, la rejilla que utilizamos en esta investigación, tiene menos categorías de las que utilizo Flores, por lo tanto, en la tabla 1, se encuentra la representación de la modificación de la rejilla con la que se analizan las distintas categorías.

Tabla 1 Categorías de la epistemología

	ONTOLÓGICO	GNOSEOLÓGICO
EPISTEMOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué son los objetos matemáticos? • ¿Qué relación tienen los objetos matemáticos con la naturaleza? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se llega al conocimiento matemático? • ¿Qué es hacer matemáticas? • ¿Qué son las actividades matemáticas? • ¿Cómo se emplean las matemáticas? • ¿Qué es saber matemáticas?

Fuente: Patiño (2014)

El tercer cuestionario que se aplicó, es el que utilizo Alan Schoenfeld. El análisis de algunos resultados de la investigación de Schoenfeld, fue publicada en Student's Beliefs About Mathematics and Their Effects on Mathematical Performance: A Question are Analysis (1985), dicho cuestionario, está compuesto por 80 preguntas, 70 preguntas cerradas y 10 abiertas, pero, algunos aspectos que abordan este cuestionario están relacionados más o menos de la siguiente forma:

- a. Las creencias acerca del éxito o los fracasos escolares en matemáticas.
- b. Las precepciones comparativas de los estudiantes de matemáticas, inglés y estudios sociales.
- c. La naturaleza de las matemáticas.
- d. Las actitudes hacia la matemática.

Por este motivo, se hace necesario hacer una depuración del cuestionario que utilizó Alan Schoenfeld en su investigación, debido a la cantidad de preguntas elaboradas sin ninguna relación a la investigación que se ejecutó. En este sentido se seleccionaron las preguntas que tienen mayor relevancia para la extracción de información (Anexo 3), aunque las preguntas son de selección múltiple, pero, como esta investigación está diseñada para ser analizada por el estudio de caso, se requiere que las respuestas estén bien detalladas, para ser analizadas, por consiguiente, se hizo necesario adicionar la justificación a cada una de las preguntas del cuestionario.

Posteriormente a la aplicación de cada uno de los instrumentos, se utilizó el contexto de significado titulado, el machín no es cualquier cerro...mucho menos cualquier volcán, y elaborado por Heliana Marley Olaya Gutiérrez y Yefri Samuel Maldonado Morales, estudiantes del curso de didáctica de la física en dirección de la profesora Edna Eliana Morales.

Por último, se aplica la secuencia didáctica titulada: Modelizando el comportamiento de la naturaleza, en función de las Matemáticas.

5.3 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS

Analizar la información extraída de los profesores participes del grupo de investigación, es una tarea sumamente importante e interesante y cuidadosa, debido a que no se puede asumir, ni justificar, ni mucho menos suponer la postura de los profesores en ejercicio de matemáticas, lo que si debemos hacer es relatar y asignar unas corrientes filosóficas y unas categorías de análisis, a partir de las posibles justificaciones que dan los profesores

participantes del trabajo de investigación, de cada una de las preguntas que componen los cuestionarios antes mencionados, es decir, que tenemos que conservar y respetar el pensamiento y las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático de cada uno de los profesores, para poder determinar las características de las concepciones de los profesores de matemáticas en ejercicio, luego de la participación en el desarrollo de una secuencia didáctica basada en la perspectiva socio-epistémica de la matemática.

En este sentido, es importante reconocer el análisis de contenido para evitar que el docente investigador manipule inconscientemente la información extraída, con algunas concepciones o creencias propias acerca de la naturaleza del conocimiento matemático, cuando este en pleno ejercicio de la descripción de la extracción de información.

Por lo tanto, se plantea construir el universo documental y unas categorías y subcategorías que permitan clasificar la información extraída de cada uno de los profesores participantes del grupo en formación de las diferentes concepciones de las matemáticas

Por otro lado, el universo documental está compuesto por la descripción de cada uno de los instrumentos utilizados por el profesor investigador. Tal descripción y análisis se efectuó de la siguiente forma.

El análisis de los cuestionarios pertenecientes a Flores (1998), Schoenfeld (1985) y Godino, Batanero y Vicent Font, se dividen en categorías y subcategorías, debido a que algunas de las preguntas propuestas por los cuestionarios están ancladas a las subcategorías. Por ejemplo, la categoría de la Gnoseología de las matemáticas, se divide en las siguientes subcategorías: a) ¿Cómo se llega al conocimiento matemático?, b) ¿Qué es hacer matemáticas?, c) ¿Qué son las actividades matemáticas?, d) ¿Cómo se emplean las matemáticas?, e) ¿Qué es saber matemáticas? Y la categoría de la Ontología matemática se subdivide en las siguientes subcategorías: a) ¿Qué son los objetos matemáticos? y b) ¿Qué relación tienen los objetos matemáticos con la naturaleza?

Gracias a estas clasificaciones, el docente puede pensar y expresar varias formas de interpretar la matemática, para luego clasificar su pensamiento en función de la epistemología de la matemática, es decir, en función de las categorías y sub-categorías de la ontología y la gnoseología de la matemática.

Tabla 2 categoría y subcategoría de análisis. Preguntas de cada cuestionario para el análisis de cada sub-categoría.

CATEGORIAS	Subcategorías	Godino	Flores	Schoenfeld	Barrantes
		Cuestionario 1	Cuestionario 2	Cuestionario 3	Cuestionario 4
		Preguntas			
Ontológica	¿Qué son los objetos matemáticos?	1, 2, 3	3, 4	1	
	¿Qué relación tienen los objetos matemáticos con la naturaleza?		5		
Gnoseológica	¿Cómo se llega al conocimiento matemático?	8	1		
	¿Qué es hacer matemáticas?	4	2	3, 7	
	¿Qué son las actividades matemáticas?			6	
	¿Cómo se emplean las matemáticas?		6	4	
	¿Qué es saber matemáticas?	5	10	2	1

Fuente: El Autor

En este sentido se clasifican las concepciones de los profesores en ejercicio antes de aplicar la secuencia didáctica.

En consecuencia, a la aplicación de cada uno de las herramientas de extracción de información, se aplica la secuencia didáctica titulada: Modelizando el comportamiento de la naturaleza, en función de las Matemáticas y construida por el autor (Ver anexo 4).

Aunque, antes de aplicar la SD, se utilizó el contexto de significado, titulado el machín no es cualquier cerró... mucho menos cualquier volcán, y diseñado por dos estudiantes de pregrado y pertenecientes a la asignatura de didáctica de la física. (Ver anexo 5).

Posteriormente esto, se aplicó la secuencia didáctica, que está diseñada para desarrollar cuatro actividades que le permitan al docente fortalecer las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático y un tema en particular como son las ondas. El análisis de la información extraída por parte de la SD, es por medio del programa de ATLAS TI 7.

Como este trabajo de investigación tiene un carácter de investigación cualitativa, entonces atlas ti 7, permite observar de forma directa y mesurada cada una de las palabras, movimientos e incluso hasta los gestos que utilizan los profesores en ejercicio de matemáticas, en la elaboración de cada una de las respuestas de la secuencia didáctica.

En conclusión, las ideas extraídas de los profesores en ejercicio, por medio de las herramientas de extracción de información, son analizadas por medio de las categorías y subcategorías de la epistemología del conocimiento matemático, y la secuencia didáctica fue analizada por medio de la herramienta de atlas ti 7.

Con el fin de encontrar las características de las concepciones utilizadas por los profesores en ejercicio.

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Las personas que hacen parte de este trabajo de investigación, son docentes que trabajan en el municipio del Líbano Tolima.

Los docentes del Líbano laboran en la Institución Educativa Técnica Isidro Parra y en la Institución Educativa Técnica Jorge Eliecer Gaitán Ayala.

En este sentido podemos pensar que la recolección de información puede ser muy valiosa e interesante por la diversidad cultural y profesional que tienen los docentes en ejercicio de matemáticas.

Los profesores que conforman el grupo de estudio, fueron egresados de la Universidad del Tolima, de la facultad de ciencias de la educación, es decir que todos los profesores en ejercicio que pertenecen al grupo, son Licenciados en matemáticas. Lo cual puede ser un buen contraste en lo cultural y en la diversidad del pensamiento.

Los docentes presentan entre dos y cuatro años de experiencia laboral, lo que indica que llevan poco tiempo de estar graduados.

El profesor investigador es estudiante de la Maestría en Educación de la Universidad del Tolima, además, trabaja en el municipio del Líbano Tolima, para ser más específico en la Institución Educativa Técnica Nuestra Señora del Carmen y además a esto, es el observador directo de los acontecimientos o eventos que se puedan presentar dentro de la investigación respecto a las características de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

6. RESULTADOS

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN.

6.1.1 Descripción de la primera herramienta de extracción de información: cuestionario utilizado por Juan Díaz Godino (2004), en su trabajo de investigación, didácticas de las matemáticas para maestros.

La identificación preliminar de las concepciones de los profesores en ejercicio del área de las matemáticas, sobre la Naturaleza del Conocimiento Matemático, se hace mediante el análisis de los resultados del cuestionario propuesto en Didáctica de la Matemática para Maestros (Ver anexo 1).

El cuestionario que se aplica está compuesto por siete afirmaciones que reflejan diferentes modos de pensar sobre las matemáticas, el conocimiento matemático y la forma de hacer matemáticas.

La primera afirmación del cuestionario intenta reconocer el grado de acuerdo o desacuerdo que tienen los profesores en formación sobre la esencia del conocimiento matemático, por lo tanto, para analizar las posturas filosóficas debemos tener como referente algunos aspectos propios de la ontología de la matemática.

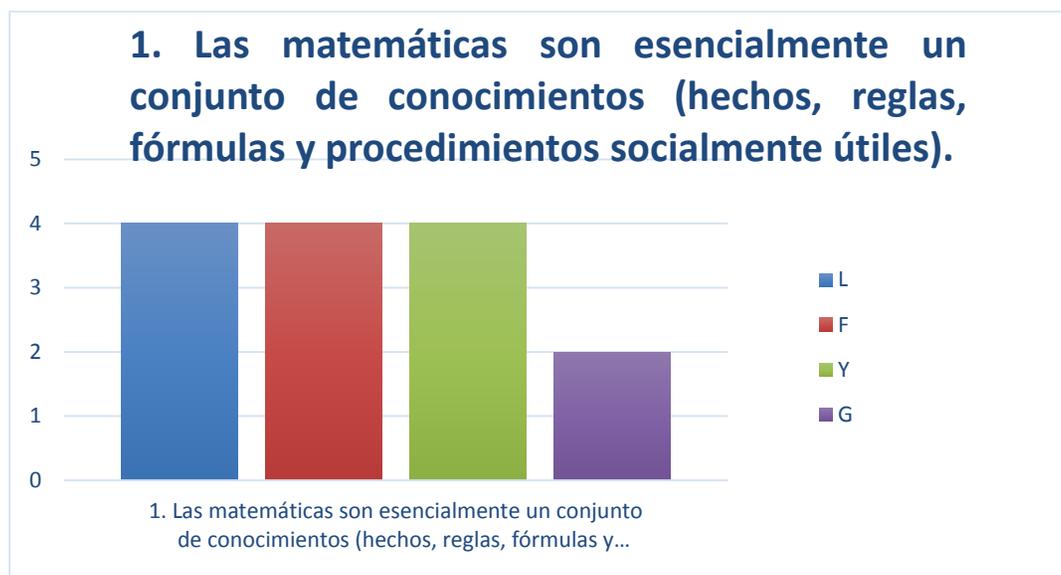
Dentro de la epistemología de la matemática, la ontología considera la esencia de los objetos matemáticos, la existencia de tales objetos y la relación entre estos objetos con la realidad.

Enunciado 1: Las matemáticas son esencialmente un conjunto de conocimientos (hechos, reglas, fórmulas y procedimientos socialmente útiles).

Esta afirmación, contempla dos aspectos importantes que deben ser identificadas por parte de los profesores en formación inicial de matemáticas; por un lado la esencia de las matemáticas, y por el otro, la utilidad social de las matemáticas.

A continuación, se presenta la primera figura de barras que muestra el grado de acuerdo o desacuerdo de los profesores en formación.

Figura 1 Resultados del enunciado número 1.



Fuente: El Autor

Haciendo una observación detallado de las respuestas de los docentes participantes del grupo de investigación, se identifica, que varios de los profesores en formación de matemáticas, piensan que las matemáticas son un conjunto de conocimientos, que está constituido por medio de hechos, reglas, formulas y procedimientos socialmente utilices. Aunque es importante reconocer que todos los participantes manifiestan, que el enunciado está incompleto, por ejemplo, la profesora “Y”, dice estar de acuerdo con el enunciado, pero, argumenta que la matemática también requiere de un proceso de observación, interpretación, formulación y análisis. En el caso de la profesora “L”, también dice estar de acuerdo con el enunciado, pero además manifiesta que:

L: más que aprender una concepción algorítmica, es aprender a enfrentar obstáculos, las matemáticas son un lenguaje.

“F” manifiesta, estar de acuerdo con el primer enunciado, porque según él, dice que la matemática es una ciencia, por tal motivo son un conjunto de conocimientos muy útiles para la sociedad, aunque existan sociedades y personas que no dependan netamente de ella.

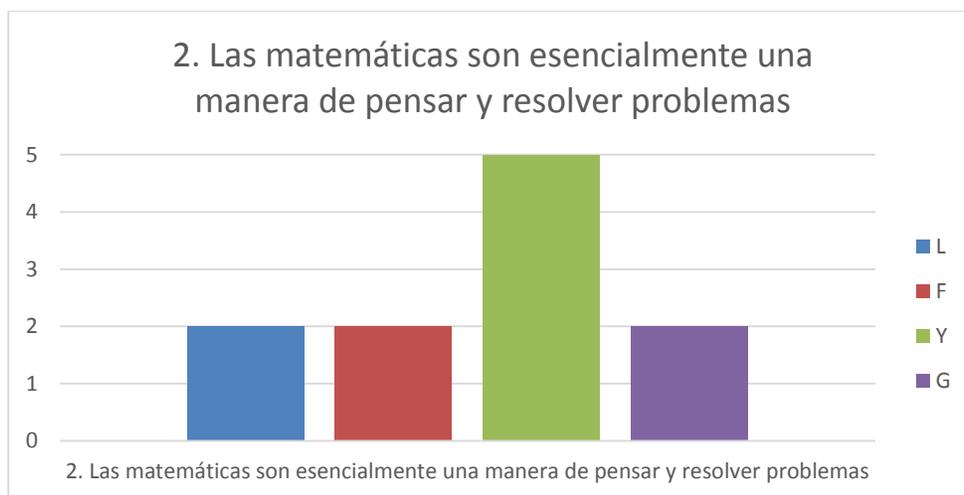
Por otro lado, la profesora “G” se encuentra en desacuerdo con el enunciado, porque dice que las matemáticas son un estilo de vida.

Enunciado 2: Las matemáticas son esencialmente una manera de pensar y resolver problemas.

El segundo enunciado debe ser analizado bajo el poder de la filosofía ontológica del conocimiento matemático. Con respecto a la esencia de las matemáticas, en Flores, (1998) encontramos dos posturas extremas, la primera es el platonismo matemático y la segunda es el aristotelismo matemático. En la primera postura filosófica se considera que las matemáticas constituyen un cuerpo de conocimiento fijo e inmutable, y en la segunda postura filosófica, se considera que las matemáticas constituyen un cuerpo de conocimiento, por medio de la observación, recolección y abstracción, es decir, las matemáticas nacen a partir del producto del pensamiento humano.

El grado de acuerdo y desacuerdo de los profesores en formación inicial de matemáticas, los podemos encontrar en el siguiente diagrama de barras.

Figura 2 Resultados del enunciado número 2 del cuestionario de Godino.



Fuente: El Autor

Observando las posturas de cada uno de los profesores en ejercicio, se encuentra que la docente “L”, cree estar en desacuerdo con el enunciado, porque piensa que las matemáticas son útiles para pensar y resolver problemas, pero no son lo único que realizan, es decir, que el enunciado está muy corto como para enmarcar el que hacer matemático en tan solo esa frase.

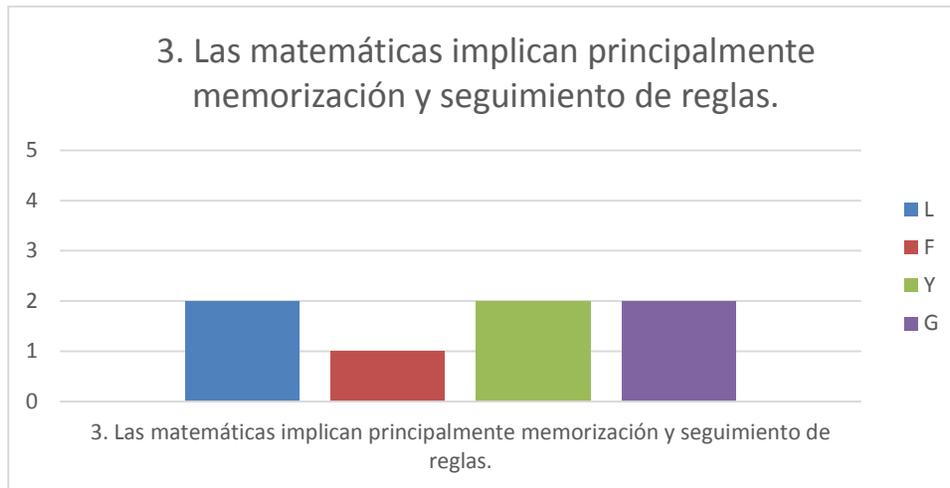
Por otro lado, encontramos que la docente “G” se encuentra en desacuerdo con el enunciado anterior, porque la función de las matemáticas no solo son una manera de pensar y de resolver problemas, más bien son un conjunto de conocimientos y un estilo de vida.

Aunque, la profesora “Y” manifiesta estar totalmente de acuerdo con el enunciado, pero, dice que se debe ampliar la afirmación porque las matemáticas también son para indagar situaciones de la mente humana.

Por último, encontramos al docente “F”, “F” cree que es incorrecta la idea del enunciado, porque el estudio y entendimiento de las matemáticas, permiten agudizar el pensamiento del sujeto en cualquier área del conocimiento. En consecuencia, de lo expuesto

anteriormente, “F” afirma que las matemáticas también se utilizan en contextos diferentes a los espacios donde solo se estudia matemática.

Figura 3 Las matemáticas implican principalmente memorización y seguimiento de reglas.



Fuente: El Autor

En este enunciado, encontramos que todos los docentes participantes del trabajo de investigación, se encuentra en desacuerdo con el enunciado.

La profesora “Y” manifiesta estar en desacuerdo con el enunciado, porque piensa que las matemáticas no necesariamente se utilizan para seguir reglas, ni para memorizar algoritmos, de hecho, esta área del conocimiento requiere de la observación, el análisis y la interpretación para su funcionamiento.

Por otro lado, encontramos que la docente “L” presenta un desacuerdo con el enunciado, porque cree que las matemáticas tienen diferentes métodos para su interpretación y resolución de problemas, es decir, que un problema matemático tiene diferentes métodos de interpretación, pero con una única respuesta.

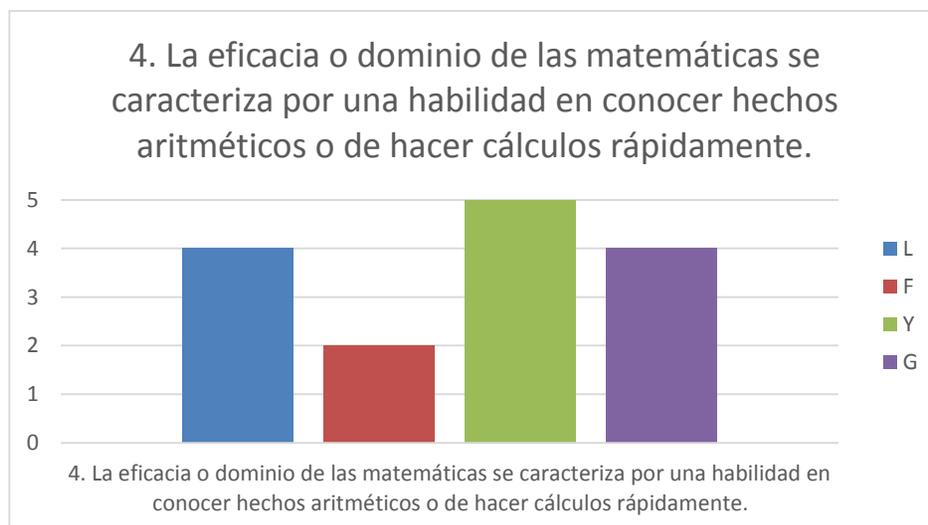
La docente “G”, presenta un desacuerdo en el enunciado, porque, piensa que puede existir una ausencia parcial de la memorización y de las reglas que supuestamente enmarcan a las matemáticas, y aun así, se puede llegar a la respuesta de un problema

matemático, gracias a la utilización de la lógica y del análisis. Es decir que las matemáticas no se conforman con la memorización de las reglas, para su óptimo funcionamiento.

Aunque, el docente “F” manifiesta estar totalmente en desacuerdo, y su argumento lo define de la siguiente forma:

F: estoy en desacuerdo totalmente, ya que uno se memoriza un texto de historia y sigue reglas de un libro de leyes (por tomar un ejemplo). Pero las matemáticas son una necesidad del ser humano y como tal existe en el contexto natural en el que vivimos y su uso es casi natural como el mismo lenguaje.

Figura 4 La eficacia o dominio de las matemáticas se caracteriza por una habilidad en conocer hechos aritméticos o de hacer cálculos rápidamente.



Fuente: El Autor

La mayoría de los docentes creen estar de acuerdo con el enunciado de la herramienta de extracción de información.

La profesora “L”, cree estar de acuerdo con el enunciado, porque piensa que realmente todas las áreas del conocimiento requieren de preconceptos, para la adquisición de mayores habilidades.

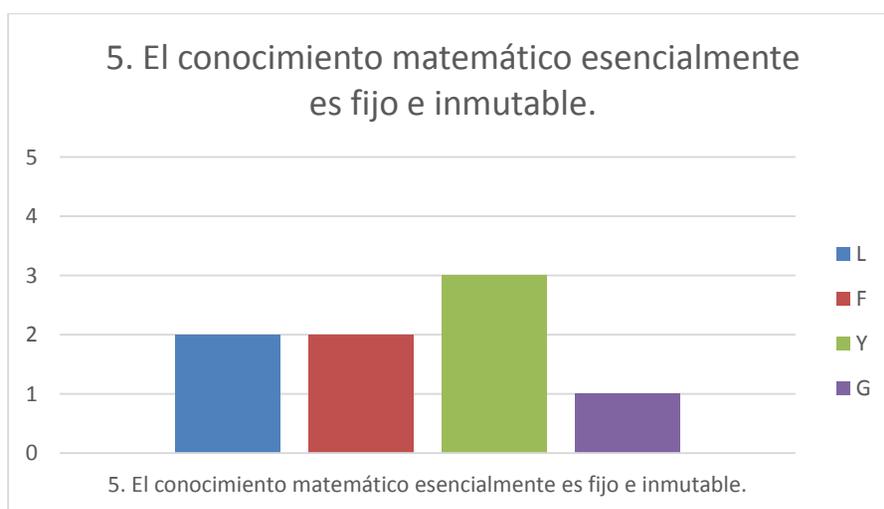
Por otro lado, encontramos que la docente “Y”, manifiesta estar totalmente de acuerdo con la afirmación del cuestionario, porque piensa que los saberes previos, son grandes bases para avanzar en el aprendizaje de las matemáticas, debido a la agilidad para responder los ejercicios planteados.

Aunque, la profesora “G”, cree estar de acuerdo con la afirmación del instrumento de extracción de información, porque piensa que la agilidad aritmética mejora el desarrollo de algoritmos matemáticos.

Por último, encontramos que el docente “F”, dice estar en desacuerdo con el enunciado, porque según él, realmente la falta de eficacia a la hora de entender las matemáticas, obedece al no entendimiento de su naturaleza, dicho en sus propias palabras sería de la siguiente forma.

F: no pongo en duda el conocimiento de hechos aritméticos y la habilidad de hacer cálculos nos hace más hábiles en dicha área, pero la falta de eficacia de las matemáticas para mí obedece al no entendimiento de su belleza y su gran necesidad en la vida.

Figura 5 El conocimiento matemático esencialmente es fijo e inmutable.



Fuente: El Autor

Las respuestas de los docentes en ejercicio, presentan diferentes posturas y alternativas para la solución a la afirmación de la herramienta de extracción de información, por lo tanto, se necesita realizar una descripción de la información que sea detallada y oportuna.

La profesora "L", se encuentra en desacuerdo con la afirmación del cuestionario, porque piensa que el conocimiento matemático no es fijo y mucho menos inmutable, debido a que, las matemáticas necesitan ser demostradas, calculadas y expresadas en el contexto.

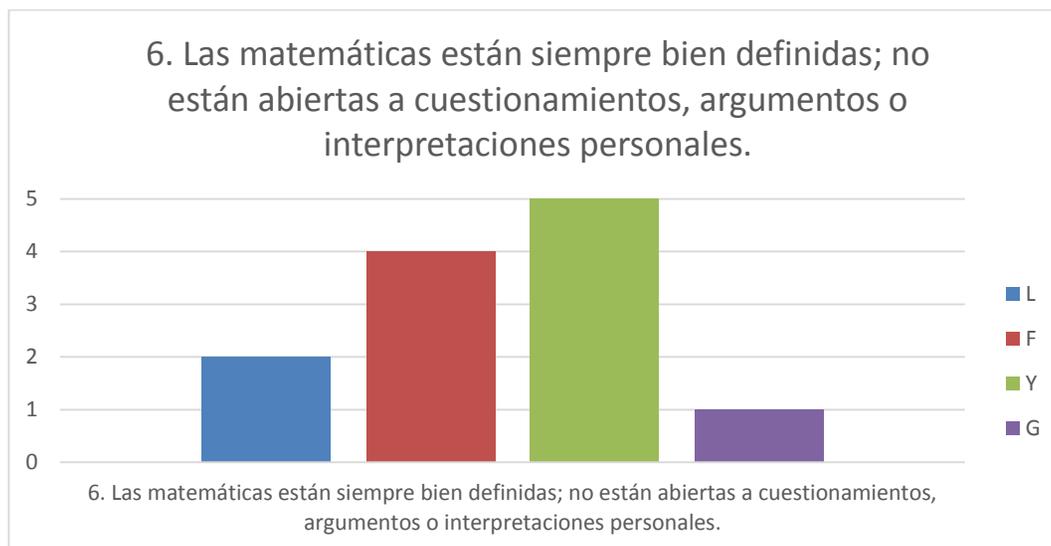
Por otro lado, tenemos al docente "F" y "F" piensa que realmente lo bonito de las matemáticas, es la libertad con la que se puede cuestionar la información del problema matemático, en otras palabras, lo anterior descrito quiere decir, que lo realmente bonito de las matemáticas son las diversas formas en la confrontación de la información, entre el sujeto y el problema.

Aunque "F" también piensa que fija e inmutable, es la historia, debido a que ella no se puede cambiarse.

Por otro lado, se encuentra que la profesora "G", presenta un total desacuerdo con el enunciado, porque, cree que las matemáticas se encuentran en el mismo nivel, en el que están ciencias, por tal motivo las matemáticas también se encuentran expuestas a cambios substanciales, y estos a su vez, mejoran y desarrollan el funcionamiento y el nivel académico de esta profesión.

Por último, encontramos a la docente "Y", "Y" cree estar en desacuerdo con el enunciado, porque piensa que el conocimiento matemático, puede durar largos periodos de tiempo inmutable, pero como el conocimiento matemático siempre está en proceso de estudio, pueden llegar a nacer nuevos saberes y nuevas estrategias para utilizar.

Figura 6 Las matemáticas están siempre bien definidas; no están abiertas a cuestionamientos, argumentos o interpretaciones personales.



Fuente: El Autor

En la descripción de este punto, se encuentra que:

La docente “L” manifiesta estar en desacuerdo con el enunciado de la herramienta de extracción de información, porque piensa que las matemáticas están abiertas al análisis, a los cuestionamientos, ha argumentos o interpretaciones personales, ya que, sin estas interpretaciones, no sería posible generar demostraciones, conjeturas, ni mucho menos contra-ejemplos.

Por otro lado, se encuentra que la profesora “Y” cree estar en un total acuerdo con el enunciado y sus argumentos los pueden contemplar a continuación.

Y: Totalmente de acuerdo con esta postura, ya que al mostrar un argumento o cuestionar algún pensamiento o conocimiento matemático, se ha de demostrar, el proceso por lo cual se obtienen evidencias del punto matemático al llegar.

Luego, la docente “G” manifiesta estar totalmente en desacuerdo con el enunciado de la herramienta de extracción de información, porque cree que gracias a los cuestionamientos que les pueden hacer a las matemáticas, se mejora el conocimiento

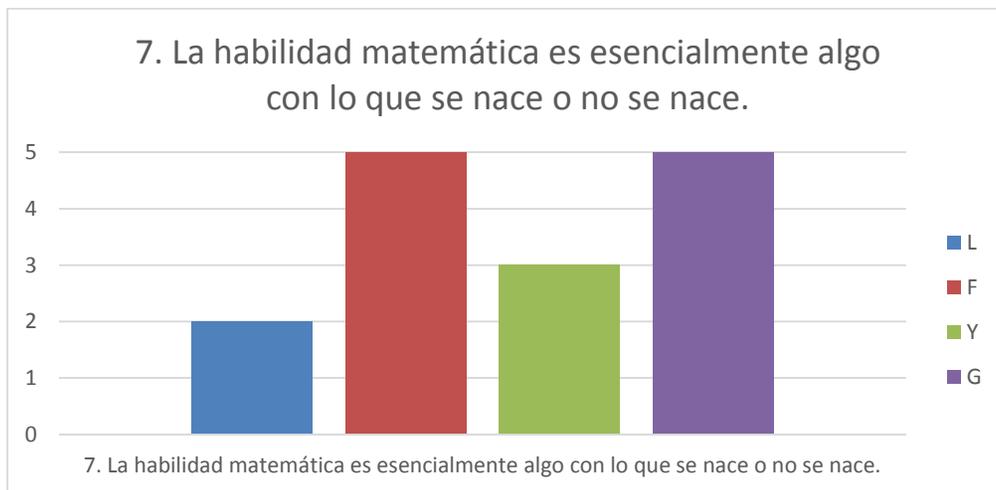
matemático, además, se encuentran nuevos conocimientos del pensamiento matemático.

Por último, encontramos al profesor “F”, “F” está de acuerdo con el enunciado, porque piensa que las matemáticas están bien definidas, por lo tanto, cualquier tipo de cuestionamiento o interpretación personal que un sujeto puede realizarle a las matemáticas, esta, será en la forma en cómo el sujeto afronta el problema, o en la forma en como el sujeto afronte la formula. Pero el cuestionamiento no es directo a la estructura descubierta de las matemáticas.

Dicho en sus propias palabras.

F: Estoy de acuerdo las matemáticas están bien definidas; si existe algún cuestionamiento o interpretación personal esta estará dada en las posibles fórmulas de afrontar o solucionar un problema más no de su estructura ya descubierta.

Figura 7 La habilidad matemática es esencialmente algo con lo que se nace o no se nace.



Fuente: El Autor

En el último enunciado encuentra que.

La profesora “L” se encuentra en desacuerdo con el enunciado, porque piensa que las habilidades matemáticas no necesariamente nacen con el sujeto. Las matemáticas se generan en las personas a través del gusto y de la práctica contextualizada.

Por otro lado, encontramos a la docente “Y”, que cree no encontrar una respuesta clara para este enunciado, por tal motivo su calificación o su asignación a la afirmación de la herramienta de extracción de información es neutral. Sin embargo, piensa que las habilidades matemáticas se encuentran más agudizadas, en las personas que son formadas con mayor disciplina y empeño para el adecuado aprendizaje de las matemáticas.

Aunque la docente “G” manifiesta estar de acuerdo con el enunciado, porque cree que realmente todos los sujetos nacemos con diferentes capacidades y cada uno la desarrolla a su propio ritmo y sus propias necesidades, por consiguiente con el transcurso de los días y del tiempo cada persona desarrolla las respectivas habilidades que contienen las matemáticas.

Para culminar, la descripción de la información recolectada a partir de una adecuada herramienta de extracción de información.

Encontramos que el profesor “F”, cree estar en total desacuerdo con el enunciado, porque piensa que realmente las matemáticas son como cualquier área del conocimiento, por tal motivo pueden ser aprendidas y dominadas por el hombre, siempre y cuando se aplique la disciplina o se logre despertar un amor inexplicable hacia el área de las matemáticas.

6.1.2 Descripción de la segunda herramienta de extracción de información. CUESTIONARIO UTILIZADO POR PABLO FLORES, EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, CONCEPCIONES Y CREENCIAS DE LOS FUTUROS PROFESORES SOBRE LAS MATEMÁTICAS, SU ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.

Gracias a la aplicación de la segunda encuesta, se logran identificar algunos aspectos que estuvieron ausentes en la primera herramienta de extracción de información y que

lógicamente se necesitan para la asignación de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, además para contrastar y verificar que las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático de los profesores en ejercicio de matemáticas, efectivamente estén quedando al descubierto, tal y como está planteado en la metodología del trabajo de investigación.

Es importante reconocer que el segundo cuestionario, está diseñado con diez preguntas abiertas. Estas preguntas deben ser solucionadas por los docentes pertenecientes al grupo de investigación de forma consiente y con información verídica de sus propios pensamientos, esto, para identificar y plasmar las ideas, pensamientos, creencias y concepciones del conocimiento matemático.

La segunda herramienta de extracción de información que se aplicó, es la misma que utilizo pablo flores (1998) en su trabajo de investigación titulado; Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre las Matemáticas, su Enseñanza y Aprendizaje, además, también la utilizo Gerardo Patiño (2014) en su trabajo de investigación titulado; Caracterización de las Concepciones de Naturaleza del Conocimiento Matemático en Estudiantes de la Institución Educativa José Celestino Mutis, por consiguiente Heidy Rojas Palacios (2015), también utilizo el mismo instrumento para construir su trabajo de investigación titulado; Incidencia de una Secuencia Didáctica Basada en un Tópico de la Historia de la Matemática sobre el Conocimiento Matemático y la Resolución de Problemas en Estudiantes del grado Quinto de Básica Primaria.

En este sentido, el segundo cuestionario, se encuentra validado y aceptado por las diferentes las personas que lo utilizaron durante sus respectivas investigaciones.

Posteriormente paso a realizar la respectiva descripción de la información extraída de los docentes en ejercicio.

1. ¿Cómo se llega al conocimiento matemático?

“G” piensa que el conocimiento matemático nace a partir de la necesidad de darle respuestas a un fenómeno natural, por ejemplo, uno de estos fenómenos es, saber cuántas partes de una torta le corresponde a cierta cantidad de personas.

Por otro lado, “Y” piensa que el conocimiento matemático llega al sujeto por medio del descubrimiento de la perfección que tiene el universo, sin embargo, es importante mencionar que este descubrimiento se materializa gracias a la interpretación del sujeto y a la ejecución de los razonamientos matemáticos que permitan potencializar la curiosidad hacia el descubrimiento.

Aunque, “F”, piensa que el conocimiento matemático llega al hombre, por la necesidad que la naturaleza le crea al sujeto de forma natural. Por tal motivo.

“F” cree que el nómada, llegó a relacionar la cantidad de peces que tenían preparados para la cena, con el número de integrantes que iban a participar de esta. Es decir que este tipo de pensamientos le abre las puertas al conocimiento matemático.

Y por último, la docente “L” piensa que el conocimiento matemático llega al hombre, por medio de la experimentación, la observación, la fundamentación, la axiología y el análisis.

2. ¿Cómo se generan los conocimientos matemáticos?

“G” piensa que realmente el conocimiento matemático se genera a raíz de las dudas o de las inquietudes que nacen en el sujeto, por medio de las observaciones que hace el hombre, a los fenómenos naturales a los que está expuesto.

Aunque “F”, cree que la forma en que el conocimiento matemático se genera en el sujeto, es de diversa índole, es decir, que el conocimiento matemático es adquirido de diversas formas, pero este molde o este estado al que llega el hombre, por medio de la adquisición del conocimiento matemático, ya existe de manera natural.

Pero, “L” piensa que el conocimiento matemático se genera en el sujeto a través de la estimulación, de la persuasión, del amor que se genere hacia el área y sobre todo al reconocimiento de la importancia de las matemáticas, a través de los descubrimientos de la historia.

Y por último tenemos a la profesora “Y”, la profesora en ejercicio y perteneciente al grupo de investigación, piensa que el conocimiento matemático se genera por medio del interés que tiene la persona en querer indagar y descubrir conceptos adecuados y exactos.

3. ¿Cómo se caracteriza el conocimiento matemático?

“Y” piensa que el conocimiento matemático se caracteriza por tener unas posibles soluciones para un determinado fin, pero hay que tener en cuenta que solo existe una única respuesta.

“L” cree que el conocimiento matemático se caracteriza a partir de unos procesos de comunicación y de razonamiento, que sirven para llegar a una resolución específica, es decir, que se genera todo un plan que permite afianzar el conocimiento matemático en todos sus pensamientos (pensamiento métrico, pensamiento geométrico, pensamiento aleatorio y pensamiento variacional).

Pero, “F” piensa que el conocimiento matemático se caracteriza por ser un conocimiento de origen lógico, por lo tanto, es un conocimiento naturalmente necesario.

Mientras tanto, “G” cree que el conocimiento matemático se caracteriza por cumplir una serie de razonamientos, tanto lógicos como intuitivos, a través de axiomas, demostraciones, enunciados, entre otros.

4. ¿Qué son los conceptos matemáticos?

La docente “Y” piensa que los conceptos matemáticos son las explicaciones que se les otorgan a las palabras matemáticas, para poder entender el lenguaje matemático y así interpretar con mayor facilidad y amplitud el cuerpo matemático.

Por cierto, la profesora “L” cree que los conceptos matemáticos son estructuraciones que definen el quehacer matemático y efectúan las bases para el desarrollo matemático.

Por otro lado, “F” cree que los conceptos matemáticos son aquellos conjuntos de conocimiento derivados de las diferentes corrientes filosóficas, además este tipo de conocimiento sustenta y sostiene las bases del conocimiento matemático.

Mientras que “G” piensa que los conceptos matemáticos son las respuestas de los fenómenos que se presentan en la vida del ser humano o a los cuales el hombre ha estado sometido.

5. ¿Qué relación tienen los conocimientos matemáticos con la naturaleza?

La docente “G” piensa que la relación del conocimiento matemático con la naturaleza, está en las respuestas que generan las matemáticas para explicar la naturaleza.

Mientras que, el profesor “F” piensa que tanto el conocimiento matemático como la naturaleza se ayudan mutuamente, por tal motivo, manifiesta que el tipo de respuesta que se formuló en el cuestionario, es muy fácil de responder, en otras palabras, lo que el profesor “F” quiere manifestar en su respuesta es que la naturaleza necesita las matemáticas para poder ser explicada.

Por otro lado, tenemos a la profesora “L” que piensa que la relación entre el conocimiento matemático y la naturaleza, se comenzó a gestar a partir de las manifestaciones que hacia la naturaleza al ser humano, por tal motivo, el hombre cuantifico cada una sus expresiones espontaneas que ésta hacía en el entorno del ser humano, es decir, que desde ese momento comienza la estrecha relación que tiene el conocimiento matemático y la naturaleza.

Aunque, “Y” cree que la relación de la naturaleza con el conocimiento matemático es muy fuerte, porque, las matemáticas no pueden existir sin un cuerpo que se tenga que estudiar y además, que este en procesos de evolución.

6. ¿Para qué sirven las matemáticas?

Según la profesara “Y”, las matemáticas sirven para interpretar, crear, diseñar, valorar, determinar, analizar y relacionar el mundo que nos rodea.

Pero, “L” piensa que las matemáticas sirven para interpretar situaciones generalizadas, además, para codificar, sistematizar los modelos y transversalizar la relación que tienen los campos científicos y humanistas.

Aunque “F” cree que las matemáticas son una creación divina, es decir, que las matemáticas son creadas por un Dios, para que los seres humanos entiendan la creación de la tierra, además, piensa que las matemáticas son un conjunto de conocimientos y de herramientas que utiliza el hombre para poder evolucionar.

Por otro lado, “G” dice que las matemáticas sirven para describir los fenómenos naturales, además piensa que las matemáticas también sirven para brindar soluciones a problemas que aparecen durante la historia del ser humano.

7. ¿Por qué cree usted que son verdaderos los conocimientos matemáticos?

Realmente “Y” piensa que los conocimientos matemáticos son verdaderos porque, este tipo de conocimiento es exacto, respecto a lo que interpretan y determinan.

Pero, “G” manifiesta que los conocimientos matemáticos no son totalmente verdaderos, porque realmente cada autor responde por medio de un conocimiento limitado, es decir que cada autor responde dependiendo del tipo de conocimiento que domine realmente.

Aunque, “F” piensa que los conocimientos matemáticos son verdaderos porque gracias a ellos se obtienen soluciones a problemas cotidianos.

Y por último, tenemos la postura de la profesora “L”, “L” piensa que el conocimiento matemático es verdadero, porque este tipo de conocimiento por lo general es demostrable, y como todo proceso demostrable en la ciencias toma cierto validez.

8. ¿Cómo se valida el conocimiento matemático?

“L” y “Y” piensan que el conocimiento matemático se valida a partir del proceso de demostración y/o comprobación

Aunque, “G” cree que realmente la validez del conocimiento matemático está presente cuando usamos varias formas de interpretar un fenómeno matemático, y por más caminos que encontremos para su interpretación, el resultado sigue siendo el mismo.

Pero, “F” determina que la validez del conocimiento matemático se debe a la efectividad de encontrar soluciones a problemas que se presentan de manera constante dentro del ámbito matemático.

9. ¿Quién establece la validez del conocimiento matemático?

La docente participante del grupo de investigación, determina que la validez del conocimiento matemático lo determina cualquier persona que esté interesada en descubrir los problemas matemáticos o interrogantes que se generen desde la matemática, aunque “G” piensa que la validez de éste tipo de conocimiento, se viene dando desde los griegos.

Por otro lado, tenemos la docente “Y”. Ella piensa, que el conocimiento matemático es validado por personas capaces de comprobar el funcionamiento de cualquier teoría dentro de las matemáticas.

Aunque “L”, cree que la validez del conocimiento matemático, la genera un efectivo razonamiento y una buena aplicación de los diferentes métodos que generan conceptos matemáticos.

Por último tenemos el pensamiento del docente “F”, es decir que “F”, cree que todas las personas validan el conocimiento matemático porque hacemos uso directamente de él.

10. ¿Qué es saber matemáticas?

Según el docente “F” piensa que saber matemáticas, significa solucionar de manera adecuada y efectiva los problemas que se presentan por medio de los saberes matemáticos.

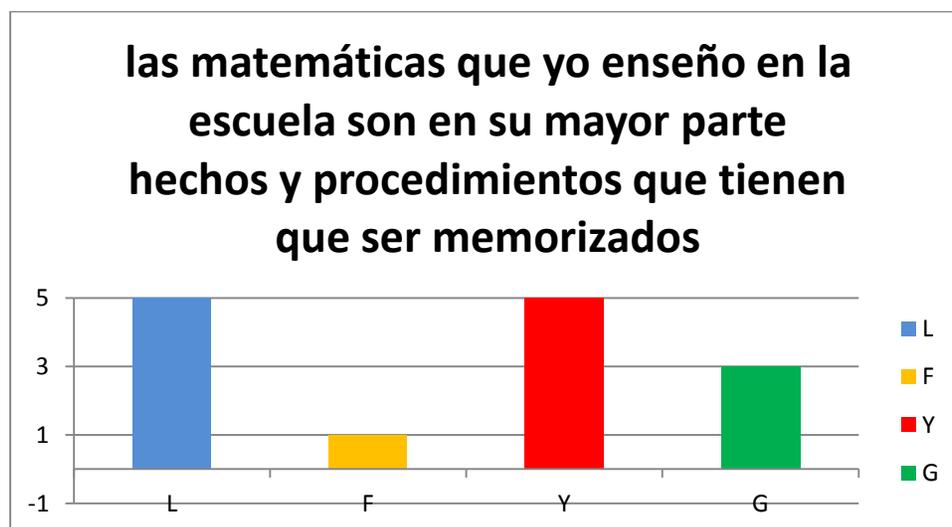
Por otro lado, encontramos que “G” piensa que saber matemáticas es ser capaz de solucionar situaciones que requieran estrictamente de algún tipo de operación o razonamiento matemático.

Aunque “L” dice que saber matemáticas, realmente es saber interpretar, saber preguntar y saber analizar las situaciones que conlleven a construir distintos caminos sin importar la respuesta.

Por último, encontramos que la docente “Y”, piensa que saber matemáticas es tener en cuenta el conocimiento matemático por medio del lenguaje matemático, para llegar a interpretaciones y análisis de un universo en evolución.

6.1.3 Descripción de la tercera herramienta de extracción de información: cuestionario construido por Alan Schoenfeld (1984).

Figura 8 Las matemáticas que yo enseñé en la escuela son en su mayor parte hechos y procedimientos que tienen que ser memorizados.



Fuente: El Autor

Esta herramienta de extracción de información, me permite decir que la profesora “L” presenta un total acuerdo con el primer enunciado, porque piensa que realmente las

matemáticas están vistas como procedimientos memorísticos, por lo tanto, su enseñanza es vista como una transferencia de algoritmos.

Por otro lado, tenemos que el profesor “F” está en total desacuerdo con el enunciado, porque piensa que realmente las matemáticas, no son procedimientos memorizados, más bien son procesos lógicos y razonables.

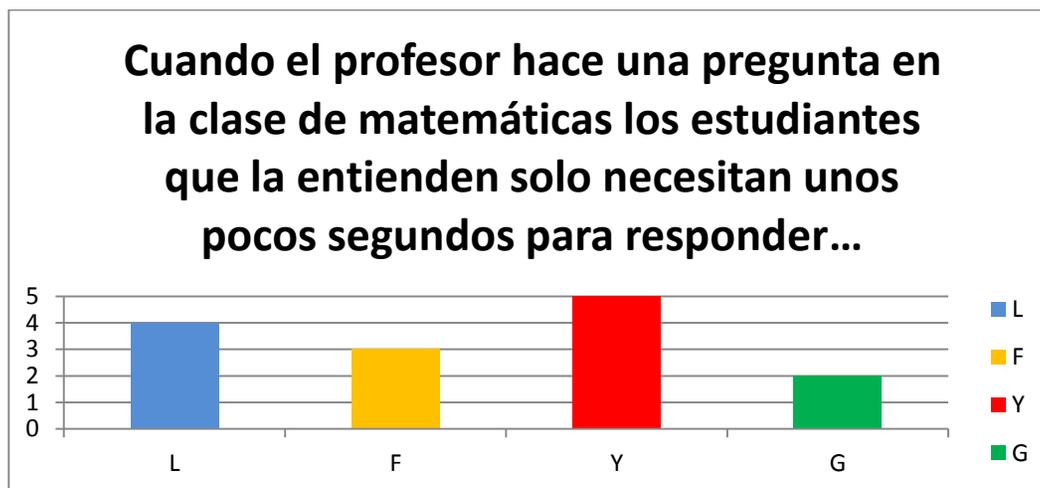
Aunque, la profesora “Y” piensa que está totalmente de acuerdo con la afirmación, porque cree que realmente los procesos matemáticos que aprendió en la escuela son única y exclusivamente memorísticos.

Por último, se tiene que la docente “G”, no tiene una posición clara en este enunciado, por lo tanto, tiene una postura neutral en esta afirmación. Aunque la profesora en formación, piensa que las matemáticas requieren de la capacidad lógica e interpretativa que contiene el sujeto y también de su capacidad memorística.

Citando las palabras utilizadas por la profesora.

G: Escojo esta posición porque, así como es necesaria la parte lógica de nuestro cerebro también lo es la parte memorística, entonces, al igual que en otras asignaturas, en las matemáticas existen muchos conceptos que se deben aprender de memoria porque estos serán usados en próximos temas del plan de área.

Figura 9 Cuando el profesor hace una pregunta en la clase de matemáticas los estudiantes que la entienden solo necesitan unos pocos segundos para responderla.



Fuente: El Autor

Los profesores en formación inicial de matemáticas piensan que:

La docente “L” manifiesta estar de acuerdo con el enunciado, porque cuando los docentes realizan un adecuado proceso de enseñanza, es muy factible que los estudiantes respondan de inmediato a las preguntas hechas por el docente encargado de acompañar los estudiantes en su formación.

Por otro lado, el docente “F” manifiesta estar en una posición neutral en este enunciado, esto, porque piensa que realmente cada estudiante estudia las matemáticas escolares con diferente entusiasmo, con diferente disponibilidad y con diferente disciplina.

Por otro lado, encontramos la docente “Y”. Ella está totalmente de acuerdo con el enunciado porque realmente piensa que cuando el estudiante comprende cualquier tema o cualquier temática dentro del área de matemáticas, al estudiante se le facilita responder cualquier tipo de pregunta.

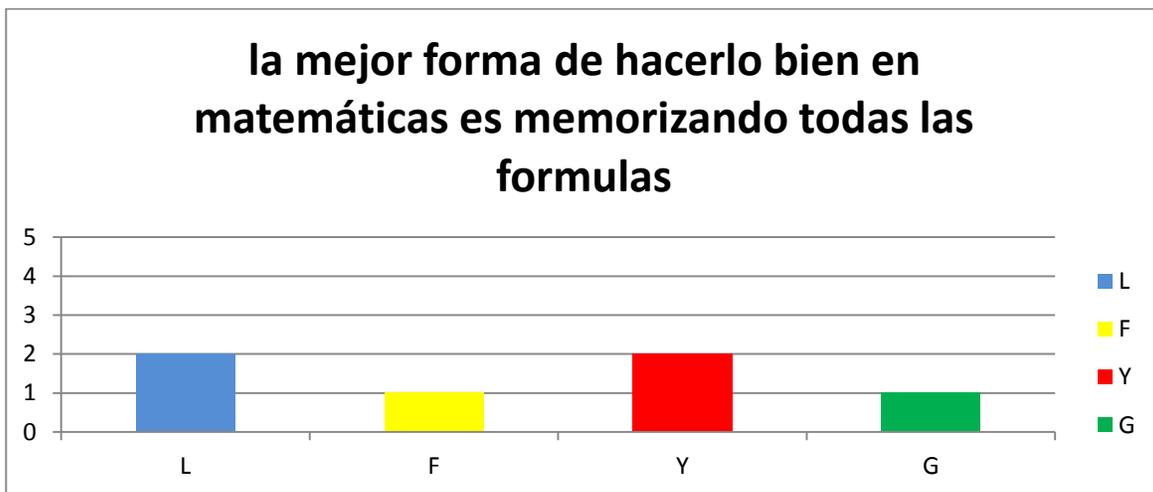
Por último, se tiene que la docente “G”, realmente se encuentra en desacuerdo con el enunciado de la herramienta de extracción de información, porque piensa que el procesamiento y la codificación de la información dentro de un sujeto, requieren de

tiempo para su adecuado aprendizaje, por lo tanto, los estudiantes no son máquinas que reciben información, y automáticamente encuentran una solución adecuada al problema planteado, como si fuera una receta de cocina.

A continuación, se encuentra la explicación de su posición a este enunciado.

G: No estoy de acuerdo con esta proposición porque si un estudiante entiende un tema en especial no significa que se convirtió en una maquina procesadora de información que solo requiere unos segundos para dar respuestas, un estudiante que haya entendido necesita tiempo para procesar las respuestas que va a dar al público.

Figura 10 La mejor forma de hacerlo bien en matemáticas es memorizando todas las formulas.



Fuente: El Autor

La docente "L" está en desacuerdo con el enunciado, porque realmente piensa que los procesos matemáticos no siempre requieren de fórmulas, por lo tanto, no siempre se requiere de la memoria, por lo cual, la lógica y otras formas de análisis hacen posible determinar la solución del problema matemático.

Aunque, el profesor “F” manifiesta estar totalmente en desacuerdo con el enunciado, porque realmente para entender las matemáticas, se requiere única y exclusivamente de entender el motivo de cada uno de sus procedimientos.

Dicho en sus propias palabras, lo expresa de la siguiente forma.

F: la mejor forma de hacerlo en matemáticas es entendiendo el porqué de cada proceso o formula, ello conlleva a un aprendizaje significativo.

Por otro lado, tenemos a la educadora “Y” en desacuerdo con el enunciado, porque manifiesta que, no necesariamente la memorización de procesos matemáticos hace posible una adecuada formación, ya que cada persona realmente maneja y domina su ritmo y formas de aprender.

Por último, se tiene que la profesora “G”, está totalmente en desacuerdo con el enunciado del cuestionario, porque piensa que la forma de hacerlo bien en matemáticas requiere de análisis, lógica y de la memoria, es decir que únicamente con la capacidad que tiene el sujeto o el estudiante para memorizar procesos dentro del área de matemáticas, no es suficiente, para aprender y entender las matemáticas.

Figura 11 La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es ayudarme a pensar más claramente en general.



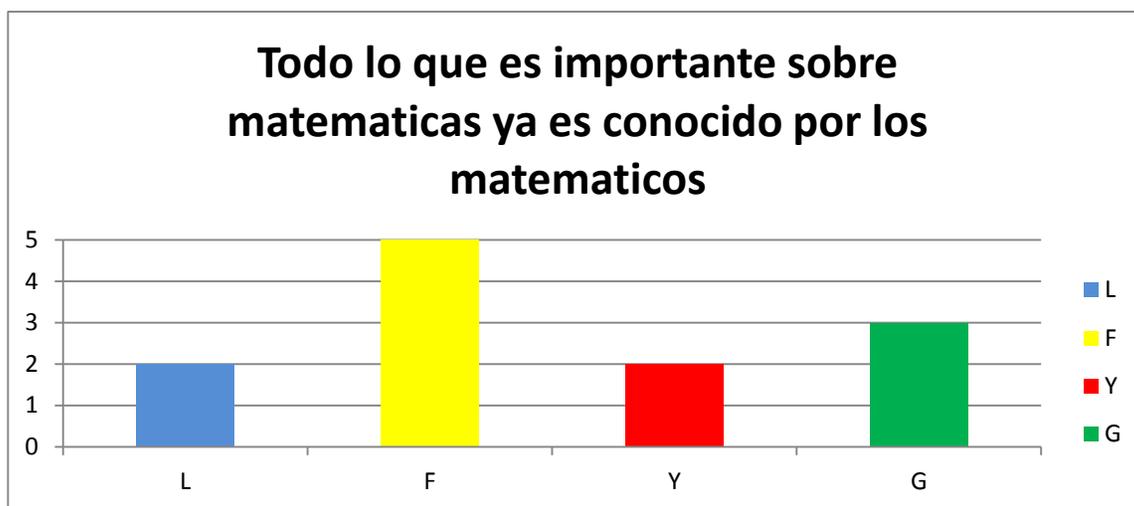
Fuente: El Autor

La docente “L” piensa que realmente no tiene una respuesta clara y convincente para responder este punto, por lo cual asume una posición neutral en este enunciado, aunque ella considera que las matemáticas son sumamente importantes para el desarrollo y organización del entorno, aunque también se debe descubrir el gusto a las matemáticas, porque de lo contrario no le encontraría la importancia que tienen las matemáticas.

Por otra parte, tenemos que el profesor “F” se encuentra en total desacuerdo con el enunciado, porque cree que eso, es un proceso que se da por medio del entendimiento de esta área, por consiguiente, se agudizan los sentidos e incluso los instintos se tornan de forma mucho más lógica.

Por otro lado, se encuentra que la docente “Y” piensa que está de acuerdo con el enunciado cuatro, porque realmente la vida es dirigida de procesos exactos.

Figura 12 Todo lo que es importante en matemáticas ya es conocido por los matemáticos.



Fuente: El Autor

En este enunciado, se encuentra que la profesora “L”, piensa que este punto no satisface sus creencias, por tal motivo, está en desacuerdo con el enunciado, porque piensa que el conocimiento matemático es infinito, por lo tanto, no todo está descubierto ni es conocido dentro del conocimiento matemático.

Aunque, el docente “F” cree estar totalmente de acuerdo del enunciado, porque piensa que no toda la matemática existente, en sus propias palabras, queda de la siguiente forma su explicación.

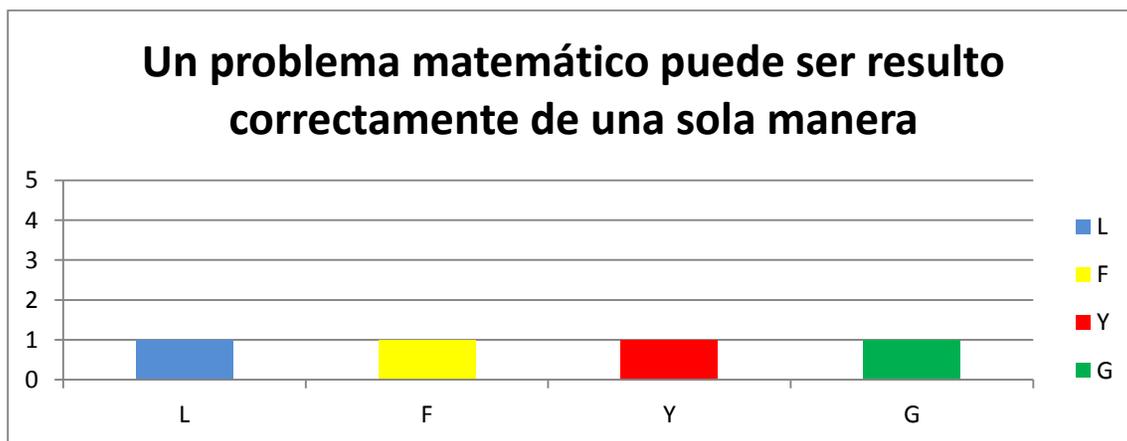
F: no, no toda la matemática existe, porque aún es descubierta; ¿Qué tal la cuadratura de un círculo? ¿O la trisección en partes iguales de un Angulo x ?

Por otro lado, encontramos a la profesora “Y”, ella manifiesta estar de acuerdo con el enunciado porque dice que faltan muchos avances dentro de la naturaleza, que van evolucionando con el pasar del tiempo.

Por último, se tiene que la profesora “G”, piensa que está de acuerdo con el enunciado, pero en su explicación manifiesta lo contrario, veamos la explicación que nos ofrece, a partir del uso de sus propias palabras.

G: Escogí esta posición porque existen muchos procedimientos que los estudiantes usan mediante procesos lógicos de cada persona y son válidos, y no necesariamente deben ser conocidos por matemáticos.

Figura 13 Un problema matemático puede ser solucionado correctamente de una sola manera



Fuente: El Autor

En este punto, encontramos que la profesora “L”, piensa que realmente existen diversas formas para solucionar correctamente un problema matemático, es decir que se

encuentra en total desacuerdo con el enunciado que se plantea, porque cree que las matemáticas no solo se comprenden por medio de procedimientos, sino que también intervienen procesos de la lógica y la capacidad interpretativa que posee el sujeto, por lo tanto, un problema matemático se puede solucionar de varias formas.

Por otro lado, encontramos que el profesor “F” se encuentra totalmente de acuerdo con el enunciado, porque piensa que realmente lo interesante de las matemáticas, son las diferentes formas de solucionar los problemas matemáticos.

Contando lo anteriormente descrito por el docente en formación, queda de la siguiente forma.

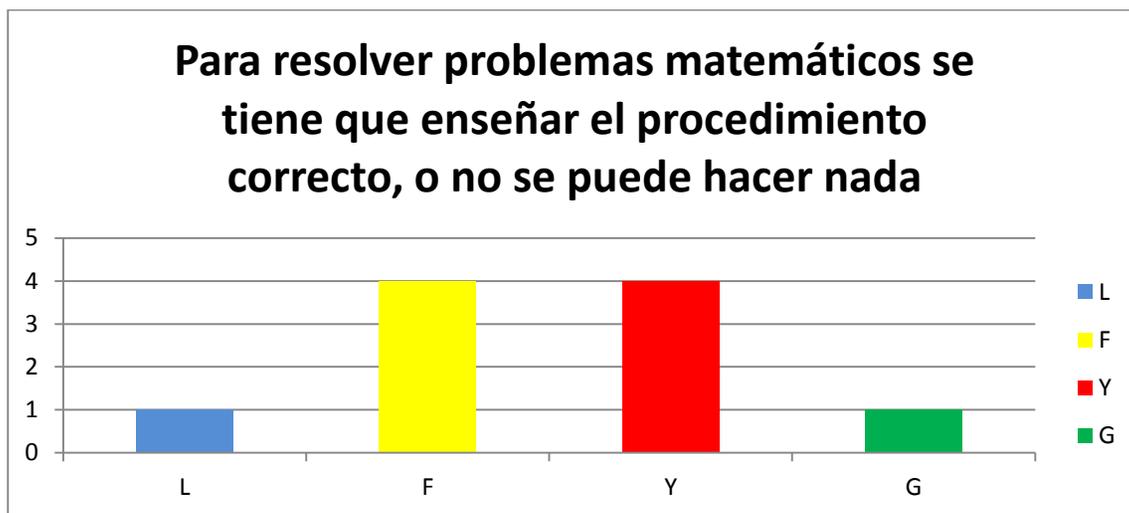
F: no, lo realmente interesante de las matemáticas son las diferentes formas de solucionar un problema. De una sola manera es la historia, por ejemplo, el 12 de octubre de 1942 colón llega a tierras americanas, ello es así, solo de esa manera, no hay forma de cambiarla.

Aunque, la docente “Y” piensa que existen diferentes métodos para llegar a una solución precisa. Es decir, que de forma consiente la profesora se encuentra en desacuerdo con el enunciado que tiene la herramienta de extracción de información.

Por último, la profesora “G”, piensa que existen diferentes formas de solucionar problemas matemáticos, ella explica su posición por medio del siguiente ejemplo, el sistema de ecuaciones lineales, se puede solucionar por los métodos de: reducción, sustitución, igualación, método grafico o determinantes.

Es decir, que la docente se encuentra en total desacuerdo con el enunciado de la herramienta de extracción de información.

Figura 14 Para resolver problemas matemáticos se tiene que enseñar el procedimiento correcto, o no se puede hacer nada.



Fuente: El Autor

La profesora "L" manifiesta estar totalmente en desacuerdo con el enunciado porque, piensa que las matemáticas son tan aplicables que contiene miles de caminos para solucionar los diversos problemas matemáticos.

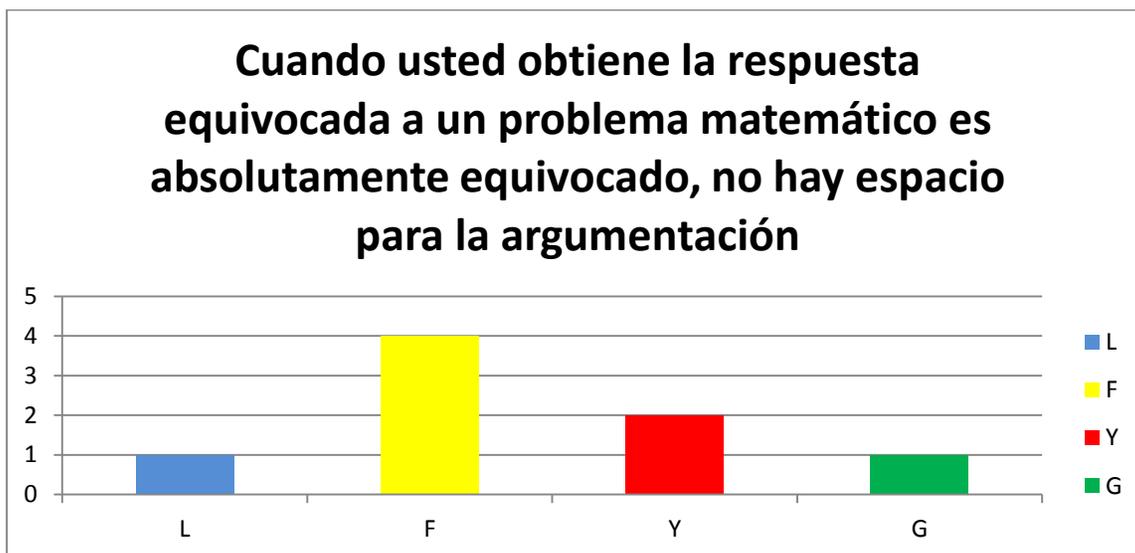
Por otro lado, encontramos que el docente "F" está en desacuerdo con el enunciado, porque tenemos que enseñar el procedimiento correcto.

Aunque, la profesora "Y", cree que para resolver problemas matemáticos se tiene que enseñar el procedimiento correcto, porque no todos los estudiantes, aprenden con la misma facilidad, y no todos los estudiantes tienen la misma agilidad, por tal motivo, esta afirmación puede variar, dependiendo de las capacidades que contenga el estudiante.

Por último, se encuentra que la docente "G", está en total desacuerdo con el enunciado, porque piensa que realmente a partir de los errores, se logran los adecuados aprendizajes. Veamos la explicación, citando sus propias palabras.

G: En muchos casos de la vida, los seres humanos aprendemos de los errores, es por esto que, debemos usar en el aula de clase este método para que los estudiantes noten donde es la falla y así puedan corregir por sus propios medios y aprendan de manera significativa.

Figura 15 Cuando usted obtiene la respuesta equivocada a un problema matemático es absolutamente equivocado. (No hay espacio para la argumentación.)



Fuente: El Autor

En este enunciado de la herramienta de extracción de información, se encuentra que los docentes en formación inicial de matemáticas tienen las siguientes posturas.

La docente “L” piensa que la visión y la interpretación de los problemas matemáticos son procesos personales, por consiguiente, es importante escuchar el análisis y la argumentación que el estudiante le hace a su desarrollo. En este sentido, la docente manifiesta que se encuentra en total desacuerdo con el enunciado.

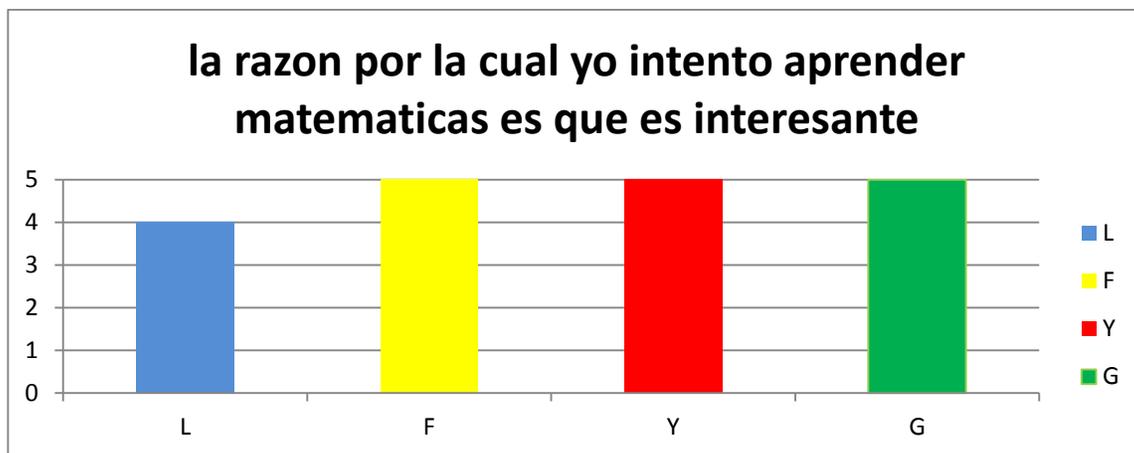
Aunque, el docente “F” piensa que se encuentra de acuerdo con el enunciado y además, señala que es un error del estudiante, contradecir al docente cuando esto sucede.

Por otro lado, se tiene que la docente “Y”, piensa que realmente es muy importante tener el desarrollo mental que hace normalmente el estudiante y entender, y escuchar las diversas argumentaciones que da el alumno en su escrito matemático.

Por último, se tiene que la profesora “G”, piensa que los errores son oportunidades que fortalecen el aprendizaje, por lo tanto, los errores van ligados al aprendizaje significativo.

Por esta razón, la docente en formación de matemáticas, presenta un total desacuerdo con este punto de la herramienta de extracción de información.

Figura 16 La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es que es interesante



Fuente: El Autor

La docente “L” piensa que realmente el área de matemáticas es muy interesante, por tal motivo, manifiesta estar de acuerdo con el enunciado, ya que dice tener cierta apatía con el descubrimiento del mundo abstracto de las matemáticas.

Aunque, el profesor “F” se encuentra totalmente de acuerdo con el enunciado, porque le interesa mucho el comportamiento de las matemáticas.

Por otro lado, se encuentra que la profesora “Y”, manifiesta estar totalmente de acuerdo con el enunciado, porque le interesa la exactitud del universo que la rodea.

Por último, se tiene que la docente “G”, está totalmente de acuerdo con el enunciado, porque piensa que el aprendizaje de las matemáticas con llevan a entender nuevos mundos.

6.2 CONCEPCIONES DE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO DE LOS PROFESORES EN EJERCICIO DE MATEMÁTICAS, A PARTIR DE LAS HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN

6.2.1 Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesor Y

Tabla 3 Clasificación de concepciones profesor Y

PROFESORA Y	CONCEPCIÓN EMPÍRICA	CONCEPCIÓN		CONSTRUCTIVISTA
		FORMALISTA DE LA MATEMÁTICA	CONCEPCIÓN ABSOLUTISTA	
ONTOLOGICA	Relación de la matemática con la realidad está mediada por procesos de relación experimentalista entre la matemática y la realidad. (Observación hasta análisis).	La matemática se estructura en función del estudio de la mente humana. Define los conceptos matemáticos en función de su expresión y sentido lingüístico en el universo semántico de las matemáticas con el objeto de proveer solo explicaciones.	Los resultados de las matemáticas son únicos.	
	Los objetos matemáticos se descubren independiente del sujeto cognoscente	Y los descubre a través de los procesos empíricos y los razonamientos.	Periodos inmutables y el cambio del cambio lineal y en progresión	Importancia de las preconcepciones

Fuente: El Autor

6.2.2 Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesor F

Tabla 4 Clasificación de concepciones profesor F

PROFESOR F	CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA – SOCIAL	CONCEPCIÓN LOGICISTA	CONCEPCIÓN ABSOLUTISTA	CONCEPCIÓN PLATÓNICA.
ONTOLOGÍA	La naturaleza del conocimiento matemático está en función de su valor social y de su potencial integrador con otros tipos de conocimiento. El conocimiento matemático se encuentra integrado a la naturaleza humana, como sucede con el lenguaje.	La estructura del conocimiento matemático responde a procesos lógicos, con la condición de tener alguna relación con lo natural.		
GNOSEOLOGÍA	Basa su concepción de conocer sobre la utilidad del conocimiento matemático en el entendimiento de lo natural. El conocimiento matemático se aprende de diferente manera, es de diferente naturaleza.		La matemática es inmutable.	A pesar que se tiene un marco indicador de diversidad de maneras de conocer el conocimiento matemáticos – fuerza divina.

Fuente: El Autor

6.2.3 Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesora L

Tabla 5 Clasificación de concepciones profesor L

PROFESOR A L	CONCEPCIÓN				
	CONCEPCIÓN FORMALISTA DE LA MATEMÁTICA	CONCEPCIÓN ABSOLUTISTA	CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA	CONCEPCIÓN EMPÍRICA	CONCEPCIÓN LOGICISTA
ONTOLOGÍA	Denomina las matemáticas como un lenguaje. Los conceptos matemáticos son estructuras que definen el que hacer matemático. Las matemáticas son vistas como un proceso memorístico.	Las matemáticas tienen diferentes métodos para llegar a la solución, pero las matemáticas solo tienen una única solución, es decir, los resultados matemáticos son únicos.			
		Las matemáticas tienen diferentes formas para solucionar los problemas	Los preconceptos son importantes dentro del conocimiento matemático. El conocimiento matemático se	El conocimiento matemático llega al hombre, por medio de la experimentación, la observación, la fundamentación	Es importante tener habilidades lógicas, porque no siempre dentro de
GNOSEOLOGÍA					

PROFESOR A L	CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
	FORMALISTA DE LA MATEMÁTICA	ABSOLUTISTA	CONSTRUCTIVISTA	EMPÍRICA	LOGICISTA
		matemáticos	genera en el sujeto a través de la estimulación, de la persuasión, del amor que se genere hacia el área y sobre todo al reconocimiento de la importancia de las matemáticas, a través de los descubrimientos de la historia.	, la axiología y el análisis.	las matemáticas se utilizan formulas

Fuente: El Autor

6.2.4 Concepción de la naturaleza del conocimiento matemático del profesora H.

Tabla 6 Clasificación de concepciones profesora H

Profesora H	CONCEPCIÓN LOGICISTA	CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA – SOCIAL	CONCEPCIÓN ABSOLUTISTA	CONCEPCIÓN EMPÍRICA
ONTOLOGÍA	Para adquirir buenas habilidades dentro de las matemáticas, se	Las matemáticas son una forma de pensar, conjunto conocimientos.	no son una forma de un conjunto de	Algunas partes de la matemática, deben ser aprendidas de

Profesora H	CONCEPCIÓN LOGICISTA	CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA – SOCIAL	CONCEPCIÓN ABSOLUTISTA	CONCEPCIÓN EMPÍRICA
	<p>requiere de capacidades lógicas.</p> <p>El conocimiento matemático se caracteriza por cumplir una serie de razonamientos, tanto lógicos como intuitivos, a través de axiomas, demostraciones, enunciados, entre otros.</p>	<p>Las matemáticas son un estilo de vida.</p>	<p>memoria, porque estos conceptos deben utilizarse en próximos temas.</p>	
GNOSEOLÓGICA				<p>La matemática nace a partir de las observaciones que le hace hombre a los fenómenos naturales</p>

Fuente: El Autor

6.3 SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTEMOLÓGICA.

Tabla 7 Secuencia didáctica

TÍTULO Modelización en la Ciencia	Nº SESIONES	4
<p>JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen).</p> <p>La práctica científica desde la perspectiva cognitivista de ciencia se entiende como la actividad de construcción, prueba y revisión de modelos (Giere, 1991, Duschl et al., 2008). Los modelos pueden representar estructuras teóricas (abstractas/conceptuales), ideas que constituyen aspectos inaccesibles a la observación directa de ciertas propiedades o características de los fenómenos. De igual forma, los modelos son considerados como valiosas herramientas de representación que permiten comunicar los presupuestos teóricos, conceptuales, metodológicos de una determinada actividad científica. La construcción de modelos (modelización), la argumentación (defensa de explicaciones a la luz de las evidencias) y la comunicación (como prácticas usuales de escribir, leer y hablar en la ciencia) se han precisado como los proceso básicos de producción de conocimiento científico y fundamentales en para la ciencia escolar (Jiménez et al., 2013).</p>	NIVEL/ETAPA	Profesores en formación y ejercicio en matemáticas
RELACIÓN CON EL CURRÍCULO	ÁREA	Pedagógicas
	BLOQUE	Didácticas

específicas

COMPETENCIA(S) BÁSICA(S):

- Modelar fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico, y la evidencia derivada de investigaciones científicas.
- Usa modelos biológicos, físicos y químicos para explicar y predecir fenómenos naturales.

OBJETIVOS

- Lograr que los profesores en formación comprendan que la modelización es una práctica natural de la actividad científica.
- Lograr que los profesores en formación inicial construyan modelos de acuerdo a un problema de las ciencias físicas y matemáticas establecido.
- Analizar las implicaciones conceptuales, epistemológicas y didácticas de las prácticas de modelización en ciencias.

Tiempo

ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)

Metodología/
organización

Materiales/
Recursos

60 INTRODUCCIÓN - MOTIVACIÓN

El profesor invita a los estudiantes que identifiquen fenómenos ondulatorios que tengan presencia en la naturaleza o situaciones de su entorno. Para ello es necesario que

Grupos pequeños de estudiantes

	reflexionen acerca de las características de los fenómenos de este tipo y determinen los mejores ejemplos.	discutirán las preguntas	
Tiempo	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)	Metodología/ organización	Materiales/ Recursos
60	CONOCIMIENTOS PREVIOS Los profesores en formación junto con el profesor orientador analizan el video “Rodeados de Ondas”. Comparan los eventos enunciados en la anterior actividad con los que se describen en el video. Discuten y complementan sus ideas iniciales. https://www.youtube.com/watch?v=RZMOaToLPKU	Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas	Video.
45	CONTENIDOS Ondas, propiedades y tipos de ondas, modelo matemático de onda, fenómenos ondulatorios, representaciones de ondas en la física.	Toda la clase	
45	PROCEDIMIENTOS Actividad 1: Leer el texto: EL VOLCÁN MACHÍN Y SU RELACIÓN CON LA FÍSICA Y MATEMÁTICA.	Individual y grupal	Anexo No 1.

1	<p>Actividad 2: De acuerdo al texto y la indagación en otras fuentes contestar las siguientes preguntas:</p> <p>Preguntas relacionadas con la comprensión del texto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Por qué consideras que los terremotos pueden ser un fenómeno que se puede modelar haciendo uso del modelo físico de ondas? 2. ¿Qué propiedades de las ondas se pueden identificar en el momento de producción y desenlace de un terremoto como consecuencia de una erupción en el volcán cerro machín? 3. ¿Qué variables se pueden identificar en el anterior evento? 4. ¿Es posible establecer relaciones matemáticas entre las variables que afloran en el evento de un terremoto como causa de la erupción? 	Trabajo grupal y con la orientación del profesor	Anexo No 6 y fuentes bibliográficas.
2	<p>Actividad 2: Resolver la siguiente situación:</p> <p>Según la ubicación estratégica de cada una de las estaciones sismológicas y repetidoras, por parte de la red de vigilancia sísmica del Volcán Cerro Machín, se puede identificar correctamente la coordenada exacta de cualquier movimiento telúrico generado por el volcán a cualquier hora del día o de la noche.</p> <p>En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de</p>	Trabajo grupal y con la orientación del profesor	Anexo No 6 y Anexo No 7

3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información (Ver anexo No 7).

De la anterior información, se puede deducir que hace falta el epicentro del sismo generado por el volcán cerro machín.

¿Eres capaz de encontrar el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín, con la información que se te proporciona? Justifique su respuesta.

En caso de que su respuesta sea afirmativa, ¿qué modelos construiría para dar cuenta de las coordenadas?, teniendo en cuenta las estaciones sísmicas del volcán cerro machín son las que se grafican en el anexo No 7.

3 CONSOLIDACIÓN

Anexo No 8

se **Actividad No 3:** De acuerdo a la ubicación estratégica de cada uno de las estaciones sismológicas y repetidoras del volcán cerro machín, se pueden establecer los tiempos de llegada de cada una de las diferentes ondas S, P, Love y Rayleigh, en cualquier momento, además a lo anteriormente descrito, se puede establecer la diferencia exacta de la onda P y la onda S en kilómetros y en tiempos, después de impactar cada una de las estaciones sísmicas.

En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de

3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información (ver anexo No 8).

INSTRUMENTOS (CUESTIONES DEL COCTS)

Pre-test/Post-test

CRITERIOS/INDICADORES

La modelización es la actividad científica que tiene como fin construir explicaciones de fenómenos naturales, basadas en la creación, puesta a prueba y comunicación a través de modelos.

Fuente: El Autor

Tabla 8 Actividades

ACTIVIDADES DE REFUERZO
<p>De acuerdo a la actividad número 1, 2 y 3 de la secuencia didáctica, hemos logrado entender y establecer el funcionamiento de la red sismológica de vigilancia del volcán cerro machín, el comportamiento de las ondas sísmicas bajo la tierra y la ubicación del epicentro de forma matemática. Conociendo y entendiendo lo anteriormente mencionado, se puede construir de forma artificial, un sismo provocado por el volcán cerró machín.</p> <p>En este sentido, la actividad consiste, en ubicar 3 estaciones que pertenezcan a la red sísmica y de vigilancia del volcán, además, debe ser de su preferencia. Posteriormente debe construir como mínimo 3 sismogramas, pero dentro de estos, debe reconocerse el tiempo de diferencia de la onda P y la onda S, aunque también deben estar presentes las ondas superficiales, por último, debe ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica generada por el volcán cerro machín.</p> <p>En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 3, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.</p>
ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN

Fuente: El Autor

6.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTEMOLÓGICA

6.4.1 Descripción de la primera actividad de la secuencia

a) ¿Qué entendió del texto?

L: la profesora piensa que realmente lo más importante del texto es la parte física, debido a que la física y la matemática está relacionada de forma directa y esto hace que el tema le llame la atención. Aunque ella logra hacer una relación directa con las matemáticas debido a que relaciona el sismograma directamente con funciones senos y cosenos.

Y: la profesora y, se pregunta qué tan fuerte se siente el sismo en las veredas aledañas al volcán cerro machín, aunque ella misma elabora una respuesta, ya que ella manifiesta que los sismos son más fuertes dependiendo de la profundidad del hipocentro, de la velocidad con que se libere la energía y además depende del tipo de onda.

F: el profesor dice que en forma de resumen el texto trata de explicar a grosso modo los tipos de sismo, las clases de sismo, además pretende que desde un caso particular tratar de dar una explicación de todo lo relacionado con los sismos y porque suceden, que tipos de ondas hay, en pocas palabras el texto busca comprimir una información.

G: el volcán cerro machín se ha desempeñado en ser uno de los más peligrosos del mundo, porque sus movimientos telúricos pueden ser devastadores, ya que su nivel destructivo varía dependiendo del tipo de movimiento de la tierra y la amplitud de la onda, además se puede decir que los movimientos telúricos son la modelación de lo que en física se denomina onda.

b) ¿Cuál es el objetivo del texto?

Y: entender los diferentes tipos de ondas que se pueden presentar en el cerro machín, entonces el objetivo general es mostrar un fenómeno particular de la física dentro de un fenómeno natural como es la tierra.

F: el objetivo del texto es darnos a conocer una situación de los movimientos aledaños del cerro volcán machín, además porque sucede, realmente el texto es un texto informativo.

G: enseñar los tipos de ondas que se reflejan en los ambientes naturales, como en el caso de los sismos

c) ¿Qué aspecto fue los que realmente no comprendió del texto?

L: interpretar las lecturas del sismograma y los diferentes tipos de movimientos de las ondas sísmicas, aunque las fórmulas que tiene la lectura también son un poco complicadas de interpretar. Aunque el texto está muy bien elaborado.

Y: es difícil hacer la lectura del sismograma.

F: es difícil entender los movimientos que se registran en el sismograma.

G: la gran cantidad de términos desconocidos, estos hacen que el texto tome caminos diferentes en su comprensión porque cuando busque algunos, no los logre encontrar en el diccionario, por tal motivo no entendí el sentido de la frase.

d) ¿En qué partes del texto encontró más dificultad?

F: realmente me pareció un poco complicado retener el comportamiento de los diferentes tipos de ondas sísmicas provocadas por el movimiento de capas tectónicas.

Y: lo más complicado el texto fue leer el documento con tantas palabras nuevas.

L: la lectura se hace compleja a partir de las palabras desconocidas.

G: los sismogramas son difíciles de interpretar sin una formación académica adecuada, ya que el texto no brinda este tipo de conocimiento.

e) ¿Puede establecer algunas relaciones entre el texto y las matemáticas?

Y: las ondas dependen directamente de unas velocidades y estas velocidades están representadas por medio de números y estos números están directamente relacionados con las matemáticas, además tiene unas variables como lo son la

magnitud de la onda, el tiempo de desplazamiento de la onda y la cantidad de energía liberada por el movimiento telúrico

L: la sociedad quiere cuantificar y codificar, por tal razón, todas las cosas están codificadas y de esta forma se hace más fácil saber que tan fuerte es el movimiento de capa telúrica. Esta codificación está relacionada directamente con las matemáticas.

F: las matemáticas son una necesidad que tienen los seres humanos para explicar todo tipo de evento a través de los números, por tal razón, en la lectura del volcán cerro machín existen fórmulas y estas fórmulas contienen unas variables, estas variables permiten idéntica el tipo de movimiento y el daño causado por la onda. Esta relación está directamente relacionada con las matemáticas. Además, el hecho de que exista el sismograma, porque está construido a partir de funciones senoidales y cosenoidales.

f) ¿Por qué los terremotos son un fenómeno que se pueden modelar por medio de fenómenos ondulatorio?

F: porque realmente son los mismos fenómenos ondulatorios, únicamente cambian en algunas características como los son las variables.

Y: los fenómenos ondulatorios tienen unas velocidades, unas frecuencias, unos desplazamientos y unos obstáculos.

g) ¿Qué propiedades de las ondas se pueden identificar en el momento en que se produce un terremoto generado por el volcán cerro machín?

Y: son las mismas características que contiene la onda, como la velocidad, longitud, frecuencia, desplazamiento

L: las características de las ondas son la velocidad, amplitud, rango, la elongación.

F: las propiedades son las variables que se presenten dependiendo del tipo de sismo, el desplazamiento de la onda, prolongación y la elongación, aunque no recuerda bien cuáles son las verdaderas propiedades.

Los profesores **Y**, **F** y **L** reconocen que tenían confusiones de forma directa entre las propiedades de las ondas y las características de las ondas

h) ¿Qué variables se pueden identificar en el anterior evento?

L: la amplitud, el rango, la velocidad y cada una de las características que tienen las ondas.

Y: define dos tipos de variables. Las variables dependientes y las variables independientes.

La variable independiente es la cantidad de energía liberada por la capa telúrica y la variable dependiente es la velocidad, periodo, la fuerza del movimiento.

F: no recuerda cuales son las ondas características de las ondas sísmicas.

i) ¿Es posible establecer relaciones matemáticas entre las variables que acaban de aflorar y un terremoto generado por el volcán cerro machín?

Y: si porque en matemáticas también existen variables

L: si es posible establecer las relaciones, porque los dos eventos son medibles.

F: el movimiento causado por el cerro machín tiene variables igual como las tienen las matemáticas dentro de su naturaleza

6.4.2 Análisis de la primera actividad de la secuencia didáctica. Como etapa inicial para el proceso de elaboración de un modelo que permita explicar el evento asociado a un movimiento telúrico por la erupción de un volcán, se trabajó con los profesores el reconocimiento de información relevante en el plano de la física en el contexto de significado. Al respecto, una de las categorías de análisis es la comprensión conceptual, además, está definida en función de definiciones, establecimiento de relaciones, representaciones, modelos que realizan los profesores alrededor del modelo científico que se usa de referencia. En este caso, es el modelo de ondas.

En la actividad nº 1 de la secuencia didáctica, los profesores exponen acerca de sus comprensiones sobre el concepto de onda, sus propiedades, tipos y relaciones entre los sub-conceptos que la caracterizan. En tal sentido, se encuentra que el profesor F menciona que los conceptos claves están asociados al modelo de onda, tipo de ondas, específicamente ondas sísmicas, a la escala de medición y dirección de propagación. Por otro lado, la profesora Y, está centrada en el reconocimiento de las características generales del fenómeno, tal afirmación se puede inferir del análisis del contexto de significado, tal cual se evidencia a continuación.

"F: en resumen, el texto habla de lo que es las ondas sísmicas si, que causa un temblor, la explicación del porque se causa un temblor, que tipos de ondas existen, si, las escalas en las que se miden, también nos habla de alguna parte de la documentación que nos envió nos muestra unas imágenes, si, donde nos explican gráficamente las formas en las que se desplazan las ondas, dependiendo de la forma que tiene el nombre"

"Y: pues, empieza hablándonos del cerro machín, que no es ni cerro, ni es un, ósea, no es solo un cerro, ni es solo un volcán, porque no lo aparenta ser, está estructurado de ciertas cosas, nos habla de las ondas de en caso de los sismos y los pequeños sismos que han tenido"

Por otro lado, se encuentra que la profesora Y, establece inicialmente una relación amplitud de la onda e intensidad. Lo cual desde lo teórico es correcto. Puesto que la amplitud es directamente proporcional a la intensidad de la onda, pero inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Con lo anterior, se intuye al menos que la profesora, establece tal relación.

"Y: Dependiendo de la ampliación de la onda, así mismo va ser, e, la lectura de la onda, entre más amplio va ser más fuerte el movimiento".

Ahora bien, cuando los profesores realizan la lectura del contexto de significado, posiblemente presentan problemas en la comprensión de la representación gráfica que se deriva de la puesta en funcionamiento del sismógrafo, junto con los diferentes movimientos de las ondas, emitidas por el volcán cerro machín y plasmadas por el sismograma. Este fenómeno es posible que suceda porque los profesores presentan una comprensión muy frágil del contexto de significado, prueba de la afirmación antes descrita se puede observar en las respuestas

elaboradas por cada uno de los docentes en ejercicio, donde aceptan y reconocen que no conocen el tema lo suficiente, para hablar con propiedad de sus características y propiedades.

A continuación, se presentan las unidades de contenido registradas y tomadas por cada uno de los profesores en ejercicio de matemáticas.

"Y: y que no es, o sea mirándolo así, no es que sea difícil, es más de estudiar más a la situación porque pues nos está hablando de los periodos de tiempo, nos está hablando más de como en si fue la onda"

"F: me tomó de pronto más dificultad y lo tuve que leer en varias ocasiones, me remitirme varias veces al mismo texto, porque estas tienen un movimiento diferente el uno de la otras, sí, entonces ahí fue donde se me presento la dificultad porque uno dice, listo, uno lo va leyendo y uno dice, interesante, pero cuando uno hace análisis, qué era lo que decía, ¿que eran las ondas Love?, ¿ las ondas Rayleigh?, ¿qué eran las ondas p?, yo creo que eso, retener tanta información al tiempo, es lo que le presenta uno a veces dificultad para entender el texto como tal."

"L: hay que aclarar, digamos, el no entender ese gráfico, no nos permite, no sea que no nos permita entender el texto, porque pues igual como lo dice el profesor F, está muy bien explicado y es algo informativo, entonces no es que requerimos saber analizar ese gráfico, sino que, por nuestra profesión, nos hace, como es que no voy a poder leer esta cosa, pero, no es que lo necesitemos para poder entender la información."

Un elemento importante de la reflexión de la profesora L, es el elemento epistémico sobre la naturaleza del conocimiento, que según ella requiere para poder interpretar la información de la representación. De modo, que de su explicación se infiere un principio epistémico del conocimiento científico: Toda observación o inferencia depende de los marcos teóricos que tenga el individuo (Vásquez, 2002).

Posteriormente, la profesora Y, piensa que el sismograma se puede interpretar de una forma adecuada, por medio de un estudio más detallado, debido a que el reconocimiento y el adecuado uso de las palabras juegan un papel importante dentro del conocimiento matemático. Aunque cabe resaltar que la intención con la que está construido o diseñado el contexto de significado, no es para que se

aprendan los conceptos utilizados ahí, sino para que conecten el significado de las palabras utilizadas dentro de esté.

Es importante aclarar que la profesora Y, hace una afirmación valida dentro de lo que se cataloga la educación matemática y que hace parte importante dentro del conocimiento matemático, como lo es la modelización. La docente lo que está haciendo en este punto del ejercicio, es buscar un punto de equilibrio del contexto de significado y las matemáticas, para conectar el lenguaje utilizado dentro del contexto de significado con la matemática.

La afirmación antes descrita se puede observar en la participación que se realizó en la actividad número 1 de la secuencia didáctica. A continuación, se presenta la idea expuesta de la profesora Y, tal registro quedo grabado y registrado en el sistema audiovisual.

"Y: de pronto sí, en, cómo se dice eso, es, palabras que no tenía en mi léxico, entonces obviamente, pues se me fue dificultando de pronto, para poderlas conectar con el texto, entonces conectarlas con la matemática, conectarla con la parte, para poder, llegar a la comprensión de la lectura"

Por otra parte, se encuentra que los profesores en ejercicio de matemáticas y participantes del trabajo de investigación, posiblemente puedan entender e identificar que los terremotos se pueden modelar, por medio del movimiento ondulatorio, debido a la intencionalidad con la que van dirigidas las respuestas junto con sus argumentos a la pregunta ¿por qué los terremotos pueden ser un fenómeno que se pueden modelar por el movimiento ondulatorio? A continuación, se observan algunos de los argumentos utilizados por los profesores F y Y.

Estas son las respuestas más significativas que ellos construyeron gracias a la pregunta abierta:

F: Los movimiento son ondulatorio, si, sino que cambian en algunas características dependiendo, es decir de las variables, entonces como los movimiento causados bien sea porque las placas se corren en sentido vertical o porque se remontan una encima de las otra, produce movimiento y el movimiento

es en onda, se desplaza en onda, es por eso mismo que se puede explicar a través de este tipo de situaciones ondulatoria.

F: un terremoto, una onda es una perturbación, no más, usted déjele caer un objeto al agua y de una vez esa perturbación se traduce en ondas, ondas que se desplazan.

Y: O como el sonido, el sonido no mas es un aspecto que tiene, con la velocidad que llegue, el volumen que tenga y así mismo va ser la, la onda que va empezar a chocar y comenzar a expandirse por medio de este.

Las ideas expuestas por el docente en ejercicio, presentan una correspondencia directa con las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático extraído a partir de las encuestas de Barrantes, Font y Batánelo (2004), Schoenfeld (1984) y Flores (1998).

Por otro lado, a los profesores en ejercicio, se les preguntó de forma directa, ¿qué propiedades de las ondas se pueden identificar en el momento de producción de un terremoto como consecuencia a una erupción en este caso el volcán cerro machín? El docente F, la docente L y la docente Y presentaron un error conceptual, ya que confundieron la palabra propiedad con la palabra característica. Cuando se pregunta por las características del modelo ondulatorio, una de las respuestas más adecuadas podría ser, una que vaya en función de los rasgos del modelo, es decir, en función de la velocidad, amplitud, periodo, rango, elongación, entre otras. Y cuando se preguntan por las propiedades del modelo ondulatorio, como en este caso, se debe responder en función de las propiedades de las ondas, es decir que las propiedades son la reflexión, refracción y difracción. Y los profesores en ejercicio respondieron de la siguiente forma.

Por ejemplo, la profesora Y, con cierto matiz de duda, asegura que las características son lo mismo que las propiedades.

Tal descripción se hace, por las afirmaciones planteadas por la misma docente en ejercicio en una de sus participaciones, tal cual aparece en los registros audio visuales tomados por el docente investigador.

"Y: pues, ahí están como las características, son como lo mismo, las características, las propiedades, están lo que es la velocidad, la longitud, son propiedades que van, la frecuencia"

"Y: el desplazamiento, la propagación, todas esas son propiedades de la onda que se van a tener en cuenta, para poder mirar, dependiendo del movimiento telúrico."

Por otro lado, la profesora L, identifica las características de la onda, los rasgos que definen que es una onda, las relaciones que presenta cada una de las características de la onda y además, logra identificar la definición clásica de la onda. Por lo tanto, la profesora al parecer presenta una muy buena relación al asociar los movimientos emitidos por el volcán Cerro Machín con el modelo ondulatorio.

A continuación, se presenta la cita en donde la docente logra hacer la descripción del modelo.

"L: bien, como lo hemos dicho, o lo han dicho también mis compañeros anteriormente, una onda, lo que hace es transmitir energía, es una transmisión de energía y, empieza a partir de unas vibraciones, que causan las perturbaciones en el medio, y así transmite la energía esa energía se ve representada, a través de un movimiento senoidal o cosenoidal, y, cuyo movimiento, lo que hace es, llevar una velocidad o una amplitud, un rango, una elongación y que depende de cada alguna de esas variables, así mismo va a ser medida, me imagino yo".

El profesor F, presenta un error conceptual, al confundir las propiedades de las ondas con las características de las ondas. A continuación, se encuentra la participación del docente en ejercicio:

"F: yo creo que las propiedades son lo mismo el desplazamiento de la onda, la prolongación, la elongación, las variables que se presenten, dependiendo del tipo de sismo, del tipo de onda, son como las propiedades que se vienen a la mente, no, que yo conozca las que yo le menciono compañero"

Aunque el docente también dice que, si hablara de ondas en funciones de senos y de cosenos podría identificar las variables de forma más fácil, porque estaría hablando de variables matemáticas y no de ondas que están representando un tema de la física en este caso. Lo anterior se puede decir que desde el plano matemático es totalmente correcto porque los marcos teóricos que el sujeto ve, son aquellos marcos que el mismo sujeto pudo estudiar.

En consecuencia de esto, se obtiene que la profesora Y, plantea que las características de la fuente, es decir del epicentro del movimiento de capa telúrica generado por el volcán Cerro Machín, en este caso, presentan una

relación directa con las características de la tiene la frecuencia, el radio, la amplitud de la onda, del rango, entre otros, en cualquier distancia diferente al epicentro o en cualquier lugar donde se halla sentido la liberación de energía por parte de la onda emitida por tal evento.

Tal inferencia se hace gracias a las participaciones hechas por la profesora Y, en el desarrollo de la actividad uno de la secuencia didáctica bajo la perspectiva socio-epistémica.

Se presenta una de las ideas planteadas por la profesora en ejercicio de matemáticas.

"Y: al choque entre placas, o el movimiento de tierra, el epicentro, mejor dicho, como se iría a generar, ese sería una variable independiente, creo, si creo, más o menos y de ahí, entonces, empiezan a mirarse la velocidad, el periodo, la distancia con la que voy a llevar la onda y así mismo, se va determinar qué tan fuerte puede llegar a ser el movimiento ondulatorio, creo. "

La profesora L presenta un error conceptual, ya que parecer tiene una confusión en la utilización de las palabras dentro del contexto de significado, debido a que argumenta que las variables del contexto de significado titulado el machín no es cualquier cerró... mucho menos cualquier volcán no son las descritas por la docente en ejercicio, más lo que ella está describiendo son las características que tienen las ondas emitidas por el volcán, cerro machín.

Las variables emitidas por el movimiento que modela el fenómeno del volcán cerro machín oscilan entre variables dependientes y variables independientes, y un ejemplo de las variables que presenta este evento natural sería, la ruptura de una capa tectónica, la cantidad de energía represada por el volcán, los movimientos telúricos cerca al volcán, etc.

La profesora respondió que las variables del volcán son las siguientes.

"L: las variables serian la elongación, somos novatos en el tema, entonces podríamos decir que la amplitud, el rango, la elongación, la velocidad, cada una de las características que conforman esa onda."

Por otro lado, el profesor F reconoce que no recuerda con exactitud las variables del contexto de significado, aunque el docente presenta una idea intuitiva de lo que son las variables del evento provocado por el cerro machín.

Aunque el docente también reconoce que, si las variables fueran desde el plano matemático, sin lugar a dudas las encontraría de forma más fácil, pero como se

encuentra desde un marco de referencia diferente al estudiado, entonces su marco teórico está más acotado. De modo, que de su explicación se infiere un principio epistémico del conocimiento científico: Toda observación o inferencia depende de los marcos teóricos que tenga el individuo (Vásquez, 2002).

A continuación, un fragmento de su explicación.

"F: ¿Qué variables?, pues yo creo que las mismas que acaba de mencionar mi compañera, yo creo que acá el texto nos, dan unas formulas, las formulas están ahí como con algunas variables que son P, λ , μ y la variables son si las ondas parten de abajo hacia arriba, y la verdad compañero estoy leyendo porque la verdad totalmente desconocido el tema de cuáles son las variables que se pueden dar en una onda de movimiento telúrico, pues si hablamos de una onda de movimiento de seno o senoidal pues, ya entramos a hablar de otras características más matemáticas"

En síntesis, se puede decir que todos los docentes en ejercicio presentan ideas claras dentro del contexto de significado, por el anterior análisis evidenciado.

Además, es importante entender que los planteamientos utilizados por los profesores dejan al descubierto la naturaleza de su pensamiento, tanto en el tema de las ondas, como en la forma de entender las matemáticas.

Los profesores en ejercicio del área de las matemáticas identificaron que un evento físico se puede modelar matemáticamente

La categoría concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, está definida en función de las concepciones de la matemática, es decir, a partir del desarrollo de una secuencia didáctica centrada en una perspectiva contemporánea de la matemática como es la posición socio-epistémica.

En este sentido el profesor F, al parecer piensa que la matemática presenta una relación directa con el contexto de significado, porque las matemáticas están presentes en todos los eventos naturales, de hecho, el hecho de existir un sismógrafo, ya hace que este evento sea medido por procedimientos netamente matemáticos. En este sentido, la participación del profesor deja al descubierto como la resolución de problemas desde las matemáticas han solucionado diversos problemas desde la parte natural, además, el docente piensa que las matemáticas son una necesidad del ser humano y que además está inmersa dentro de la naturaleza igual como lo es el mismo lenguaje. Esta participación va en correspondencia al análisis de las herramientas de extracción de información

que se utilizaron en la primera etapa del trabajo de investigación donde se determinó que el profesor F, presenta en su naturaleza del conocimiento matemático, evidencias de la concepción constructivista-social.

Las afirmaciones antes descritas se ven respaldadas dentro de la participación hecha por el docente en ejercicio, en la primera actividad de la secuencia didáctica y en los registros audio visuales tomados por el profesor investigador. Posteriormente se presenta una idea descrita por el profesor f.

"F: a ver compañero, o sea, el hecho de que exista un sismógrafo, que mide la escala, los grados del temblor, quiere decir que ya está implícita la matemática como tal en esta situación de movimiento telúrico, la matemática, como lo decía mi compañera, siempre ha sido una necesidad que viene desde los pitagóricos que todo lo querían explicar a través de los números, obviamente, esto no es ajeno a esta situación, se presentan formulas, las formulas tiene algunas variables, que nos permiten determinar, el tipo de movimiento y su grado de daño causado, para mí eso es volverlo matemático, el hecho de que existan ondas que se desplazan por dentro o más superficiales a la capa terrestre, a la cual nosotros, habla no más como decía hace poquito mi compañera, un comportamiento senoidal, cosenoidal, entonces todo este tipo de relación que se ve del texto con las matemáticas es real, yo lo único que veo es que hasta el momento estamos acostumbrados a que las matemáticas nos expliquen todo, y aquí en este caso las matemáticas nos puede medio anticipar a un suceso, veo yo la relación de la matemática, está muy implícita en el tema, obviamente, sí claro"

Posteriormente, la profesora Y presenta actitud, inclinada hacia una de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático como lo es el absolutismo matemático, porque piensa que las matemáticas son reglas establecidas e inmutables, es decir que las matemáticas son un cuerpo estático y acabado, donde se representa por axiomas, teoremas y definiciones e incluso por formulas preestablecidas, y como la profesora en ejercicio argumenta que "Y: si, periodo y frecuencia son inversamente proporcionales, porque en las formulas aparecen así."

Además, la idea presentada por la profesora, presenta una relación directa con los análisis de las herramientas de extracción de información, con las que se

identificaron las concepciones de cada uno de los docentes en ejercicio de matemáticas.

Por otro lado, la profesora L, presenta una posición absolutista dentro de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, porque sus argumentos están encaminados a creer que siempre las matemáticas van a tener las mismas determinaciones, es decir, las mismas variables y la misma nomenclatura. Por lo tanto, un principio fundamental de la concepción absolutista es pensar que las matemáticas son inmutables e irrefutables. Además, esta posición presenta una correspondencia directa con los análisis a las herramientas de extracción de información utilizados como clasificadores de las concepciones de los profesores en ejercicio de matemáticas.

A continuación, se presenta uno de los argumentos utilizados por la profesora L, en una de las participaciones dentro de la secuencia didáctica en la actividad uno.

"L: por la profesión que uno tiene, entonces, uno quiere deducir, esta letra griega que será aquí, sí, será, aparece un μ , aparece un landa, entonces, uno quiere empezar a deducir bueno, ¿esto qué es?, ¿será el periodo de la onda?, ¿será la elongación?, ¿será que?, pues, yo sé que landa es la elongación, y μ debe ser una variable constante, porque eso en matemática, siempre nos dijeron que μ es una variable que siempre va ser constante".

En conclusión, en el desarrollo de la secuencia didáctica, aglutina información importante dentro de las concepciones de los profesores en ejercicio y respecto a la correspondencia o la linealidad que presentan los docentes con los cuestionarios de Alan Schoenfeld (1984), Pablo Flores (1998) y Barrantes, Batanero y Font (2004).

Por lo tanto, en esta categoría se determina que la profesora L, explicita a través del análisis del desarrollo de la secuencia, una concepción en términos de demarcación errónea tanto de la matemática como de la física, relacionándolas jerárquicamente. Con respecto a la justificación de tal relación, se puede inferir que la profesora asocia naturaleza del hacer de la matemática a procedimiento. Una evidencia de la inferencia anterior es la siguiente.

"L.: y la física que estudiamos ondas, y pues ustedes conocen que la física, pues hace parte también de la matemática, por el procedimiento que se debe llevar."

Tal idea de la profesora L es consistente con los resultados de su concepción en las pruebas diagnósticas. Es decir, la docente presenta una relación directa con los análisis de las herramientas de extracción de información.

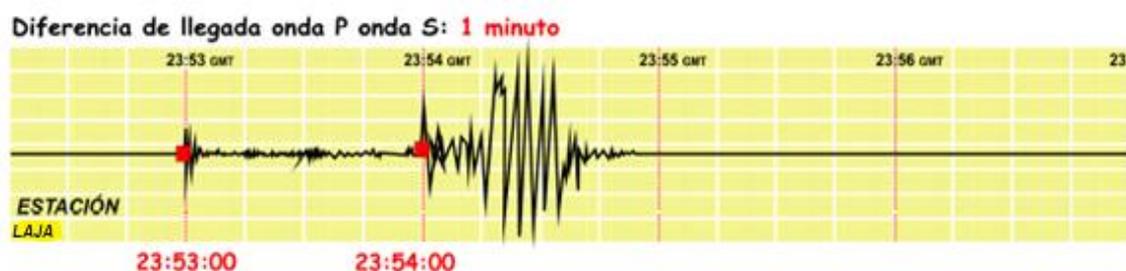
En conclusión, todos los docentes de matemáticas presentan ideas intuitivamente correctas e importantes para el desarrollo de la investigación, además deja al descubierto la naturaleza del conocimiento utilizado por cada uno de los profesores en ejercicio, por consiguiente los docentes presentan una correspondencia con los planteamientos hechos y extraídos por cada uno de los instrumentos utilizados por Flores, Barrantes, Font y batanero y Schoenfeld.

6.4.3 Descripción de la segunda actividad de la secuencia didáctica

Actividad 2: Según la ubicación estratégica de cada una de las estaciones sismológicas y repetidoras, por parte de la red de vigilancia sísmica del Volcán Cerro Machín, se puede identificar correctamente la coordenada exacta de cualquier movimiento telúrico generado por el volcán machín a cualquier hora del día o de la noche.

En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información:

Figura 17 Diferencia de llegada onda P onda S (1 minuto)



Fuente:

https://formacion.uam.es/pluginfile.php/167/mod_resource/content/2/localizacion_de_un_sismo.pdf

Por otro lado, la estación SILE presenta el siguiente registro:

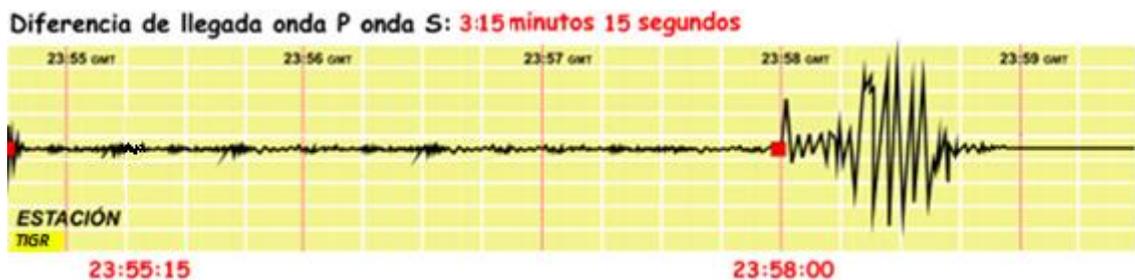
Figura 18 Diferencia de llegada onda P onda S (30 segundos)



Fuente: https://formacion.uam.es/pluginfile.php/167/mod_resource/content/2/localizacion_de_un_sismo.pdf

Por último, se encuentra que la estación TIGR que emitió un sismograma con el siguiente registró.

Figura 19 Diferencia de llegada onda P onda S (15 segundos)



Fuente:

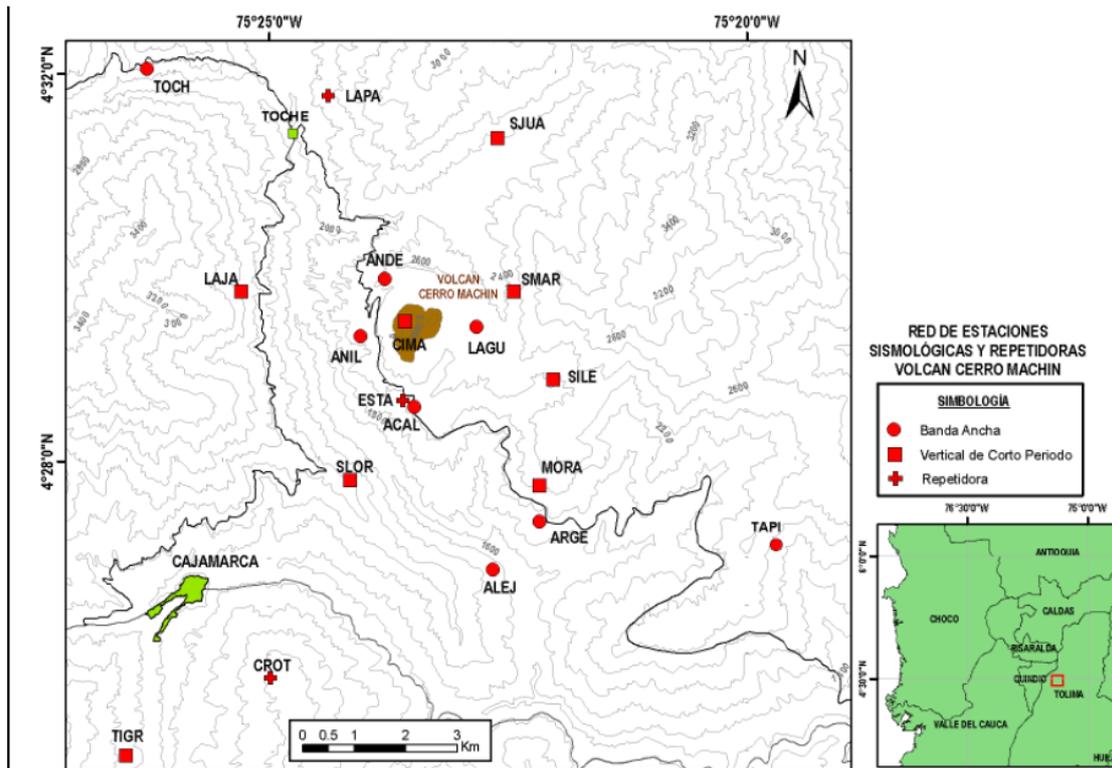
https://formacion.uam.es/pluginfile.php/167/mod_resource/content/2/localizacion_de_un_sismo.pdf

De la anterior información, se puede deducir que hace falta el epicentro del sismo generado por el volcán cerro machín.

¿Eres capaz de encontrar el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín?

En caso de que su respuesta sea verdadera, ¿bajo qué técnica eres capaz de encontrar esta coordenada?, teniendo en cuenta las estaciones sísmicas del volcán cerró machín.

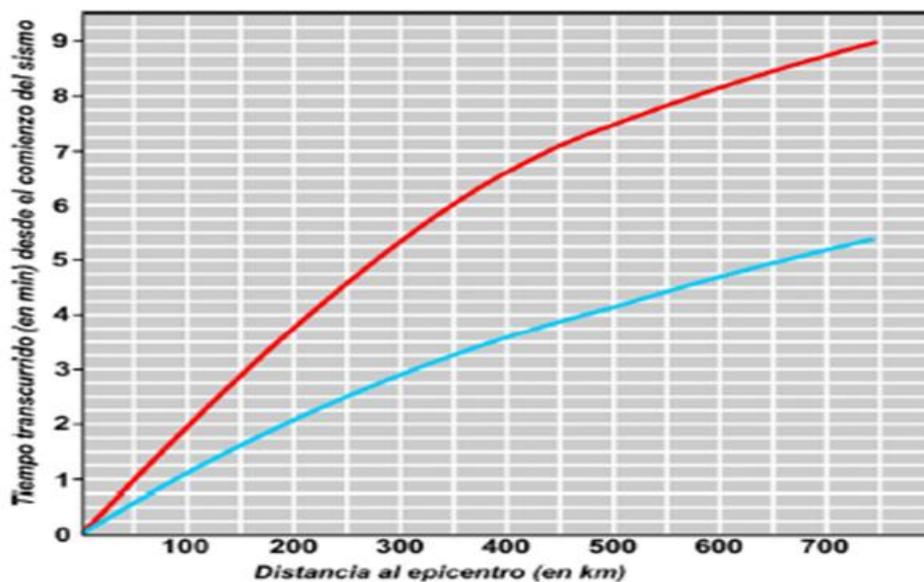
Figura 20 Ubicación sismográfica



Fuente:

https://formacion.uam.es/pluginfile.php/167/mod_resource/content/2/localizacion_de_un_sismo.pdf

Figura 21 Distancia del epicentro por el tiempo transcurrido



Fuente: https://formacion.uam.es/pluginfile.php/167/mod_resource/content/2/localizacion_de_un_sismo.pdf

DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA ACTIVIDAD: Una vez entregados los materiales (regla, lápiz, borrador y compas) y la actividad (documento que contiene la pregunta generadora) a desarrollar los profesores participantes del grupo en formación en las diferentes concepciones de naturaleza del conocimiento matemático, Se dedican a leer y a analizar la pregunta propuesta por el investigador.

A continuación, se encuentra la descripción de la formalización de las ideas matemáticas propuestas por cada uno de los participantes del grupo en formación, para solucionar la pregunta generadora construida por el investigador.

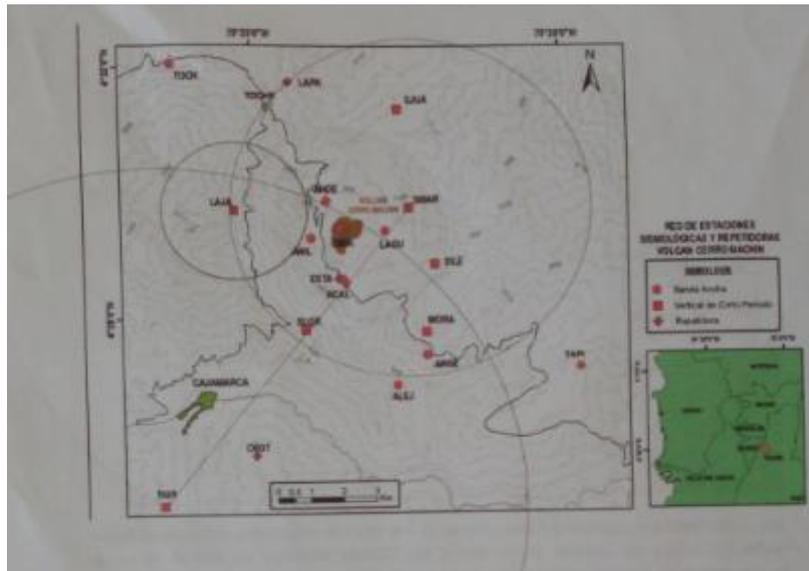
En este sentido, se hace la descripción de la profesora L, luego la profesora Y, posteriormente sigue el profesor F y por último se hace la descripción de la profesora G.

L: después de analizar el documento, la profesora L manifiesta que la forma más adecuada de solucionar la pregunta generadora, es precisamente, haciendo unas circunferencias que tengan un punto en común, y ese punto, es el epicentro del sismo generado por el fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, pero, no sabe cuál es la longitud, ni el radio de las circunferencias que tendría que graficar, para que estas tengan un punto en común.

Sin embargo, la profesora L piensa que si encuentra la diferencia de tiempos, cuando las ondas sísmicas chocan con cada una de las estaciones sísmicas del volcán cerro machín, habría encontrado, el radio de cada una de las circunferencias que contienen un punto en común.

Lo antes descrito, se puede observar en la siguiente gráfica:

Figura 22 Ubicación del epicentro por parte del docente L



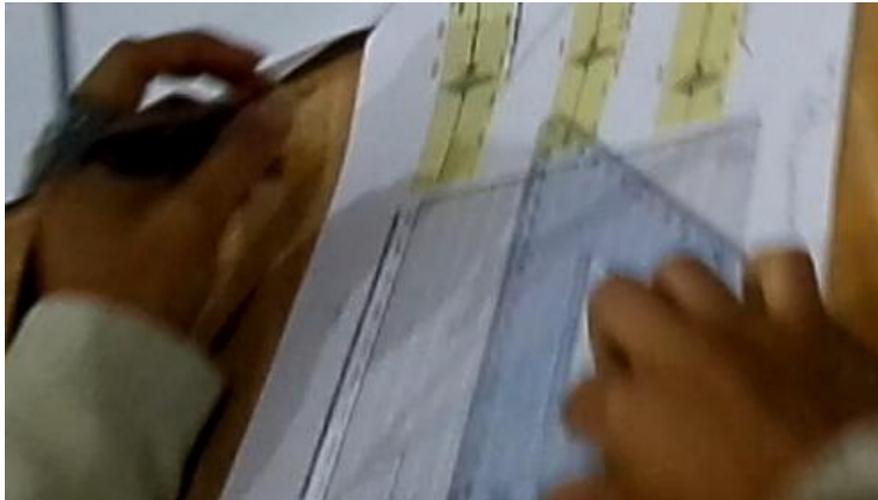
Fuente: El Autor

Después de haber dibujado las tres circunferencias, se da cuenta que realmente no encuentra el epicentro del movimiento de capa telúrica, porque realmente las tres circunferencias, no se intersectan en un solo punto.

Después de varios minutos transcurridos, se da cuenta que el documento entregado por el investigador, contiene la tabla que refleja el tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro reflejado en kilómetros. Luego con la regla mide la distancia que hay en cada uno de los sismogramas, desde el inicio de la onda P, hasta el inicio de la onda S.

Teniendo en cuenta la distancia anteriormente descrita, paso a la gráfica que diferencia el tiempo de llegada de la onda P y la onda S, a las estaciones sísmicas del volcán cerro machín.

Figura 23 Exploración de la docente L en las graficas

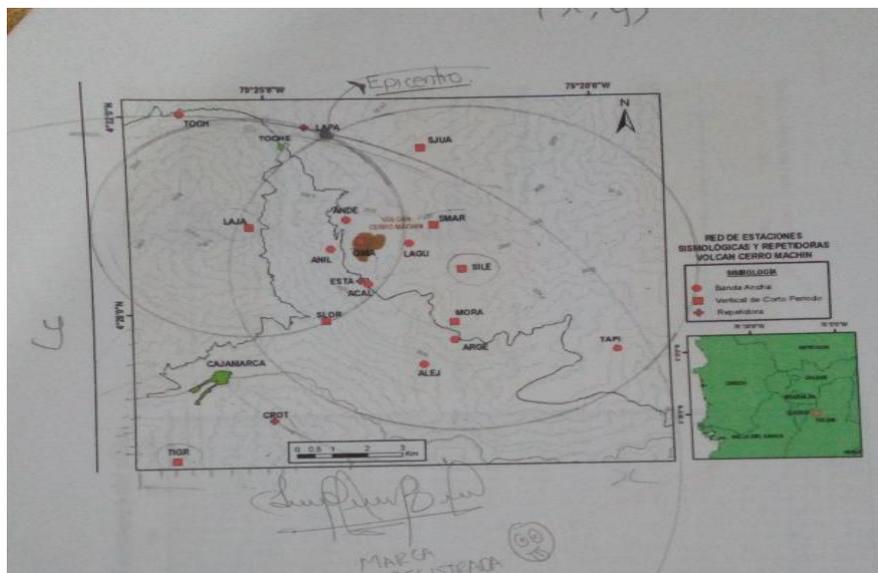


Fuente: El Autor

De donde encontró el radio de las tres circunferencias, que más tarde se encontrarían en un punto en especial.

Así, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 24 Ubicación del epicentro del movimiento telurico por la docente L



Fuente: El Autor

Por lo tanto, concluye que el epicentro del sismo generado por el fracturamiento de rocas dentro del volcán cerro machín, se generó cerca del municipio de Toche.

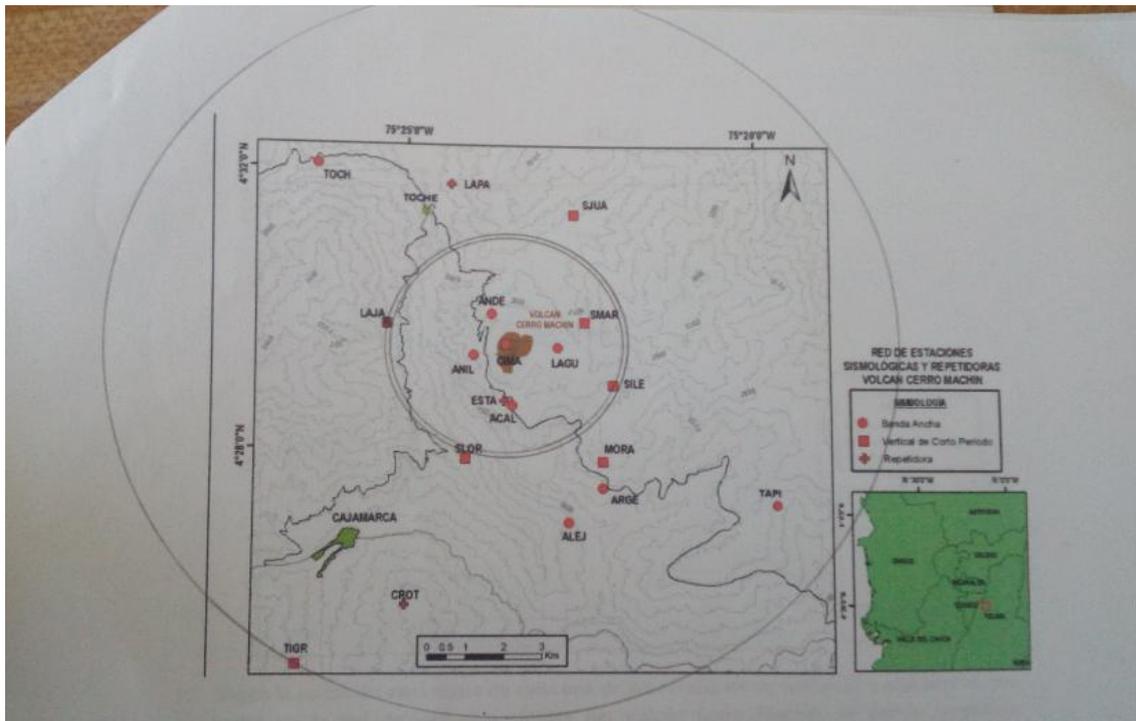
Por otro lado, la profesora Y encuentra otra forma para interpretar el problema propuesto por el investigador.

Y: inicialmente la profesora hace un análisis detallado del documento, para entender el texto y cada una de las gráficas que están inmersas en él. Después de analizar cada uno de sus aspectos.

La profesora manifiesta que una de las formas más fáciles para encontrar el epicentro del sismo generado por el volcán cerro machín, es precisamente relacionar los tiempos en que la onda P y la onda S impactan las estaciones sísmicas y repetidoras ubicadas en puntos estratégicos del cerro machín, aunque rápidamente se da cuenta que el movimiento de capa telúrica golpea inicialmente a la estación **LAJA**, en segundo lugar, impacta a la estación **SILE** y por último sacude a la estación **TIGR**. Ella se da cuenta de este orden, gracias a la diferencia de tiempos del impacto de la onda P y la onda S, es decir, que en la estación LAJA inicialmente golpea la onda P y pasa un minuto para que la onda S llegue a la misma estación, luego, en la estación SILE después del impacto de la onda P pasa un minuto con treinta segundos para que la onda S llegue a la misma estación y por último se tiene que después de haber golpeado la onda P a la estación sísmica TIGR pasan tres minutos con 15 segundos

Es decir, bajo esta lógica la profesora Y indica lo cerca que se encuentra el epicentro del sismo generado por el volcán de la estación sísmica LAJA. Aunque minutos más tarde, la profesora Y piensa que el epicentro del sismo se encuentra ubicado en el volcán cerro machín, ignorando la lógica que iba construyendo a partir de la diferencia de tiempos de llegada de la onda P y la onda S en las estaciones sísmicas. Bajo esta postura, Y piensa que la forma más adecuada de encontrar el epicentro del movimiento de capa telúrica, es por medio de la construcción de circunferencias, tomando como centro la cima del volcán.

Figura 25 Idea inicial de la profesora Y para ubicar el epicentro del movimiento telurico



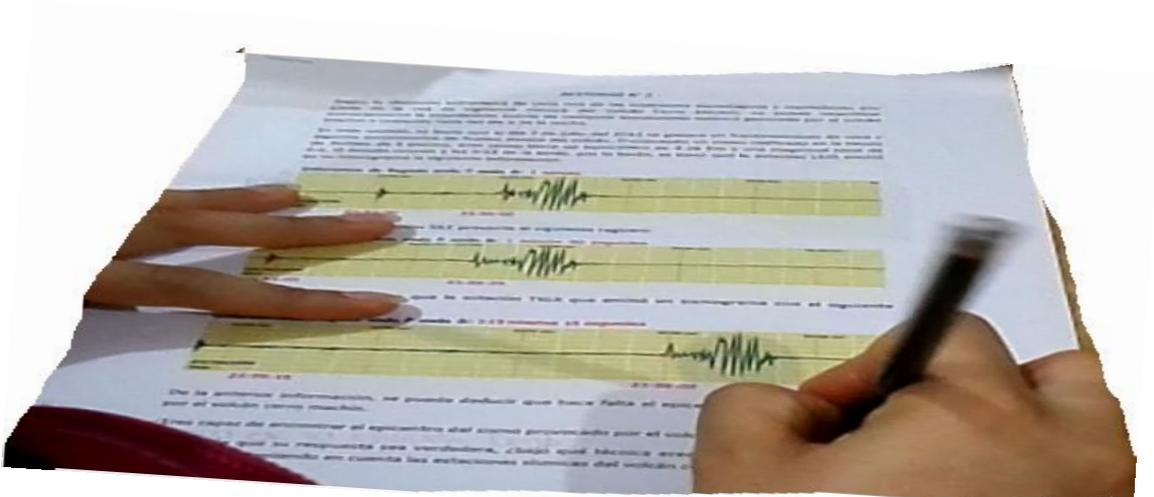
Fuente: El Autor

Después de hacer el grafico, se da cuenta que realmente no encuentra ninguna relación y ninguna información que la conlleve, a concluir cual sería el epicentro del sismo generado por el movimiento de fluidos dentro del volcán.

Por lo tanto, acude nuevamente al método que estaba utilizando por medio de la diferencia de tiempos de llegada de las diferentes ondas.

Por consiguiente, se da cuenta que es importante medir la diferencia del tiempo de llegada de la onda P y de la onda S, con la regla.

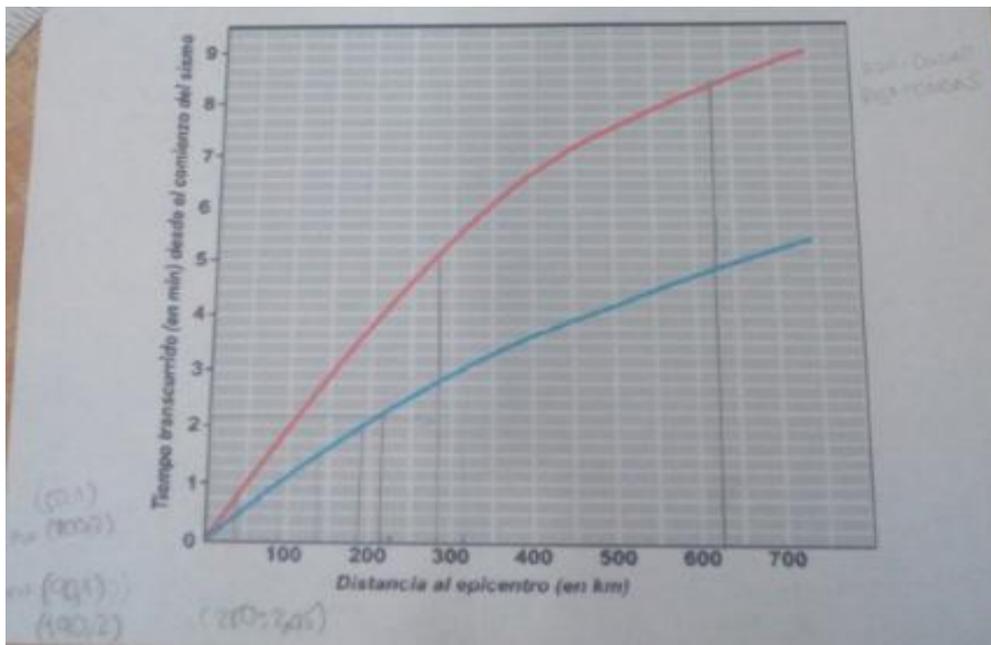
Figura 26 Analisis de los sismogramas.



Fuente: El Autor

Y esa diferencia de tiempo la comparó en el diagrama que refleja, el tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro reflejado en kilómetros.

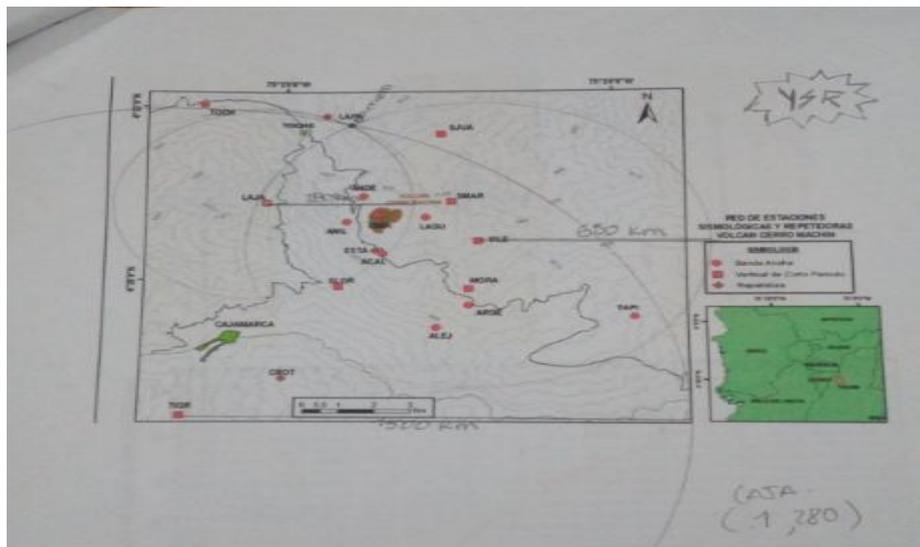
Figura 27 Analisis de la docente Y acerca de la onda P y S de la distancia del epicentro por el tiempo transcurrido en segundos



Fuente: El Autor

Luego, hizo una circunferencia por cada una de las diferentes medidas encontradas en el diagrama anterior, ubicando como centro las estaciones sísmicas y como radio la distancia del epicentro reflejado en kilómetros.

Figura 28 Tiempo de impacto de las ondas P y S en cada una de las estaciones sísmicas.

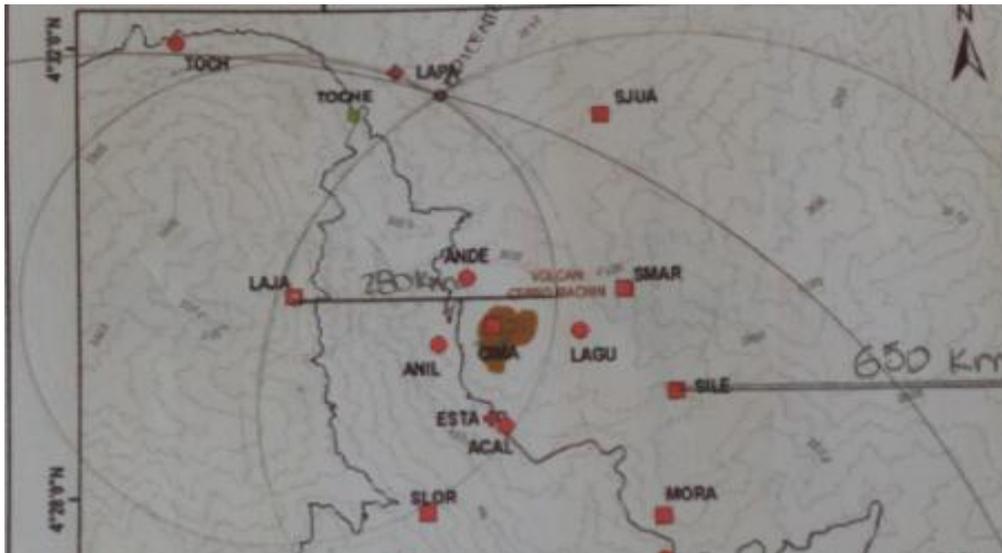


Fuente: El Autor

Posteriormente, se da cuenta que las tres circunferencias se intersecan en un punto en específico, además, coincide con los tiempos de llegada de las diferentes ondas sísmicas a las diferentes estaciones del volcán cerro machín.

Por lo cual, concluye que el epicentro del sismo generado por el movimiento de fluidos dentro del volcán cerro machín, está ubicado cerca de la estación sísmica y repetidora LAPA.

Figura 29 Epicentro del movimiento telurico



Fuente: El Autor

Por otro lado, el profesor F encuentra otra forma de solucionar la pregunta propuesta por el investigador.

F: el docente F manifiesta que realmente no le encuentra sentido a la actividad, por tal razón se encuentra un poco desanimado por las expectativas que tenía o se hacía con la secuencia didáctica.

Pasando algunos minutos, el docente va tomando confianza, y logra encontrar algunas pistas que lo conllevan a pensar en algunos argumentos que probablemente, sirvan para construir la adecuada solución de la pregunta propuesta por el investigador.

El profesor, inicialmente piensa que el epicentro del movimiento de capa telúrica generado por el fracturamiento de roca y el movimiento de algunos fluidos dentro del volcán cerro machín, está ubicado en el volcán, precisamente por el comportamiento que viene presentando el cerro.

Aunque el docente, reconoce que el epicentro del sismo puede estar en cualquier otro lugar, porque una vez sea liberada la energía que contienen las capas tectónicas por medio de la fricción con las otras capas o con otra, nace un punto

de ruptura denominado hipocentro, y el hipocentro es el encargado de expandir las ondas sísmicas, por tal motivo, la ruptura en la capa superior de la tierra se denomina epicentro.

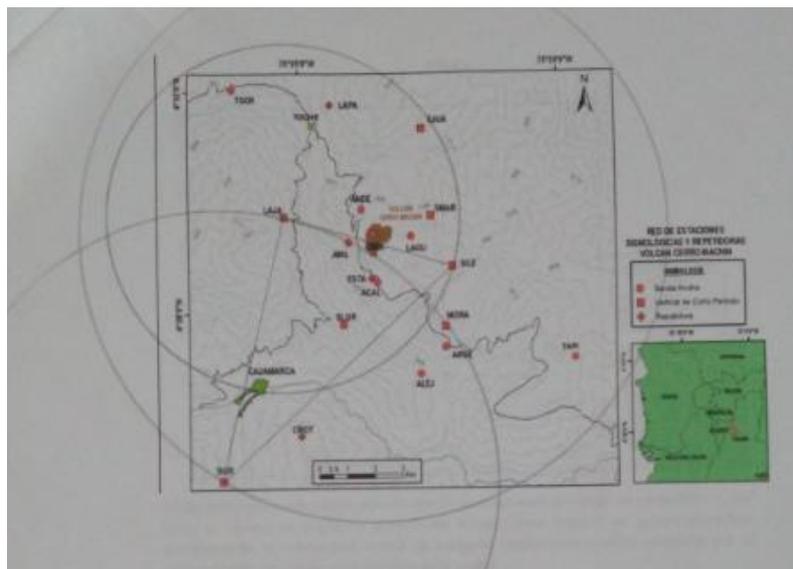
Posteriormente a lo anteriormente descrito, el docente entiende la diferencia de tiempos de llegadas de la onda P y de la onda S dentro del sismograma.

Luego, logra hacer una interpretación del mapa que contiene las estaciones sísmicas y repetidoras de la red sismológica del volcán cerro machín.

Unos minutos más tarde, el profesor F piensa que para encontrar el epicentro del terremoto generado por el movimiento de fluidos dentro del volcán, debe hacer unas circunferencias que tengan como radio, la distancia que hay de una estación sísmica a la otra, es decir, que el radio a construir de la estación sísmica LAJA, debe ser desde la estación LAJA hasta la estación sísmica SILE, y el radio de la estación sísmica SILE, debe ser desde la estación SILE hasta la estación TIGR y el radio de la estación sísmica TIGR debe ser desde la estación sísmica TIGR hasta la estación sísmica LAJA.

Lo anteriormente descrito, se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Figura 30 Idea inicial de la ubicación del epicentro del movimiento sísmico



Fuente: El Autor

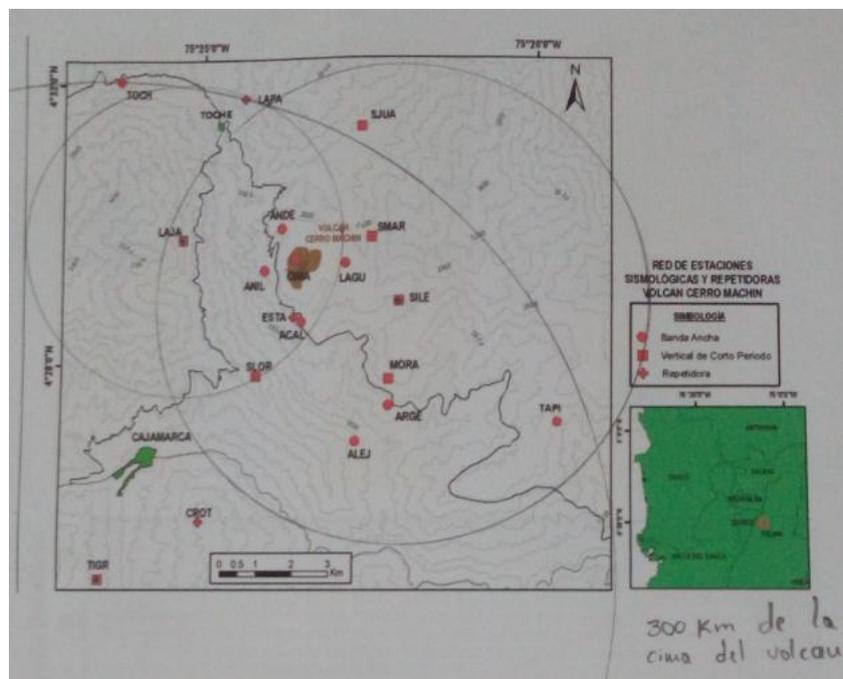
que la estación sísmica SILE y LAJA tienen un mismo radio, lo que indica que el sismo llegó al mismo tiempo a las dos estaciones sísmicas, lo cual es una falsedad, porque en el problema propuesto indica que la onda P y S llegan primero a la estación LAJA y poco tiempo después llegan a la estación SILE.

Posteriormente, se le dan unas indicaciones al profesor, para que observe las herramientas que se le han brindado y las condiciones que presenta la pregunta generadora.

El profesor reconoce la tabla que contiene el tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo por la distancia al epicentro en kilómetros.

Luego, hizo una circunferencia por cada una de las diferentes medidas encontradas en la tabla antes mencionada, ubicando como centro las estaciones sísmicas LAJA, SILE Y TIGR, y como radio la distancia del epicentro reflejado en kilómetros, quedando la gráfica de la siguiente forma.

Figura 32 Ubicación del epicentro del movimiento telúrico



Fuente: El Autor

Por lo cual, concluye que el epicentro del sismo generado por el movimiento de fluidos y el fracturamiento de roca dentro del volcán cerro machín, está ubicado cerca de la estación sísmica y repetidora LAPA.

6.4.4 Análisis de la segunda actividad de la secuencia didáctica. Como etapa inicial para el proceso de elaboración de un modelo que permita explicar la ubicación del epicentro de un evento asociado a un movimiento telúrico por la erupción de un volcán, se trabajó con los profesores en ejercicio algunas categorías que permiten diferenciar la comprensión de los diferentes modelos que plantean cada uno de los docentes.

Por lo tanto, se da inicio a la categoría de la comunicación del modelo, aunque es importante decir que esta categoría, está diseñada en función de la forma en que comunican libremente el modelo y la solución de la ubicación del epicentro del movimiento de capa telúrica.

En consecuencia, a lo anterior, la docente Y presenta un reconocimiento visual respecto a la distancia en donde ocurrió el epicentro del movimiento de capa telúrica, provocado por el volcán cerro machín. Es decir, la docente en ejercicio distribuye de forma intuitiva la distancia a la que se encuentra el epicentro del evento a cada una de las estaciones sísmicas seleccionadas por el docente investigador de forma intencionada, y golpeadas por la liberación de energía que contenía el sismo. La idea presentada por la docente es correcta, debido a que el registro del sismograma contiene los tiempos de llegada de la onda P, S, Love y Rayleigh en cada una de las estaciones sísmicas de la red sismológica de vigilancia del volcán cerro machín.

A continuación, se presenta una de las ideas expuestas por la profesora en ejercicio.

"Y: por ejemplo, lo que es la estación, TIGR, es la que más lejos está, no más con el tiempo y ahí se ve que está bien lejos, en cambio la estación LAJA está más cerca al punto del epicentro, no más con el tiempo que es un minuto de tiempo que es la onda primaria a la Secundaria, yo sé que ya es más cercana al epicentro"

Ahora bien, bajo estas palabras utilizadas por la profesora en ejercicio de matemáticas, al parecer se evidencia una idea intuitiva de la modelización matemática dentro de este plano.

Por otro lado, la profesora en ejercicio de matemáticas, piensa que el epicentro del movimiento telúrico se encuentra ubicado dentro del volcán cerro machín, porque en la descripción de la actividad dos de la secuencia didáctica dice textualmente lo siguiente.

El día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información

De donde la docente asume que el evento sísmico tiene como epicentro el volcán, por tal razón la profesora en ejercicio de matemáticas presenta un error conceptual frente modelización del problema propuesto por el docente investigador.

A continuación, se presenta una de las ideas expuesta por la profesora, dentro de la actividad número dos de la secuencia didáctica.

"Y: el punto central para mí, es el volcán"

"F: si porque yo asumo que es movimiento de roca y lava, pues el epicentro es el volcán"

"Y: pues por eso toca hacer una circunferencia del volcán a LAJA, del volcán a SILE y del volcán a TIGR"

Aunque la docente logra encontrar el camino a la respuesta, porque después de entender que el epicentro del evento sísmico no era dentro del volcán. La docente encuentra la distancia que separa el epicentro del movimiento telúrico de las tres estaciones sísmicas y repetidoras de la red sismológica de vigilancia del volcán cerro machín y posteriormente construye los respectivos radios con las respectivas distancias encontradas gracias a la diferencia de tiempos de

llegada de la onda P y la onda S a las estaciones y también la distancia de diferencia con la que llegaron las ondas P y S a las mismas estaciones.

La afirmación anterior se puede observar en la descripción de la segunda actividad de la secuencia didáctica.

Por otro lado, la profesora L, cumple las condiciones que el profesor investigador vinculó a la pregunta generadora, porque logra modelizar el problema planteado por él.

La profesora L, imaginariamente cambia las estaciones sísmicas por puntos y a partir de este cambio, determina un radio para cada uno de los puntos establecidos, de donde, diseña tres circunferencias con un punto en común, este punto lo denomina como el epicentro del evento generado por el cerro machín.

A continuación, se presenta una de las ideas expuestas por la profesora L.

L: es que yo tengo la siguiente idea, vea, como hay tres puntos, cierto, entonces puedo hallar la intersección entre las tres estaciones y la intersección que se me dé, entre las tres estaciones es el epicentro, pero la verdad, no tengo ni idea cómo hacerlo.

La idea expuesta por la docente es válida, porque una vez las estaciones sísmicas recepcionen las vibraciones de la onda P y la onda S, existe la tabla que emite diferenciar la distancia en kilómetros en el momento en el que llega la onda P y la onda S a la estación sísmica y repetidora del volcán cerro machín, además también permite diferenciar los tiempos de llegada en segundos de las diferentes ondas.

La distancia en kilómetros antes reconocida, permite diferenciar la distancia a la que esa estación sísmica, esta del epicentro del movimiento telúrico. En este caso, lo provocado por el volcán machín. Como no se sabe a qué dirección se encuentra el epicentro del evento, entonces construye un radio con los kilómetros antes encontrados y posteriormente diseña una circunferencia, teniendo como resultado que el borde de ésta, pueden ser los posibles casos en donde se encuentre el epicentro del movimiento telúrico.

Como son tres estaciones sísmicas, hace el mismo procedimiento con las otras dos estaciones, encontrando como resultado un punto en común entre las tres distancias construidas.

A continuación, se presenta otra de las ideas expuestas por la profesora L.

"L: es que yo desde el principio les dije que algo tenía con el tiempo, para hallar las distancias, y para mí el epicentro esta entre la intersección que puede haber de las tres circunferencias, la intersección es el epicentro"

"L: es el tiempo el que me va determinar la velocidad de la onda, de donde salió, y entonces, si yo por medio del tiempo hayo una intersección de las tres estaciones, estaría hallando el epicentro, de donde salió la onda"

La profesora L, logra entender el modelo, porque se da cuenta que el radio que debe construir, debe salir de cada una de las estaciones sísmicas y además, sabe que el radio debe ser construido a partir de los tiempos de llegada de la onda P y de la onda S, por consiguiente lo único que le resta es construir el modelo, además sabe que al construir las circunferencias el punto en común de estas es el epicentro.

Por otro lado, el profesor F, entiende que se deben construir unas circunferencias, pero para construirlas es necesario determinar el radio o la distancia a las que se encuentran las estaciones sísmicas del epicentro del movimiento telúrico provocado por el cerro machín.

Por lo tanto, el docente en ejercicio de matemáticas propone que el radio sea igual a la distancia que hay de una estación a la otra, luego dice que, del epicentro hasta la última estación registrada

"F: para mí el radio es la distancia que hay entre una estación a la otra, del epicentro hasta la última estación registrada"

De las palabras utilizadas por el profesor F, se asume que el epicentro del evento sísmico generado por el cerro machín, está dentro del mismo volcán.

Por consiguiente, hay un cruce de ideas entre el docente investigador y el profesor en ejercicio. Estas ideas van encaminadas en función de la modelización del problema.

"J: sabemos que la estación más cercana al epicentro fue la que menos tiempo tardo en llegar a la estación, cierto"

"F: claro, esa es la más cercana, y sí yo hago un radio, vea tienen sentido, porque, si ve que este radio de acá toca primero esta, mientras que para tocar a esta necesita una circunferencia de mayor, digamos de mayor amplitud, de mayor área"

"J: pero esta circunferencia que usted dice, está tocando las dos estaciones al mismo tiempo"

"F: sí señor"

"J: cierto, aquí hay algo curioso, porque si tomo las dos diferentes tiempos, porque tiene igual distancia"

"F: entonces eso quiere decir, que la onda no se desplaza de manera circunferencial, sino vertical, puede ser una recta y no una"

De esta última idea presentada por el docente F, se identifica que el profesor en ejercicio y denominado por la sigla F, entiende que las ondas sísmicas se desplazan de forma vertical, aunque es importante reconocer que las ondas son movimientos que se desplazan de forma circular.

Luego, el profesor F continúa con la idea que viene desarrollando, donde determina y acepta que el cerro no es el epicentro del movimiento telúrico.

Porque de ser así, cuando construye la circunferencia para determinar la distancia que hay del epicentro del movimiento telúrico a las estaciones sísmicas, la circunferencia construida, pasa por dos estaciones a la misma vez, pero con diferentes tiempos de llegada, lo que indica que hay una contradicción, porque las estaciones no pueden presentar igual tiempo de llegada de las ondas, pero con diferente distancia del epicentro del evento sísmico.

"F: más bien, y no es el volcán como lo hemos interpretado, yo desde que leí el documento me di cuenta que iba ser el problema que no especifican, dicen a cuantos kilómetros bajo tierra se registró el movimiento, el hipocentro"

"F: pero y de donde partimos si no sabemos ni siquiera en donde se generó el sismo, a ciencia cierta, yo pensé que era en pleno centro del volcán machín y no porque, si fuese ahí, toca dos estaciones al mismo tiempo y se supone primero llego a LAJA que a SILE"

En este sentido el profesor F comienza a presentar ideas que van en función de la construcción de la modelización del problema propuesto por el docente investigador.

A continuación, se presentan las ideas expuestas por el profesor F

"F: porque si empezamos a hacer un radio por cada una de las tres estaciones, entonces va quedar como si aquí hubiese un movimiento y aquí otro y aquí otro, y se van a cruzar unos a otros"

"F: J será que, si yo hago una circunferencia que salga de la primera estación que es LAJA, reportar el sismo, que toque a la segunda estación que es SILE y de la segunda estación hago otra circunferencia que toque a la tercera estación, ¿en esa intersección pasa algo?"

De la anterior participación del docente, se evidencia que analiza cada uno de los argumentos utilizados por los otros docentes para construir el diseño que le facilitará, determinar la solución a la pregunta hecha por el investigador, es decir que comienza a construir argumentos que van a favor y en contra de todo proceso modelizador.

En conclusión, la categoría de la comunicación del modelo de la secuencia didáctica contiene información importante dentro de los marcos del conocimiento de los profesores en ejercicio.

Aunque se puede decir que los docentes entienden los desplazamientos de las ondas, los tipos de ondas, los daños que causan las diferentes ondas, y lo más importante, como encontrar el epicentro del movimiento de capa telúrica a partir de procesos matemáticos, es decir, utilizando el pensamiento espacial y pensamiento geométrico como herramienta que permitiera codificar la solución de la pregunta generado. Tal inferencia se hace, a partir de la construcción de la solución que diseño cada uno de los profesores en ejercicio del problema propuesto por el profesor investigador.

Por otro lado, se encuentra la categoría de las concepciones de las matemáticas. Por lo tanto, se da inicio a la categoría de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, aunque es importante decir que esta categoría, está diseñada en función de la forma en que están entendiendo las matemáticas en desde una figura más filosófica, es decir, desde el pensamiento de la Naturaleza de la ciencia.

En consecuencia a lo anterior, el profesor F dice que las matemáticas son:

"F: yo pienso que la matemática es el idioma de la naturaleza, ósea, a través de ella interpretamos las situaciones cotidianas, estoy totalmente de acuerdo"

"F: el salto de una rana, es una parábola"

"F: donde puede ser el eje X el tiempo, cinco momentos, y digamos segundos, y el eje Y puede ser la altura, la altura que registra la rana, podemos ver el punto máximo que registra la rana y luego empieza a descender"

En este sentido, el docente presenta una concepción formalista respecto al pensamiento del conocimiento matemático, porque su participación va en función de entender la matemática como un lenguaje de la naturaleza, tanto así que representa el salto de una rana mediante la función de la parábola.

Por otro lado, la profesora dice que la matemática nació estructurada, de lo cual no se puede establecer la intencionalidad de la palabra utilizada, porque el hecho de nacer no significa que sea inventado o descubierto, por lo tanto el investigador asocia la segunda parte de la frase utilizada por la profesora Y, para determinar la intencionalidad con la que va dirigida la idea intuitiva de la docente.

La segunda frase utilizada por la profesora Y es la siguiente.

La observación fue hecha de la parte natural, es decir que la observación fue una creación del hombre, y cuando el hombre crea los objetos matemáticos, quiere decir que presenta una concepción formalista, porque entiende que la matemática necesita de una estructura para ser organizada y jerarquizada lógicamente, como el mismo lenguaje.

En este sentido la docente presenta una concepción formalista de la matemática con esta idea expuesta dentro del grupo.

A continuación, se presenta el argumento utilizado.

"Y: de por si la matemática nació estructurada y la observación fue hecha de la parte natural"

Además, la participación efectuada por la docente, conserva una correspondencia con el análisis de los instrumentos utilizados para determinar las concepciones a las que estaban ligados los docentes en ejercicio de matemáticas.

Tal información se puede observar en el análisis de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático de la profesora Y, donde ella entiende que la matemática se estructura en función de la mente humana y define los conceptos matemáticos en un sentido lingüístico en el universo de las matemáticas, con el objetivo de proveer solo explicaciones

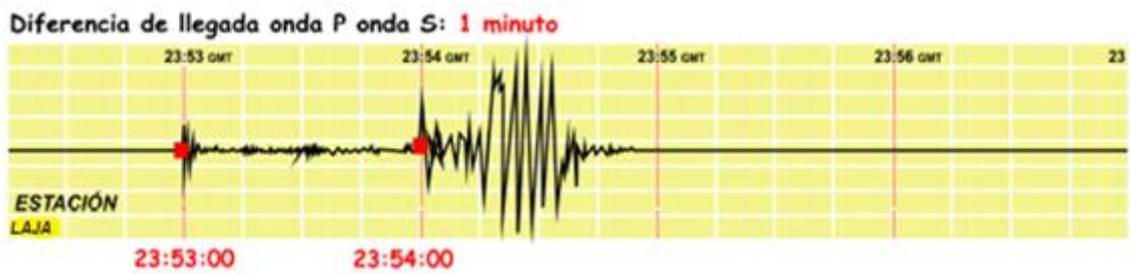
En conclusión, la categoría de la naturaleza del conocimiento matemático contiene información importante dentro de las concepciones de las matemáticas, por parte de los profesores en ejercicio de la matemática, aunque es importante reconocer que los docentes presentan diferentes formas de interpretar el conocimiento matemático por ser seres únicos e irremplazables con capacidades y destrezas de diferente índole.

6.4.5 Descripción de la tercera actividad de la secuencia didáctica

ACTIVIDAD N° 3: De acuerdo a la ubicación estratégica de cada uno de las estaciones sismológicas y repetidoras del volcán cerro machín, se pueden establecer los tiempos de llegada de cada una de las diferentes ondas S, P, Love y Rayleigh, en cualquier momento, además a lo anteriormente descrito, se puede establecer la diferencia exacta de la onda P y la onda S en kilómetros y en tiempos, después de impactar cada una de las estaciones sísmicas.

En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información:

Figura 33 Diferencia de Llegada onda P onda S

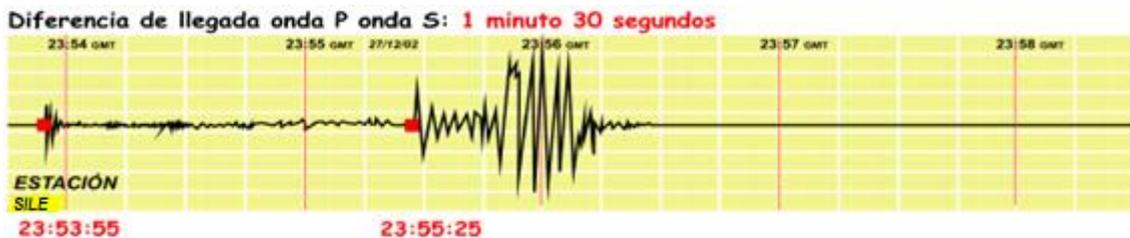


Fuente: El Autor

De la figura anterior, se puede deducir que de la onda S a la onda P, hay una diferencia de tiempo de 1 minuto de llegada, es decir, que tardo un minuto más, en llegar la onda S a la estación sísmica LAJA. Además, se puede afirmar que la distancia a la que se encuentra la estación sísmica al epicentro del volcán, es de 300 kilómetros, de acuerdo con la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro reflejada en kilómetros.

Por otro lado, se tiene que la estación sísmica SILE siente el poder de la onda minutos más tardes, dejando un registro en el sismograma de la siguiente forma.

Figura 34 Diferencia de Llegada onda P onda S



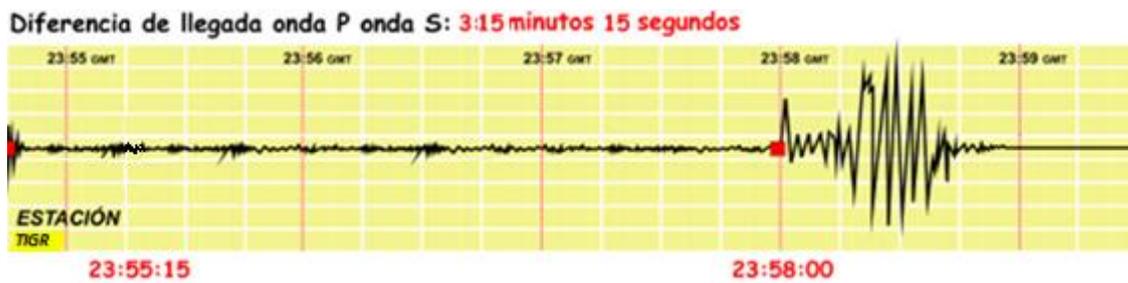
Fuente: El Autor

De la anterior figura, se puede afirmar que la onda P llegó primero que la onda S, además, el tiempo que tardo de más la onda S en llegar a la estación sísmica, es de un minuto con treinta segundos, también se puede decir que la distancia que presenta el sismógrafo hasta el epicentro del movimiento de capa telúrica es de 650 kilómetros.

Por último, se tiene que la estación sísmica TIGR, también fue golpeada por el sismo emitido por el volcán cerro machín.

El registro emitido por el sismograma es el siguiente.

Figura 35. Diferencia de llegada onda P onda S



Fuente: El Autor

Del anterior sismograma, ¿qué información puedes deducir?, pero dentro de esta información debe estar la distancia que hay desde la estación sísmica TIGR al epicentro del sismo, recuerda que puedes utilizar cualquier proceso matemático que sea necesario para su ubicación.

En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 2, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.

DESCRIPCIÓN DE LA TERCERA ACTIVIDAD DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA. Una vez entregados los materiales a los docentes participantes del grupo de formación en las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, se dedican a leer y a analizar detalladamente el contenido de la pregunta de la secuencia didáctica, elaborada por el investigador.

A continuación, se encuentra la descripción detallada de cada una de las ideas utilizadas y elaboradas por los docentes en formación, para dar respuesta a la pregunta generadora.

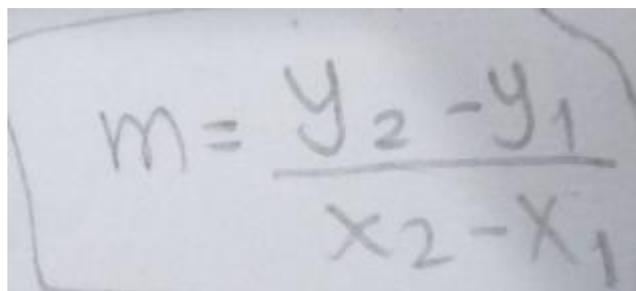
La primera descripción que se hizo, fue la de la profesora L, posteriormente se pasa a la profesora Y, luego tenemos la descripción del profesor F y por último, la de la profesora G.

Por lo tanto, la profesora L piensa que para solucionar la pregunta generadora de forma más sencilla y eficaz, es necesario revisar la primera estación sísmica (LAJA) y la distancia que hay de la estación sísmica al epicentro del sismo, ósea 300 km, luego esa distancia se debe tomar como base, para seguir ampliando la diferencia que hay de la onda P a la onda S, esto con el fin de encontrar la distancia a la que se encuentra la estación sísmica TIGR. Aunque la profesora, no logra identificar esa distancia por medio de este razonamiento, por tal razón abandona su planteamiento inicial.

Después de relacionar, conjeturar y hacer análisis de forma silenciosa, la docente manifiesta que para encontrar la distancia del epicentro a la estación sísmica TIGR, debe hacerse una regla de tres simples con los datos que tiene en los anteriores sismogramas, es decir, los sismogramas de la estación sísmica LAJA y la estación sísmica SILE. Pero la profesora no toma la iniciativa de hacerlo de forma física, sino más bien de forma mental, quizá lo que no la deja formalizar y conformar una idea más clara respecto a la solución de la pregunta generadora.

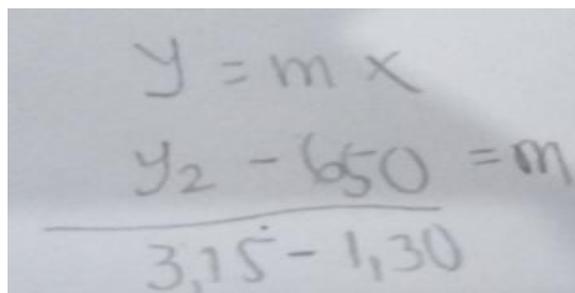
La docente, piensa que por medio de la ecuación de la pendiente podría encontrar algún tipo de información que la conlleve a darle respuesta a la pregunta construida por el investigador

Figura 36 Formula de la profesora L


$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Fuente: El Autor

Figura 37 Formula de la profesora L



The image shows a piece of paper with handwritten mathematical formulas. The first line is $y = m \cdot x$. The second line is $y_2 - 650 = m$. Below this, there is a horizontal line, and then the expression $3,15 - 1,30$ is written.

Fuente: El Autor

Sin embargo, no logra sentirse satisfecha con este método utilizado.

En uno de sus últimos intentos por encontrar la solución al problema propuesto por el investigador, la docente piensa que, por medio de la construcción de una función, podría encontrar la solución, las funciones que ella plantea como solución a la pregunta generadora, es la función logarítmica y la función exponencial, sin embargo, no le da valores a las funciones propuestas.

La docente expresa su inconformidad por no poder encontrar la distancia que hay desde el epicentro del movimiento de capa telúrica hasta la estación sísmica TIGR por medio de procesos netamente matemáticos, además, se siente frustrada por no entender cuál sería el camino correcto para encontrar la solución de la pregunta generadora.

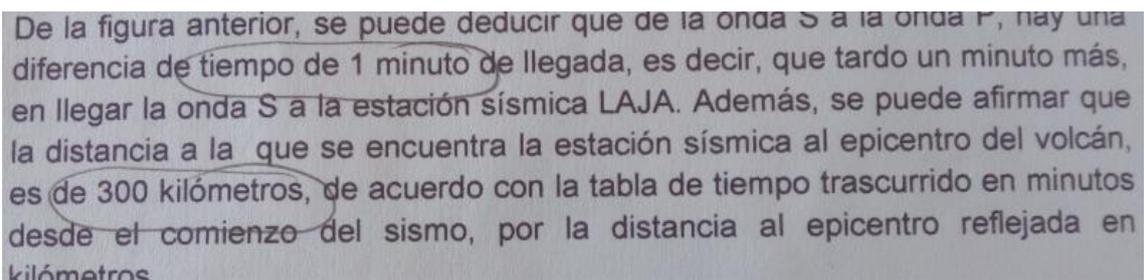
A continuación, encontramos la descripción de la profesora Y.

La docente Y se dedica a leer muy detalladamente la descripción de la pregunta generadora, por lo cual se toma un tiempo moderado para comenzar a plasmar sus ideas en la hoja de respuesta.

La primera idea que utilizó la profesora Y para solucionar la pregunta generadora, fue por medio de la razón de cambio, es decir que ella hizo el siguiente análisis:

Y: dice que para encontrar la distancia que hay del epicentro del movimiento telúrico a la estación sísmica TIGR, el proceso matemático más adecuado para utilizar es precisamente por medio de la razón de cambio, ella señala alguna información que fue entregada en la pregunta generado.

Figura 38 Analisis de la informacion de la actividad de la secuencia didactica por parte de la docente Y



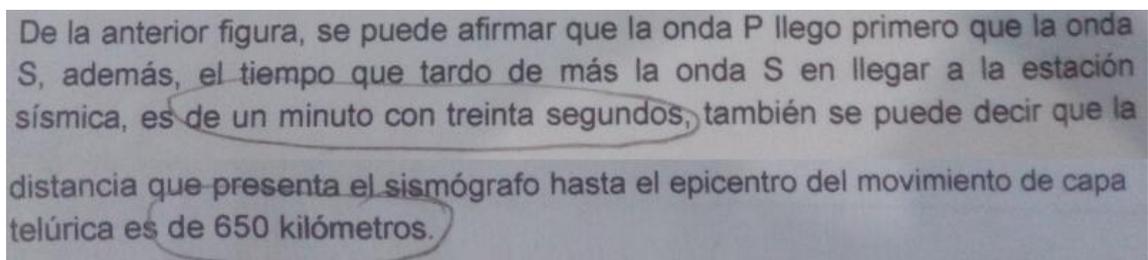
De la figura anterior, se puede deducir que de la onda S a la onda P, hay una diferencia de tiempo de 1 minuto de llegada, es decir, que tardó un minuto más, en llegar la onda S a la estación sísmica LAJA. Además, se puede afirmar que la distancia a la que se encuentra la estación sísmica al epicentro del volcán, es de 300 kilómetros, de acuerdo con la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro reflejada en kilómetros.

Fuente: El Autor

De ahí, dice que, por cada 60 segundos transcurridos, el sismo recorre una distancia de 300 kilómetros.

Luego, dice que, por cada 90 segundos transcurridos, el sismo recorre 450 kilómetros, aunque ella reconoce que hay un error en la interpretación que le está dando a la pregunta generadora, ya que en el ejercicio, esta información es falsa. Por consiguiente, ella acepta que debe cambiar la estrategia utilizada porque está equivocada, debido a que esta proporcionalidad no está de forma directa y tampoco de forma inversa.

Figura 39 Analisis del ejercicio de la secuencia didactica



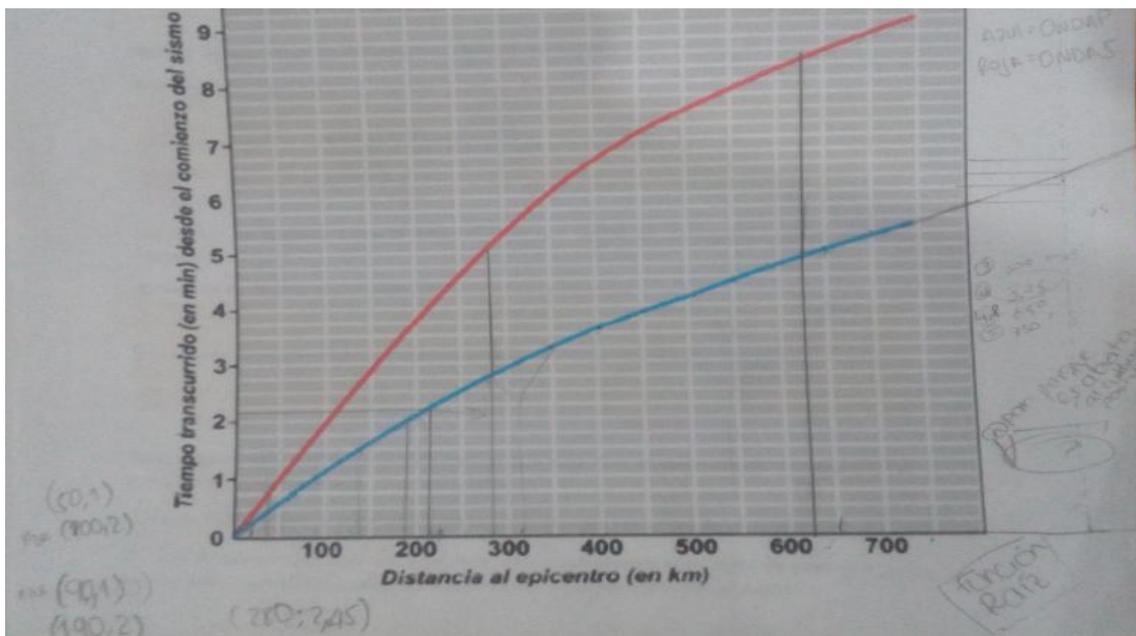
De la anterior figura, se puede afirmar que la onda P llegó primero que la onda S, además, el tiempo que tardó de más la onda S en llegar a la estación sísmica, es de un minuto con treinta segundos, también se puede decir que la distancia que presenta el sismógrafo hasta el epicentro del movimiento de capa telúrica es de 650 kilómetros.

Fuente: El Autor

Tomando otra idea de las que utilizó la profesora Y, para solucionar la pregunta generadora, se puede decir que ella, relaciona el comportamiento de la onda P

y de la onda S, con alguna función $f(x)$, obviamente la función de la onda P es diferente a la función de la onda S, porque manejan diferentes velocidades, pero al encontrándolas, se podría prolongar más minutos y más kilómetros a la tabla que indica el tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro del sismo reflejado en kilómetros.

Figura 40 Analisis de la tabla del tiempo transcurrido por la distancia al epicentro

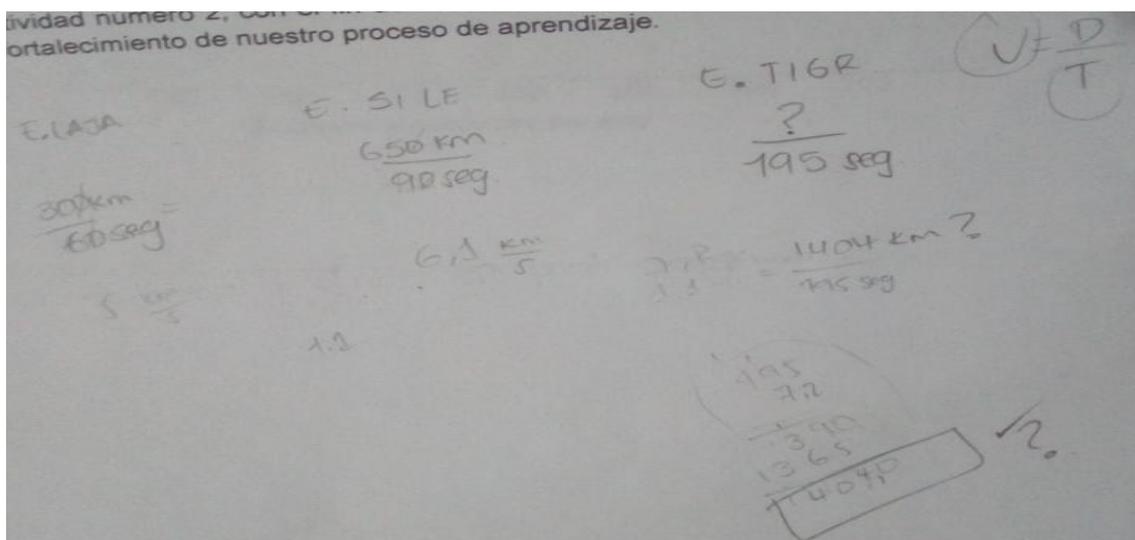


Fuente: El Autor

Aunque la profesora, también intento proyectar el comportamiento de la onda de forma manual y también por medio de coordenadas, pero con sus ideas lo lograba encontrar la distancia que había desde el epicentro del sismo hasta la estación sísmica TIGR.

Por último, la docente hace algunas relaciones generales con cada una de las estaciones sísmicas, tratando de darle respuesta a la pregunta generada.

Figura 41 Calculos utilizados por la docente Y



Fuente: El Autor

La docente manifiesta que se sintió perdida dentro del ejercicio, porque no logro identificar la función que realmente estaba buscando, dice que no logro encontrar las características que construyen una función, pero reconoce que quizá sea porque no recuerda con claridad todas las funciones.

Por otro lado, encontramos la descripción de las ideas propuestas por el profesor F a la pregunta construida por el docente investigador.

Después de leer detalladamente y analizar la pregunta generadora durante algunos minutos, el docente piensa que la forma más fácil de solucionar el problema propuesto por el docente investigador, es precisamente encontrando una función $f(x)$, que le permita hallar las coordenadas que hay de una onda a la otra, es decir, que el profesor F está buscando una función que le permita encontrar la medida exacta con respecto al tiempo y a la distancia en que la onda P y la onda S se amplían por medio del comportamiento de cada una de ellas. En pocas palabras lo que está haciendo, es buscando el comportamiento que hay en las dos ondas, para así proyectarlas y encontrar la distancia que hay desde el epicentro hasta la estación sísmica TIGR.

Pasados unos minutos, el docente interpreta que no puede seguir bajo el razonamiento anterior, porque entiende, que durante el despliegue de la onda S

y la onda P, no hay puntos en común, por tal motivo no se van a encontrar en ningún punto las dos ondas, además el mismo profesor manifiesta que el comportamiento de las dos ondas son muy variables y por ende es difícil de encontrar un patrón de logre saciar la necesidad que se está buscando.

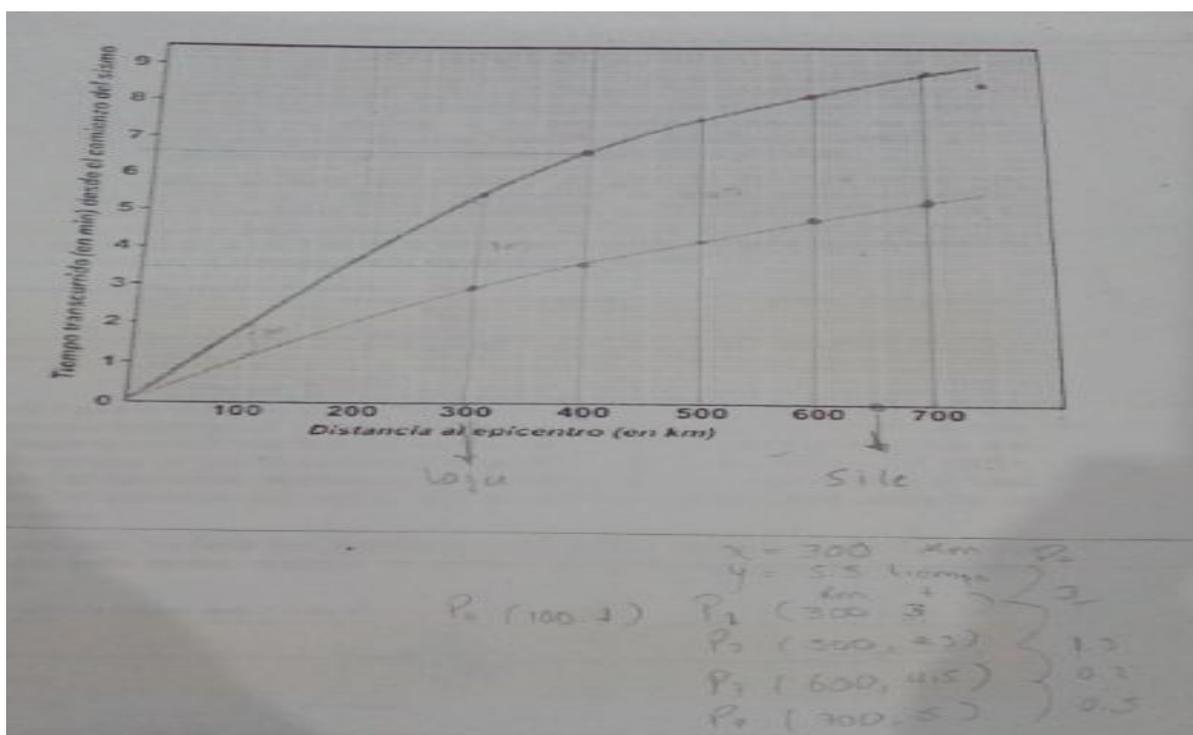
Posteriormente, el docente hace un análisis del recorrido de la onda S y de la onda P, de lo cual se puede decir que el docente manifiesta que:

F: dice que cuando pasa un sismo y las ondas han transcurrido 100 km, la onda S le lleva una diferencia X de tiempo a la onda P. pero cuando las ondas han recorrido 300 km, la onda S le lleva una diferencia de 3 minutos a la onda P, luego, cuando las ondas han recorrido 500 km, la onda S le lleva una diferencia de 4,3 minutos a la onda P, aunque es importante reconocer que de los 300 km a los 500 km hay una diferencia de tiempos de 1,3 minutos, por otro lado tenemos que cuando las ondas han recorrido 600 km, la onda S le lleva una diferencia de 4,5 minutos a la onda P y de los 500 km a los 600 km hay una diferencia de tiempo de 0,2 minutos y así sucesivamente continua su razonamiento.

Aunque, el docente no logra descubrir un comportamiento dentro de su razonamiento que le permita encontrar una estructura que conlleve a responder la pregunta generadora, Por lo cual, el docente asume que realmente este proceso no es acertado para encontrar la respuesta a la pregunta generadora.

En la siguiente imagen se puede ver de forma directa el razonamiento antes descrito por el profesor F.

Figura 42 Analisis utilizados por la docente F



Fuente: El Autor

El docente manifiesta que el ejercicio está muy bien planificado, pero no logra identificar la respuesta de la pregunta generadora, además, dice que no se siente frustrado por esto, porque reconoce que existen procesos matemáticos más complejos que otros, por lo cual, estamos en constante crecimiento intelectual.

6.4.6 Análisis de la tercera actividad de la secuencia didáctica. Como etapa inicial para el proceso de elaboración de un modelo que permita encontrar los análisis del sismograma después de registrar la liberación de energía por parte del fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, se trabajó con los profesores en ejercicio las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático y la categoría de la comprensión del contexto de significado, para comprender los diferentes modelos que plantean cada uno de los docentes en ejercicio.

Se da inicio a la categoría de la comunicación del modelo, aunque es importante decir que esta categoría, está diseñada en función de la forma en que comunica

libremente el modelo que están construyendo y las características que presentan de la estación sísmica TIGR.

Por consiguiente, la profesora L, piensa que para dar respuesta a la pregunta elaborada como mecanismo de extracción de información, se debe medir la distancia que hay de la estación más cercana al epicentro del movimiento de capa telúrica generado por el fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín. Esto con el fin de saber la distancia con la medida de la regla, posteriormente hace el mismo ejercicio, pero con la estación más lejana al epicentro del evento sísmico que la anterior estación sísmica y por último hace la misma operación con la última estación sísmica.

Siguiendo la anterior lógica, ya se tiene el radio de la última estación, aunque el radio está por medio de la distancia de la regla, más no en kilometraje como lo pide la pregunta generadora, por consiguiente, la profesora en ejercicio plantea dentro de sus intervenciones que debe medir la distancia que encontró en la medida de la última estación sísmica hasta el epicentro del volcán cerro machín en la tabla de la distancia al epicentro en kilómetros por el tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, para obtener la distancia al epicentro desde la última estación en kilómetros.

A continuación, se presentan algunas de las ideas expuestas por la docente en ejercicio en pleno desarrollo de la actividad tres de la secuencia didáctica elaborada por el docente investigador.

“L: la de la primera estación al epicentro, entonces es tomar como base esa distancia y pues mirar así hasta que nos llegue a 10 que nos dio el radio de la otra”

“L: simplemente es para mirar, como tratar de seguir la trayectoria que tienen las dos ondas”

“L: yo no sé si sea muy descabellado, si sea acertado, no sé, pero a mí se me ocurre seguir la dirección que tienen las dos ondas para medir los 10 centímetros de radio”

Es importante reconocer que la profesora en ejercicio de matemáticas presenta una idea intuitivamente correcta, lo único que le hace falta es plasmarla en las

hojas, describir lo dicho, modelar la situación planteada, porque la idea ya la tiene.

Por otro lado, la profesora Y, plantea que la solución del problema no necesariamente debe ser por medio de la regla como lo explica la profesora L, más bien debe ser por medio de la razón.

“Y: yo no más mirándolo aquí, la razón que yo saque, por ejemplo, en la estación las LAJAS son 300 kilómetros en 60 segundos, se supone que la mitad de eso, serian otros 30 segundos entonces serian 150”

“Y: mire que yo ahorita chismoseándole lo que usted decía, mire, cuando estamos en 300 que eran 3 centímetros, entonces yo mire, cuando mire que 4 centímetros me dan 375, ahí subió 75 y cuando mire que el otro era de 5 centímetros el ultimo que medimos que era 650 kilómetros, dio 650, que mire hay, que al sumarle 375 otros 375 me da 650, algo está surgiendo ahí, entonces hay que seguir mirando a ver que se puede hacer”

Es importante reconocer que la idea presentada por la profesora en ejercicio de matemáticas, más que encontrar la solución al problema planteado, es encontrar la naturaleza del pensamiento que utiliza la docente para solucionar el problema, por lo tanto, en este caso no es necesario calificar el planteamiento que utilizo la docente Y. Sin embargo, con este diseño no llegaría a encontrar la distancia que hay de la estación más lejana al epicentro del evento sísmico, porque realmente necesita hacer la comparación de la distancia encontrada, con la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo por la distancia al epicentro en kilómetros, para determinar el trayecto que separa la estación del epicentro.

Por otro lado, se tiene que el docente F, presenta otra posible forma de encontrar la distancia que separa la estación sísmica más retirada del epicentro al epicentro del evento sísmico generado por el volcán cerro machín.

El docente plantea que la forma más adecuada para encontrar la distancia que hay del epicentro a la estación, es necesario encontrar una función que determine el comportamiento del sismo o el comportamiento de la amplitud. Aunque el profesor también dice que

"F: por eso, eso es lo que yo estoy mirando a ver si encuentro una coordenada que me permita encontrar una función que me permita encontrar la amplitud"

"F: yo estoy tratando de encontrar la función que me permita encontrar el comportamiento de ese sismo"

En este sentido, el método que el profesor F utilizó, sin la intención de usar ningún calificativo por su aporte, no es el más adecuado para este proceso, porque mientras la pregunta generadora le pide la distancia de la estación más retirada del epicentro hasta el epicentro, él está buscando una función que le permita encontrar la amplitud de la onda generada por el movimiento telúrico por culpa del fracturamiento de roca y movimiento de fluidos dentro del volcán.

Por otra parte, quiere encontrar el comportamiento del sismo, pero ese comportamiento ya lo tiene gracias a los registros emitidos por el sismograma.

Aunque la idea antes expuesta, el docente nuevamente plantea que

F: tratando de interpretar las coordenadas que hay de una onda a la otra, para poder deducir una función que me permita mirar que pasa cuando son 10 kilómetros el tiempo que tarda en llegar la onda a la estación TIGR"

Por lo tanto, el profesor F se encuentra interpretando las coordenadas de las otras ondas, para saber cuánto tiempo tarda en llegar la onda a la estación sísmica más lejana.

Ahora bien, la pregunta tres de la secuencia didáctica no va en función de encontrar el tiempo que tarda en llegar la onda a la estación más retirada al epicentro, si no de encontrar la distancia que hay de la estación más retirada al epicentro del evento sísmico, además en la afirmación hecha por el docente, se encuentra que esa distancia mide 10 kilómetros. Esos 10 kilómetros no son la respuesta correcta hecha por el docente investigador, porque para encontrar tal medida debe encontrar la relación que hay entre la onda P y la onda S en la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo por la distancia al epicentro en kilómetros.

Los diferentes planteamientos de los profesores, son elaboraciones muy importantes para la construcción de un modelo que saciará las necesidades de la pregunta tres de la secuencia didáctica elaborada por el docente investigador, sin embargo la solución de esta, no es lo más importante en esta investigación,

lo importante aquí es entender el cómo y por qué reaccionaron y utilizaron los métodos ya antes descritos como posible herramienta para llegar a la solución.

En conclusión, se puede decir que existen diversas formas de entender e interpretar los planteamientos propuestos por el docente investigador en el punto tres de la secuencia didáctica, aunque eso no quiere decir que la docente L, el docente F y la docente Y, hayan encontrado la respuesta correcta a la pregunta planteada por el profesor investigador, sino más bien deja al descubierto la naturaleza del pensamiento de los docentes participantes del grupo en formación de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, porque toda observación o inferencia depende de los marcos teóricos que tenga el individuo (Vásquez, 2002).

Por otro lado, dentro del proceso de la elaboración de un modelo que permita encontrar los análisis y la distancia del sismograma más lejano al epicentro del movimiento telúrico, después de registrar la liberación de energía por parte del fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín. Emerge otra categoría en el desarrollo de la tercera actividad de la secuencia didáctica, esta categoría fue denominada como concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

Por lo tanto, se da inicio a la categoría de las concepciones de las matemáticas. El profesor F contiene ideas que pertenecen a la concepción formalista, porque presenta el conocimiento matemático en función de una estructura lógicamente organizada y estructurada, además que la matemática no es inventada sino creada a partir de la necesidad que la naturaleza le ofrecía al hombre. De hecho, plantea que el conocimiento matemática aprendido y enseñado por medio de la interacción con el mundo.

A continuación, se presentan algunas de las ideas expuestas por el docente de matemáticas en ejercicio en el desarrollo de la actividad número tres.

"F: la matemática son el idioma de este mundo, algún proceso implícito debe haber, el hecho de que un sistema lo solucione y un sistema computacional binario, meramente"

"F: el momento en que el hombre tuvo necesidad de los números yo creo que fue cuando empezó a darse cuenta de tantas cosas, cuando trato de relacionar la cantidad de personas que había en su cueva con la cantidad de pescados que tenía que llevar para la cena, esa necesidad, esa aplicación a la vida, yo creo que es más significativa que enseñar un poco de fórmulas. Esta corriente es mucho más romántica"

Estas ideas sobre el conocimiento matemático presentan una correspondencia directa con la posición del docente F en las pruebas diagnósticas.

6.4.7 Descripción de la cuarta actividad de la secuencia didáctica

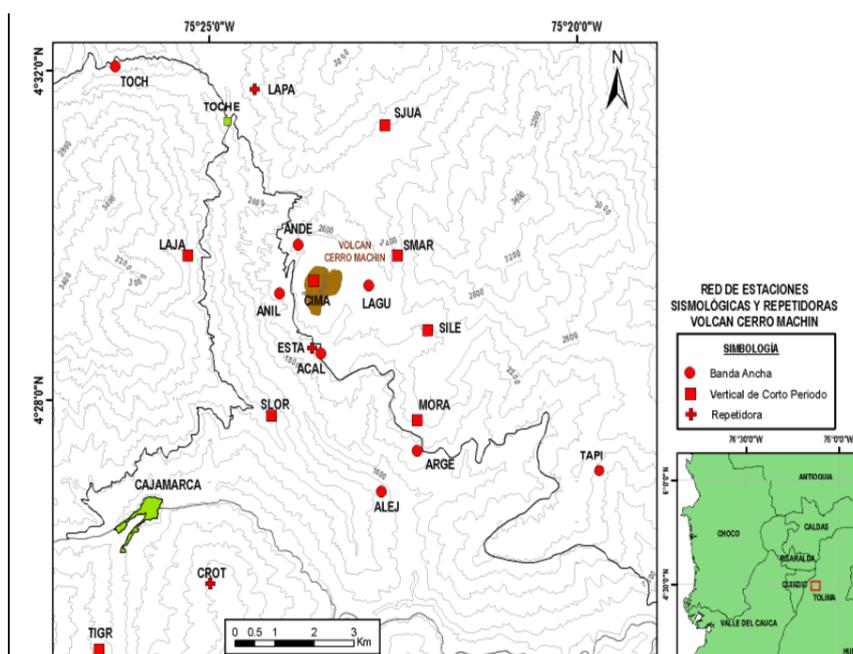
ACTIVIDAD NUMERO 4: De acuerdo a la actividad número 1, 2 y 3 de la secuencia didáctica, hemos logrado entender y establecer el funcionamiento de la red sísmológica de vigilancia del volcán cerro machín, el comportamiento de las ondas sísmicas bajo la tierra y la ubicación del epicentro de forma matemática.

Conociendo y entendiendo lo anteriormente mencionado, se puede construir de forma artificial, un sismo provocado por el volcán cerro machín.

En este sentido, la actividad consiste, en ubicar 3 estaciones que pertenezcan a la red sísmica y de vigilancia del volcán, además, debe ser de su preferencia. Posteriormente debe construir como mínimo 3 sismogramas, pero dentro de estos, debe reconocerse el tiempo de diferencia de la onda P y la onda S, aunque también deben estar presentes las ondas superficiales, por último, debe ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica generada por el volcán cerro machín.

En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 3, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.

Figura 43 Mapa de la red sismologica del volcan cerro machin.



Fuente: red sismológica del volcán cerró machín

DESCRIPCIÓN DE LA CUARTA ACTIVIDAD: Una vez entregados los materiales suficientes para el desarrollo adecuado de la cuarta actividad, por parte de los profesores participantes del grupo en formación de las diferentes concepciones de las matemáticas.

Se dedican a leer de forma pausada y entonada, para el entendimiento de cada una de las condiciones presentadas en la pregunta generadora por parte del profesor investigador.

A continuación, se encuentra la descripción de cada uno de los procesos utilizados por parte de los docentes en formación.

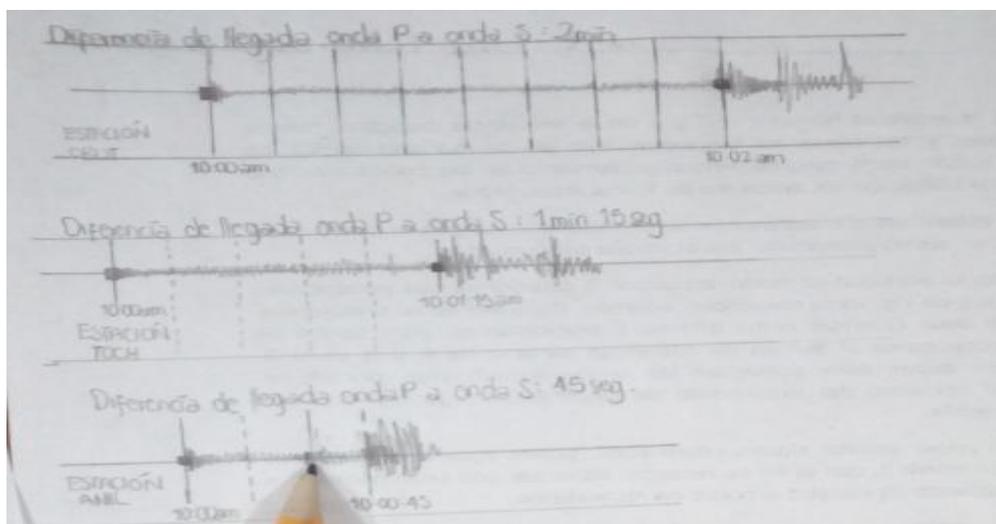
Se comienza por la descripción de la profesora L, posteriormente se realizará la de la profesora Y, luego sigue en profesor F y por último se encontrará la descripción de la profesora G.

En primera medida, la profesora L no logra identificar la pregunta generadora, por consiguiente, asume que debe identificar el mismo epicentro del sismo que fue ubicado en la actividad número dos. Pasando varios minutos de la entrega del material la profesora no logra descifrar las condiciones que pide la pregunta generadora.

Unos minutos más tarde, el profesor investigador acompaña a la profesora en formación en la lectura de la actividad número cuatro, para lograr la adecuada comprensión y así iniciar la búsqueda de la respuesta correcta por medio de sus ideas, conjeturas y conclusiones.

Una vez entendida la actividad por la profesora L, la docente inicia la construcción del sismograma y junto a él, comienza a dibujar las diferentes ondas sísmicas provocadas por el volcán cerro machín, que fueron registradas por el sismograma, según los datos que ella crea pertinentes.

Figura 44 Sismografo diseñado por L

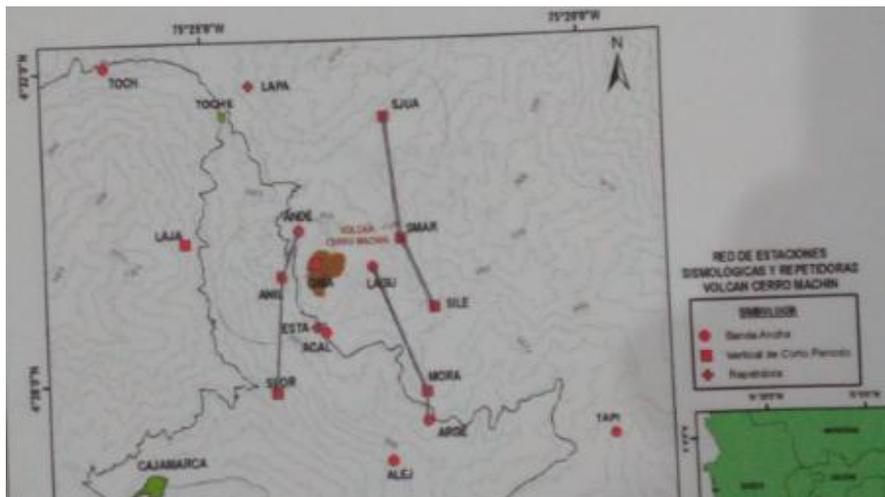


Fuente: El Autor

Una vez construidas las ondas primarias y las ondas secundarias del movimiento telúrico generado por el volcán cerro machín y además identificados los tiempos de llegada de cada una de las ondas, la profesora Y, comienza a identificar la ubicación exacta del sismo.

La primera idea que tiene la profesora Y respecto a la ubicación del epicentro del sismo, es que los sismógrafos dibujados por ella, no pueden estar de forma lineal.

Figura 45 Idea inicial de la ubicación del sismo

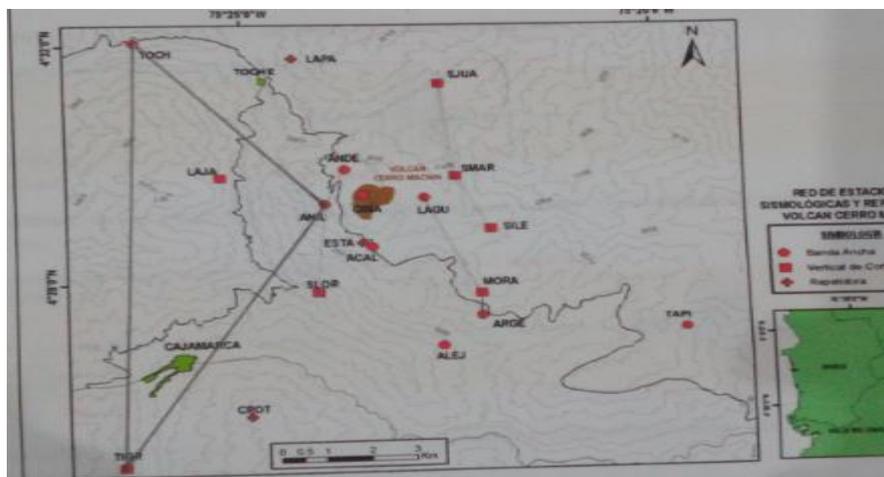


Fuente: El Autor

El argumento que utiliza es el siguiente:

L: los sismógrafos no pueden estar ubicados de forma lineal, para la adecuada ubicación del epicentro del sismo, porque el radio que se construye a partir de la tabla de tiempo transcurrido en minutos por la distancia del epicentro en kilómetros, no son proporcionales respecto a la distancia que hay de sismógrafo a sismógrafo, Además, si son ubicados de forma lineal, se van a intersectar dos circunferencias, mas no la tercera, y eso hace que no se pueda ubicar el epicentro del sismo, por consiguiente se deben ubicar en forma de triángulo los sismógrafos.

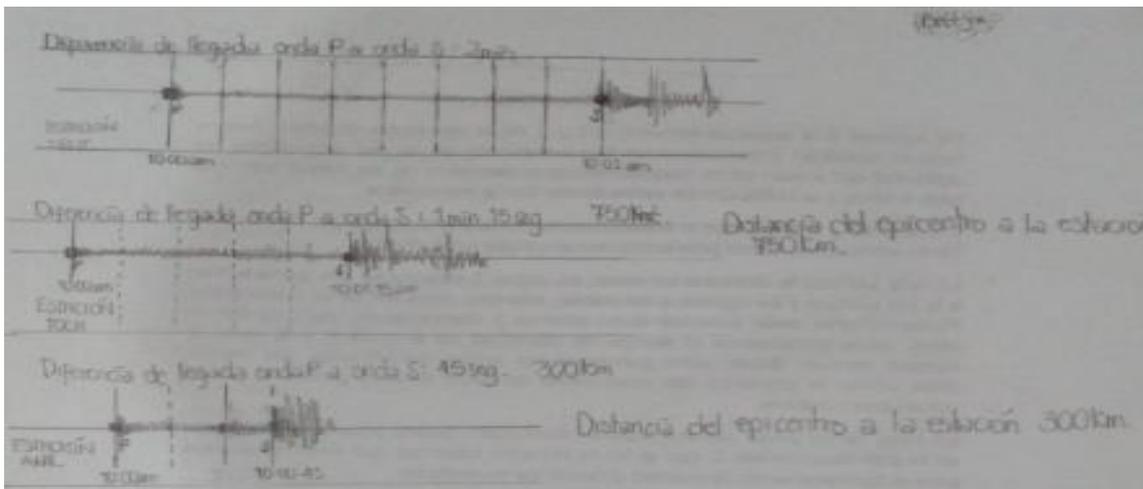
Figura 46 Idea secundaria de la ubicación del sismo



Fuente: El Autor

Posteriormente la docente, hace las medidas adecuadas en la tabla de tiempo transcurrido en minutos por la distancia transcurrida en kilómetros, encontrando como radio en la estación sísmica ANIL de 300 km y en la estación sísmica TOCH de 750 km.

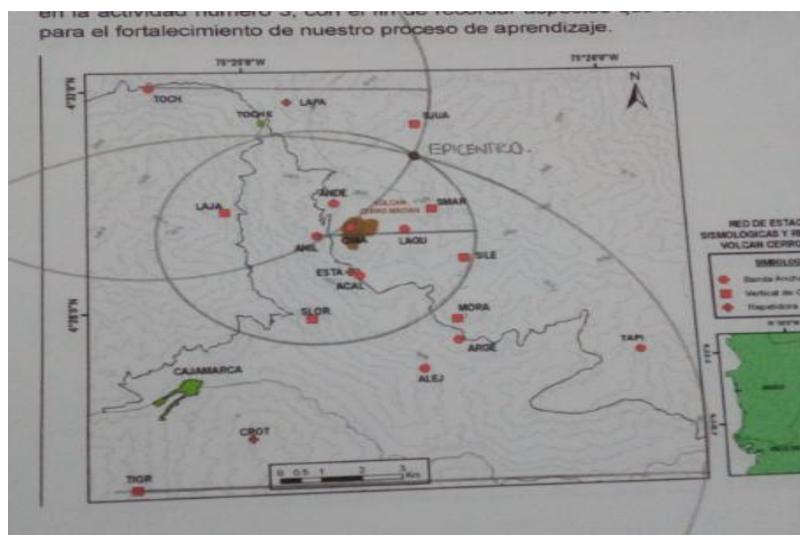
Figura 47 Sismografo diseñado por la profesora L



Fuente: El Autor

Luego, hace las respectivas circunferencias con los radios encontrados, para ubicar el lugar exacto en donde se generó el epicentro del movimiento de capa telúrico, provocado por el volcán cerro machín. Quedando de la siguiente forma.

Figura 48 Epicentro del movimiento telurico



Fuente: El Autor

La docente, expresa sentirse satisfecha con el desarrollo del ejercicio, pero dice que lo impactante de la actividad fue el escuchar a sus compañeros expresar aportes importantes respecto a la solución de la pregunta generadora, porque ella, estaba construyendo un modelo totalmente diferente. Esto situación la llevaba a pensar que su idea no era la más adecuada para la solución del ejercicio propuesto por el investigador, debido al contraste que hacía entre las ideas elaboradas por sus colegas y los planteamientos que ella tenía para elaborar la respuesta a la pregunta.

Desde otro plano, la profesora Y encuentra otra forma y otras ideas para encontrar la respuesta correcta al problema propuesto por el docente investigador.

En los siguientes renglones, se encuentra la descripción de la elaboración que utilizó la profesora Y para encontrar la respuesta más adecuada a la pregunta hecha por el docente investigador.

La docente entiende sin ningún problema la pregunta generadora, por consiguiente, se concentra y detalla⁶ minuciosamente cada una de las condiciones entregadas en la pregunta.

La profesora en formación de las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, establece algunas medidas con la regla porque manifiesta no saber en dónde se encuentra el epicentro del sismo provocado por el cerro machín.

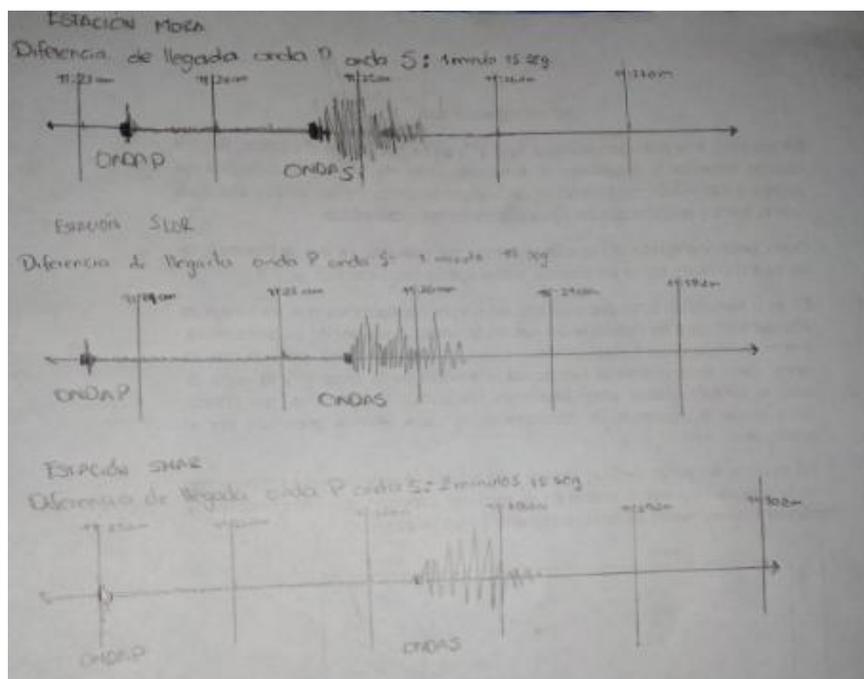
Unos minutos más tarde, Y dice que los tiempos de llegada de la onda P y la onda S, deben ser estrictamente pensadas y elaboradas de forma milimétrica, porque de lo contrario el radio de las tres ondas sísmicas no sería adecuado para la intersección de las circunferencias en un solo punto, por tal razón, no sería posible encontrar el epicentro del movimiento de capa telúrica.

Por lo anteriormente descrito, la profesora Y toma como referencia las estaciones sísmicas MORA, SLOR y SMAR, para la elaboración de los sismogramas junto

con los tiempos de llegada de la onda P y S, y la identificación de las ondas superficiales como lo son las ondas Love y Rayleigh.

Los sismogramas elaborados por la docente, respecto a las estaciones sísmicas antes mencionadas, quedan de la siguiente forma:

Figura 49 Construcción del sismografo por parte de la docente Y



Fuente: El Autor

La profesora Y, plantea en la elaboración del sismo, que la diferencia del tiempo de llegada de la onda P y la onda S a la estación sísmica MORA es aproximadamente de un minuto con quince segundos, luego del impacto de las onda primaria y secundaria, se observa el choque de las ondas superficiales a la misma estación sísmica, generando el comportamiento de la onda en el sismograma, emitido por la esta estación sísmica MORA que se puede observar en la gráfica anterior.

Posteriormente, manifiesta que en el tiempo de diferencia de la onda sísmica P y la onda S es de un minuto con cuarenta y cinco segundos en la estación sísmica SLOR, luego del impacto de la onda secundaria a la estación sísmica, golpean las ondas superficiales a la misma estación SLOR, el comportamiento

de las ondas superficiales en el mismo grama lo podemos observar en la gráfica anterior.

Por último, la profesora en formación de las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, selecciona la estación sísmica SMAR, donde dice que el tiempo de diferencia respecto a la llegada de la onda P y la onda S es de dos minutos con quince segundos, posteriormente a esto, se observa la llegada de las ondas Love y Rayleigh.

Luego, de que la profesora observara detalladamente la información construida por ella misma, se da cuenta que la forma más adecuada para encontrar el epicentro del sismo o del movimiento de capa telúrica, es elaborando tres circunferencias con radios de diferente calibre, es decir que son de diferente magnitud y encontrando el punto que se interseca en las tres circunferencias.

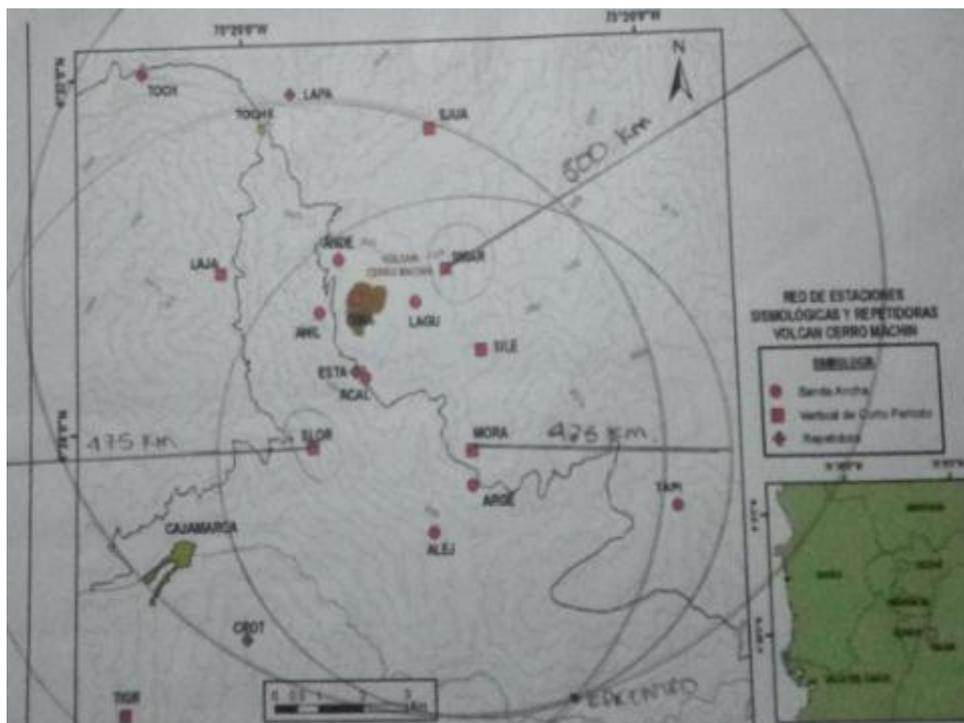
Vale la pena aclarar que el centro de cada una de las circunferencias, es cada una de las estaciones sísmicas, y el radio de ellas equivale a tener la medida en la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el inicio del sismo por la distancia al epicentro reflejado en kilómetros.

Después de encontrar estos datos, la profesora Y inicia la construcción de las diferentes circunferencias respecto a los radios encontrados.

Vale la pena resaltar que a la docente Y se le nota cierto grado de dominio respecto a las ondas sísmicas y el comportamiento de ellas.

En la siguiente imagen se aprecia el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín, encontrado por medio de procesos matemáticos, por la profesora en formación de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.

Figura 50 Ubicacion del epicentro del movimiento telurico por la docente Y.



Fuente: El Autor

La docente, expresa sentirse sorprendida por la precisión que tuvo respecto a las coordenadas, a los sismogramas y a los tiempos de llegada que ella selecciono para ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica, porque se ajustaron muy bien en la intersección de las tres circunferencias.

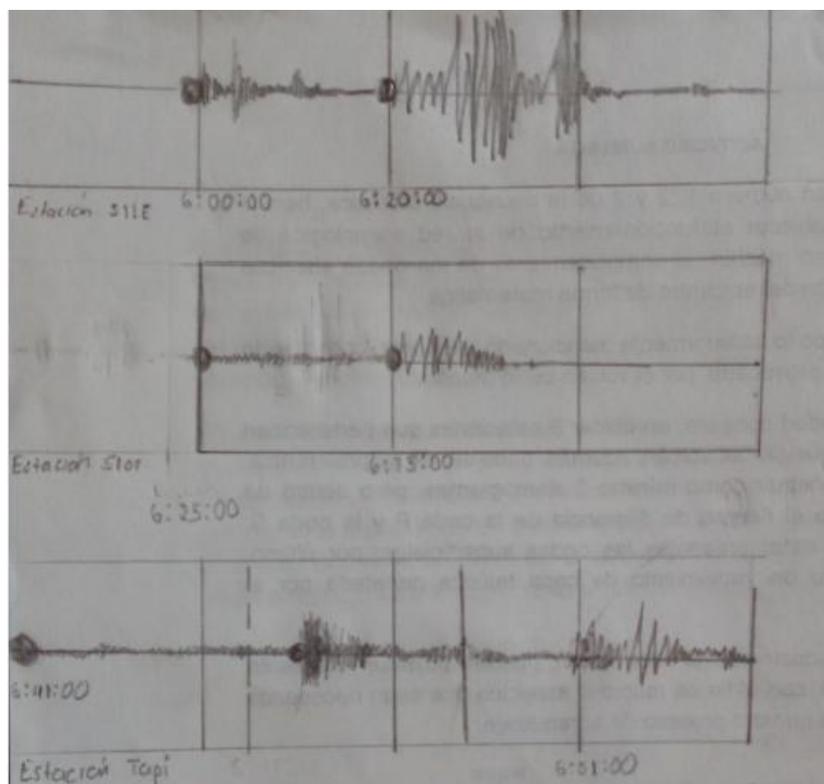
Posteriormente, a la sistematización de las ideas expuestas por la profesora Y, se da inicio la descripción de las ideas consideradas por el profesor F en la respuesta de la pregunta generadora.

Después, de analizar detalladamente la pregunta generadora, construida por el profesor investigador, el docente en ejercicio, hace una pausa de varios minutos, lo cual indica que realmente estaría pensando o construyendo una posible solución, porque sus murmullos o sus sonidos en un bajo tono son referentes a las estaciones sísmicas y a las distancias y tiempos que se deben tener para los radios establecidos por el profesor F, coincidan con el diámetro de las tres circunferencias.

Posteriormente, a la pausa hecha por el profesor en formación de las diferentes concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, selecciona la estación sísmica SILE, SLOR y por último la estación sísmica TAPI. De ahí el docente construye el comportamiento de la onda primaria, de la onda secundario, de la onda Love y por último la onda Rayleigh. Además a esto, el profesor F logro identificar el tiempo de llegada de la onda P y de la onda S, en cada uno de los sismogramas antes mencionados.

Lo anteriormente descrito, se puede observar en la siguiente imagen.

Figura 51 Sismografo diseñado por el profesor F



Fuente: El Autor

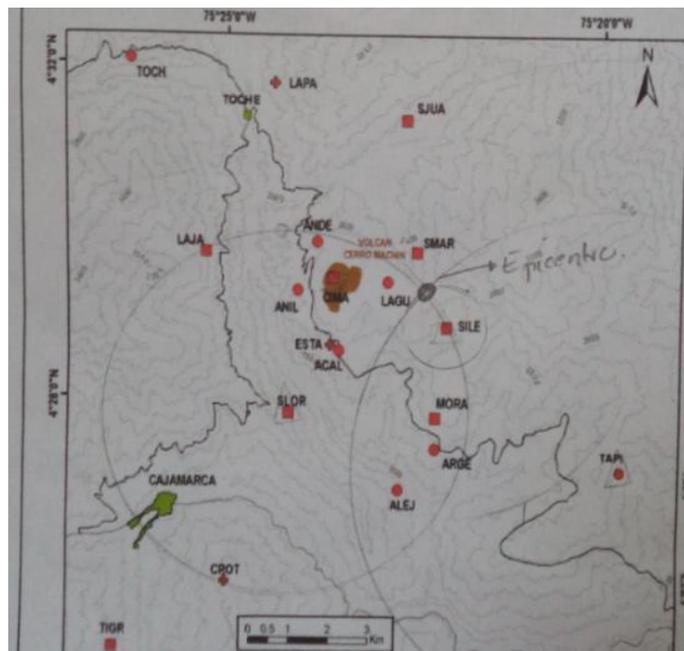
Aunque, el profesor en formación no logra identificar de forma correcta el radio de cada una de las circunferencias emitido por el tiempo de llegada de las diferentes ondas sísmicas. Concluye que la actividad no se debió ejecutar de esa forma, porque se presta para malas interpretaciones, por ende, no es claro lo que se quiere resolver en la pregunta construida por el profesor investigador.

Por consiguiente, el docente investigador, hace nuevamente la lectura de la pregunta generadora, acompañado de la voz de algunos participantes del grupo.

Minutos más tarde el profesor F, logra entender claramente la pregunta propuesta por el investigador. Luego, como resultado encuentra el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín y bajo las condiciones que él mismo construyó en los sismogramas de la estación sísmica SILE, SLOR y TAPI.

En la siguiente imagen se observa el epicentro del sismo encontrado por el profesor F.

Figura 52 Identificación del epicentro del movimiento de capa telúrica por el docente F.



Fuente: El Autor

6.4.8 Análisis de la cuarta actividad de la secuencia didáctica. Como etapa inicial para el proceso de elaboración de un modelo que permita ubicar tres estaciones que pertenezcan a la red sísmica y de vigilancia del volcán, posteriormente construir tres sismogramas, pero dentro de estos, debe reconocerse el tiempo de diferencia de la onda P y la onda S, por último, debe ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica generada por el volcán cerro machín.

En este sentido se trabajó con los profesores en ejercicio categorías que permiten diferenciar la comprensión de los diferentes modelos que plantean cada uno de los docentes en ejercicio.

Por lo tanto, se da inicio a la categoría de la comunicación del modelo, aunque es importante decir que esta categoría, está diseñada en función de la forma en que comunica libremente el modelo que están construyendo.

La profesora Y inicialmente plantea la rigurosidad con la que se debe planificar el tiempo de llegada de cada una de las ondas a las diferentes estaciones sísmicas, cosa que es bien importante dentro de la elaboración del modelo, porque los tiempos de llegada de la onda P y la onda S, son los que determinan la distancia a la que se encuentra el epicentro del evento telúrico provocado por el fracturamiento de roca y el movimiento de algunos fluidos dentro del volcán cerro machín a las estaciones sísmicas señaladas por cada uno de los profesores en ejercicio de matemáticas.

Por lo tanto, la idea presentada por la profesora Y, al parecer presenta concordancia con la comunicación del modelo.

A continuación, se presenta el dialogo sostenido entre la profesora Y y el docente investigador acerca de la importancia que presentan los tiempos de llegada de las ondas respecto a la distancia a la que se encuentra el epicentro de la estación sísmica.

“Y: y aquí el tiempo tiene que quedar muy bien para que se crucen las tres, porque si falla un punto ósea, una de las distancias, hay va haber un problema”

“J: que la hace pensar en eso, de que las tres no se crucen en un punto”

“Y: puede que se cruce, porque el tiempo que yo les estoy poniendo es de media hora, una hora de una estación a la otra, a pesar de que unas están seguiditas, pero, puede que no se crucen en el hecho de que”

“J: pero porque me dice que no se cruzan”

“Y: póngale cuidado, espere y vera no se van a cruzar, yo sé, si se me cruzan borramos, editamos este pedazo”

“Y: es que no sé cómo explicárselo”

Por otro lado, la profesora L, pretende encontrar estaciones sísmicas que se encuentren proporcionalmente distribuidas, es decir, que las estaciones seleccionadas por ella, deben presentar distancias proporcionales una de la otra, para que la distancia de las estaciones corresponda con la búsqueda del epicentro del movimiento telúrico generado por el volcán cerro machín, debido a los movimientos de algunos fluidos y al fracturamiento de roca dentro del cerro. Además, las estaciones seleccionadas deben ser estaciones que se encuentren de forma triangular.

De lo anterior se puede decir que no necesariamente las estaciones deben estar separadas de forma proporcional y mucho menos deben estar en forma triangular las estaciones sísmicas, aunque también existe la posibilidad de encontrar el modelo de la pregunta propuesta por el docente investigador de esa forma, lo que indica que la idea de la profesora en ejercicio es una idea correcta en ese plano.

A continuación, se presentan las participaciones efectuadas por la docente en ejercicio de matemáticas, con el fin de convalidar la información descrita por el docente investigador.

“L: entonces se puede dar que linealmente de, pero como yo soy la que me lo estoy inventando, entonces yo trato de que eso quede proporcional para que eso de bien, y si yo lo hago de forma proporcional tal vez se unirán, como dice el profesor F, se unirán dos circunferencias y tengo una intersección en dos circunferencias, pero la tercera yo no puedo asegurarla, tengo que ser estratégica y ponerlas triangular”

“J: o sea, usted piensa que, si son así, no van a dar, pero si son triangular si van a dar”

“L: hay más probabilidades”

“J: hay más probabilidades que dé, de forma triangular, que de forma lineal

“L: que se unan las tres circunferencias”

“J: pero si tenemos en cuenta, que paso un sismo y luego la información a este, luego la información a este y luego la información a este, esta de forma lineal pero podría encontrar la forma matemática de ubicar el epicentro, pensemos un sismo en la vida real, luego a esta estación sísmica y en la parte de allá hay otra estación sísmica y en la parte de allá hay otra estación sísmica ahora lo tenemos de forma triangular”

“L: si claro, si yo lo veo así de simple yo le podría decir si, porque los radios van a ser distinto y puede que se dé, pero como son muchos factores los que intervienen, lo que yo le digo, no va ser proporcional, no va ser una constante, como nosotros lo estamos inventando, por lo menos yo lo estoy haciendo proporcional, en la vida real puede que dé, pero porque hay muchos factores que intervienen y que hacen que un minuto sea esta distancia, pero minuto y medio sea un poquitico más, pero tres minutos no tenga una constante, si, entonces, tal vez por eso yo pienso eso.

En este sentido, la profesora reconoce que existen diversos factores que están asociados de forma directa e indirecta dentro de la distancia que hay del epicentro a cada una de las estaciones sísmicas.

Por otro lado, se tiene que el profesor F en pleno proceso de elaboración del modelo a la solución de la pregunta diseñada por el docente investigador, encuentra que dos estaciones sísmicas de la red de estaciones sismológicas y repetidoras del volcán cerro machín, presentan la misma distancia al epicentro del evento provocado por el fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, pero el tiempo de llegada de las ondas sísmicas desde el epicentro del evento a las mismas estaciones, es diferente.

De lo anterior se puede decir que la distancia a la que está el epicentro de las estaciones sísmicas, debe presentar el mismo tiempo, en caso de que sean iguales las distancias del epicentro a las estaciones, pero si el tiempo de llegada de la onda P y la onda S son diferentes en las estaciones sísmicas, quiere decir que las distancias a las que están estas estaciones, es diferente.

A continuación, se presentan algunas de las ideas expuestas por el profesor F, ante esta situación.

“F: hay, profe, yo tengo dos estaciones con la misma distancia, con el mismo radio”

“F: hay, profe, yo tengo dos estaciones con la misma distancia, con el mismo radio F: lejos de tiempo”

“F: de tiempo si están distantes, pero tienen el mismo radio”

En conclusión, tanto el docente F, como la docente Y y la profesora L presentan avances en la comprensión y comunicación del modelo, ya que logran modelar la elaboración de un sismo, acompañado de las características y del registro escrito como lo es el sismograma y además entienden los tiempos de llegada de la onda P y de la onda S a cada una de las estaciones seleccionadas de forma artificial.

7. CONCLUSIONES

REPERTORIO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL Y DIDÁCTICA (Rex-PyD).

El repertorio constituye el relato del profesorado sobre la experiencia de enseñanza con una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD), revisando su acción práctica educativa realizada en una clase concreta. Refleja los hechos relevantes, sucedidos en el desarrollo de la enseñanza, a partir de la puesta en acción de los elementos adaptados por el profesorado y las interacciones producidas con y entre los alumnos. El repertorio es el conjunto de experiencias de ese desarrollo, seleccionados subjetivamente por el profesorado aplicador, a partir de su experiencia de enseñanza con la SEA/UD, y que pueden incluir reflexiones, valoraciones, comentarios, anotaciones, etc. Con el fin de facilitar el relato se ofrece el siguiente cuadro, que debe ser completado por el profesorado, escribiendo en cada celda los hechos relevantes correspondientes.

Título de SEA / UD Modelización de la Ciencia

CLASE 30 años

Nivel educativo Universitario

Institución docente: Institución Educativa Jorge Eliecer Gaitán

País/Ciudad Colombia

Nombre Profesor(a): F

Especialidad docente: no aplica

Experiencia docente: 2 años

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
Reflexiones Respectos a las actividades realizadas con el docente guía, se hizo evidente la falta de capacitación en el área de física y sus aplicaciones, así como la reflexión que deja las diferentes aplicaciones que la matemática tiene en la vida cotidiana y como ella nos ayuda a comprender dicho proceso de manera significativa en nuestros estudiantes.	Un ejemplo respecto a las reflexiones es el hecho de empezar las actividades y no recordar algunos procesos matemáticos además de no saber definiciones que al tenerlas presente enriquecen nuestro léxico matemático y cotidiano. Respecto a entender de manera significativa las matemáticas un

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
	<p>buen ejemplo es cuando el docente encargado de aplicar las guías nos enseñó cómo se hallaban los epicentros de los movimientos telúricos usando herramientas sencillas de la geometría plana.</p>
<p>Valoraciones</p> <p>Para mí las actividades no eran muy claras y no debido a su complejidad si no al carecer de conceptos y procesos matemáticos adecuados para enfrentar dichas situaciones ya presentadas en contexto real.</p> <p>Respecto al material de trabajo, este fue entregado de manera oportuna y completa para trabajar en las actividades presentadas. Respecto a la estructura de las actividades considero que están bien definidas y diseñadas ya que estas presentaban secuencias articuladas que engranaban de manera general el proceso de aprendizaje significativo.</p>	<p>No es necesario abordar ningún ejemplo en particular ya que cada una de las actividades siempre tuve conceptos y procesos que no lograba esclarecer pero que en el desarrollo de las actividades concluía dejando en claro.</p>
<p>Comentarios</p> <p>Se puede mejorar el material didáctico nutriéndolo de más información respecto a los procesos que se pueden usar para darle solución al mismo, para que en consecuencia el aprendiz sea más independiente del docente y con ello de paso se ayude al desarrollo de la comprensión lectora.</p>	<p>Propongo más material como son videos, películas o documentales que sirvan como abre-bocas para luego entrar a abordar el tema ya con conceptos más definidos y con expectativa sobre el tema a iniciar. Propongo que en el material se presente un paso a paso para de esa manera apoyarnos más el</p>

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
<p>Así como videos que nos ayuden a comprender de manera más detallada dichas situaciones como lo son los sismos y toda sus definiciones y significados que hay implícitos en tal situación.</p>	<p>material y no el docente ya que no siempre es cómodo preguntar algunos conceptos que se suponen deberían estar ya establecidos.</p>
<p>Anotaciones</p> <p>Es de anotar la gran importancia que tuvo el aplicar el material ya que nos hace reflexionar respecto a la enseñanza de las matemáticas de manera significativa.</p>	
<p>¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD?</p> <p>Que lo haga ya que este tipo de actividades nos invita a quitarnos el velo y a ver la verdadera forma de enseñar no solo la matemática sino las demás áreas de aprendizaje.</p>	
<p>Otros</p>	

REPERTORIO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL Y DIDÁCTICA (Rex-PyD). El repertorio constituye el relato del profesorado sobre la experiencia de enseñanza con una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD), revisando su acción práctica educativa realizada en una clase concreta. Refleja los hechos relevantes, sucedidos en el desarrollo de la enseñanza, a partir de la puesta en acción de los elementos adaptados por el profesorado y las interacciones producidas con y entre los alumnos. El repertorio es el conjunto de experiencias de ese desarrollo, seleccionados subjetivamente por el profesorado aplicador, a partir de su experiencia de enseñanza con la SEA/UD, y que pueden incluir reflexiones, valoraciones, comentarios,

anotaciones, etc. Con el fin de facilitar el relato se ofrece el siguiente cuadro, que debe ser completado por el profesorado, escribiendo en cada celda los hechos relevantes correspondientes.

Título de SEA / UD Modelización de la Ciencia

CLASE 30 años

Nivel educativo Universitario

Institución docente Institución educativa Jorge Eliecer Gaitán

País/Ciudad Colombia

Nombre Profesor(a) L

Especialidad docente no aplica

Experiencia docente 5 años

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
<p>Reflexiones</p> <p>Las actividades desarrolladas durante el transcurso de la secuencia didáctica aplicada a la física de los movimientos telúricos nos permitieron reflexionar en como las matemáticas esta implícitas en eventos reales cotidianos y de alta manifestación en el medio, a través de su aplicación se pueden dar soluciones exactas que actualmente son desarrolladas por maquinaria especializada pero que reiteradamente requieren del uso de configuraciones matemáticas para aproximarnos a un valor.</p>	<p>Hallar el epicentro a través del tiempo del sismo, sabiendo que la intercepción de las circunferencias es el evento matemático que permite en este caso dar el punto de origen del terremoto.</p>
<p>Valoraciones</p> <p>En el momento de desarrollar cada una de las actividades me sentí un poco confundida al desconocer por completo la temática sobre los sismos y atravesar por una de las ramas poco fundamentadas en mi estudio profesional como la física.</p> <p>Luego de entender terminología y relacionarme más con la temática a desarrollar, se me dificultaba el hecho de no</p>	<p>Actividad dos donde teníamos que hallar la fórmula que representaba el movimiento telúrico</p>

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
<p>poder estructurar matemáticamente cada uno de los parámetros dados en dicha actividad.</p>	
<p>Comentarios</p> <p>De acuerdo a cada actividad desarrollada considero que la secuencia que se ejecutó con estas está bien estructurada ya que primero se dio un preámbulo a la conceptualización de la temática y seguidamente a dos actividades en las cuales una dependía de otra.</p>	
<p>Anotaciones</p> <p>No tengo ninguna anotación</p>	
<p>¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD?</p> <p>Establecer más secuencias didácticas que permitan entender de manera detallada el proceso de la actividad.</p>	
<p>Otros</p>	

REPERTORIO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL Y DIDÁCTICA (Rex-PyD).

El repertorio constituye el relato del profesorado sobre la experiencia de enseñanza con una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD), revisando su acción práctica educativa realizada en una clase concreta. Refleja los hechos relevantes, sucedidos en el desarrollo de la enseñanza, a partir de la puesta en acción de los elementos adaptados por el profesorado y las interacciones producidas con y entre los alumnos. El repertorio es el conjunto de experiencias de ese desarrollo, seleccionados subjetivamente por el profesorado aplicador, a partir de su experiencia de enseñanza con la SEA/UD, y que pueden incluir reflexiones, valoraciones, comentarios, anotaciones, etc. Con el fin de facilitar el relato se ofrece el siguiente cuadro, que

debe ser completado por el profesorado, escribiendo en cada celda los hechos relevantes correspondientes.

Título de SEA / UD Modelización de la Ciencia

CLASE 25 años

Nivel educativo Universitario

Institución docente Institución educativa Jorge Eliecer Gaitán

País/Ciudad Colombia

Nombre Profesor(a) Y

Especialidad docente no aplica

Experiencia docente 2 años

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
<p>Reflexiones</p> <p>Las actividades son de gran aprendizaje significativo ya que están reforzando temáticas que ayudan a desarrollar un pensamiento matemático junto a la vida cotidiana, algo que nos afecta directamente como es el estudio de los sismos del cerro Machín aunque ya existen maquinas que los estudian directamente, es de gran interés volver a utilizar las matemáticas para ver cada movimiento sísmico.</p>	<p>El hecho de ver el desarrollo de las matemáticas en un fenómeno natural y poder observar que velocidad lleva y que tiempo de demora entre cada onda es de gran aprendizaje que va a dejar significado para poder admirar con más deseo las matemáticas y la magnitud de lo que tenemos a nuestro alrededor.</p>
<p>Valoraciones</p> <p>Las actividades tienen un desarrollo progresista en donde es muy bueno el apoyo matemático dentro una actividad sísmica desarrollada en el entorno. Se observó un poco de dificultad a la hora de desarrollar las actividades porque se tenía que detallar el procedimiento matemático que se ha de utilizar en la secuencia. Especificando la utilidad de cada proceso. Es cuando se complica cuando se piensa en algo a la</p>	<p>Es de gran progreso no más con el hecho de que la primera actividad se trabajó el concepto de un desarrollo matemático dentro de los fenómenos naturales, luego se demostró dentro un verdadero fenómeno como es la sismología del cerro machín. Luego tener que ver el ascenso de cada onda según el tiempo en el que se obtenía por cada estación.</p>

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
hora de plasmarlo y de ahí que comprobar que es posible utilizar dicho proceso.	
<p>Comentarios</p> <p>Se puede mejorar a nivel de sugerencia aumentar la cantidad de actividades con menos procesos y más guía de desarrollo fundamentando el aporte para ir aprendiendo y construyendo por sí mismo.</p>	
<p>Anotaciones</p> <p>¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD?</p> <p>Sería bueno ir utilizando con estudiantes actualizando las temáticas que se van desarrollando y mostrando así un construcción matemática desde una aplicación de la misma naturaleza.</p>	
Otros	

Los profesores en ejercicio piensan que la aplicación de la secuencia didáctica les permitió reflexionar acerca del uso, la enseñanza de las matemáticas de manera significativa y a desarrollar el pensamiento matemático en el sujeto. Por consiguiente, el docente F acepta que encontró momentos de dificultad dentro de la aplicación de la secuencia didáctica porque no entendía la la relación que había entre los problemas planteados por el docente investigador y la matemática, por ende, no relacionaba los conceptos utilizados dentro de la ejecución de la secuencia didáctica. Sin embargo, el docente investigador les brindo acompañamiento oportuno en cada uno de los momentos de dudas e inquietudes.

Pero, aun así, el profesor F piensa que se puede mejorar la secuencia didáctica de la siguiente forma.

F Se puede mejorar el material didáctico nutriéndolo de más información respecto a los procesos que se pueden usar para darle solución al mismo, para que en consecuencia el aprendiz sea más independiente del docente y con ello de paso al desarrollo de la comprensión lectora.

Por otro lado, se tiene que la docente L, piensa que las actividades desarrolladas de la secuencia didáctica permitieron reflexionar en como las matemáticas están implícitas en eventos reales, además acepta que la secuencia estuvo bien estructurada

Aunque la docente Y recomienda que las actividades de la secuencia didáctica deben.

Y aumentar la cantidad de actividades con menos procesos y más guía de desarrollo fundamentando el aporte para ir aprendiendo y construyendo por sí mismo.

En este sentido se analizan algunos avances respecto a la utilización del lenguaje dentro de la participación a la secuencia didáctica, adicionalmente a esto los profesores en ejercicio del área de las matemáticas relacionan algunas características de las ondas con las propiedades, además algo que merece destacar, es que los docentes logran identificar los tipos de onda, las características de las ondas, las propiedades de la ondas, además los docentes logran entender que por medio de funciones, el daño ocasionado por el desprendimiento de las capas tectónicas ocasionado por el movimiento de fluidos y el fracturamiento de roca al interior del volcán cerro machín

Es decir, que los docentes logran inferir la frecuencia de la onda, la amplitud de la onda y las variables que hacen que la onda se expanda con mayor velocidad o menor velocidad.

Otro aspecto importante para el desarrollo de esta investigación, es el hecho de que sus docentes, hayan conocido las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, a partir de la aplicación de cuestionarios validados por Schoenfeld, Barrantes y flores.

REPRESENTACIÓN DE CONTENIDOS (Re-Co): Este instrumento está diseñado para realizar una sinopsis de la apropiación realizada por cada profesor (a), de una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD) a partir de su diseño. En otras palabras, esta sinopsis refleja la forma como el profesor adapta el tema de la SEA/UD para sí mismo y para los estudiantes. La representación de los contenidos expresa la aproximación de cada profesor al tema particular asignado para su enseñanza. El desarrollo del esquema se inspira en las propuestas constructivistas acerca del aprendizaje. Escriba para completar los datos solicitados en cada casilla (sobre-escriba sobre los textos de letras difuminadas y complete las que solicitan escribir sobre los puntos)

Título de SEA / UD Modelización de la Ciencia

CLASE (edad estudiantes) **Nivel educativo** Universitario

Institución docente

País/Ciudad

Nombre Profesor(a)

Especialidad docente

Experiencia

Docente

(años)

CONCEPTO CENTRAL DE NATURALEZA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUE AFRONTA LA SEA/UD
Concepciones de naturaleza del conocimiento matemático

Ideas relevantes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología (relacionadas con el concepto central anterior)

(Escriba en la fila de abajo una idea por columna; puede escribir tantas ideas como considere relevantes, iniciando otro documento si fuera necesario)

	Idea a.	Idea b.	Idea C.	Idea D.	Idea E.
	La matemática me ayuda a modelar eventos de la naturaleza	La matemática está construida a partir de la elaboración de modelos	Los profesores de matemáticas contienen concepciones que ni siquiera él sabe que tiene	Las ondas sísmicas presentan una relación con las ondas que se desplazan en el vacío	Los sismogramas reflejan la energía liberada por el sismo
OBJETIVO ¿Qué me propongo que aprendan mis estudiantes acerca de cada idea?	Comprender que las matemáticas son una herramienta importante en el proceso de modelización de eventos de la naturaleza	Comprender que la elaboración de modelos es una herramienta importante dentro del proceso modelizador en eventos naturales.	Que los profesores conozcan las características de las concepciones de las matemáticas	Las propiedades, las características y el modelo de onda	La liberación de energía puede ser registrada y medida a partir de instrumentos apropiados

MOTIVACIÓN ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan cada idea?	Porque los profesores comprenden que la naturaleza del conocimiento matemático me ayuda a comprender el mundo. No son solo fórmulas y procedimientos.	Porque el conocimiento científico está diseñado a partir de modelos, por lo tanto ellos deben plantear un conocimiento dentro del aula por medio de una estructura científica.	Porque potencializan la enseñanza aprendizaje dentro de las aulas de clase	Lograr que los profesores en ejercicio construyan modelos de acuerdo a un problema de las ciencias en este caso de la físicas	Es importante que los profesores aprendan a que los sismogramas están reflejados por medio de funciones senoidales y cosenoidales.
E LICITACIÓN Ideas previas de los estudiantes que influyen en mi enseñanza de cada idea.	Los profesores tienen ideas formalistas, absolutistas y estructuralistas del conocimiento matemático.	Los profesores tienen la idea de modelo.	Los profesores en ejercicio tienen las ideas de concepciones de las matemáticas, platonismo, absolutista, constructivismo.	Los profesores tienen la idea de las propiedades y de las definiciones de la onda.	Los profesores tienen ideas de la función del seno, función del coseno

<p>EXPLORACIÓN Dificultades y limitaciones en la enseñanza de cada idea.</p>	<p>Los profesores se les dificultan la construir un modelo que dé cuenta del fenómeno físico. por ejemplo, la diferenciación entre característica y propiedades de las ondas.</p>	<p>A los profesores se les dificulta la construir un modelo que dé cuenta del fenómeno físico. Por ejemplo las características de las ondas y sus propiedades.</p>	<p>Los profesores desconocen las definiciones de cada una de las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.</p>	<p>A los profesores se les dificulta la construir un modelo que dé cuenta del fenómeno físico. Por ejemplo las características de las ondas y sus propiedades.</p>	<p>No comprender las características y las propiedades de las ondas sísmicas.</p>
<p>ELABORACIÓN Otros factores que influyen en la enseñanza de cada idea.</p>	<p>Formación en conceptos físicos y la visión absolutista de la matemática</p>	<p>Formación en fenómenos físicos y en concepciones de las matemáticas.</p>	<p>La posición extrema de alguna concepción, que no acepte otro tipo de interpretación del conocimiento matemático.</p>	<p>El desconocimiento de las ondas que se propagan en el vacío, junto con sus propiedades y sus características.</p>	<p>El uso del vocabulario desconocido por los docentes</p>

<p>EXPLICACIÓN Procedimiento(s) de enseñanza y razones concretas para su uso.</p>	<p>El profesor invita a sus estudiantes a elaborar herramientas de extracción de información</p>	<p>El profesor invita a los estudiantes que identifiquen fenómenos ondulatorios que tengan presencia en la naturaleza o situaciones de su entorno.</p>	<p>Dentro de la aplicación de la secuencia didáctica se describen cada una de las concepciones de las matemáticas.</p>	<p>Se invita a los profesores dentro de la secuencia didáctica a plantear tanto las características como las propiedades del modelo ondulatorio.</p>	<p>En el desarrollo de la secuencia didáctica se invita a los profesores en ejercicio a construir un sismograma que contenga cada una de las características de un sismo en la vida real.</p>
<p>EVALUACIÓN Formas específicas de evaluar la comprensión / confusión / progreso de los estudiantes en cada idea.</p>	<p>A partir de la aplicación del repertorio de experiencias profesionales y didácticas.</p>	<p>El docente investigador invita a sus estudiantes a elaborar un modelo que de cuanta de la modelización de un evento físico</p>	<p>El docente invita a los profesores en ejercicio a solucionar algunos cuestionarios aplicados y validados por Schoenfeld, Barrantes y Flores</p>	<p>El docente invita a los profesores en ejercicio a elaborar un modelo que contenga las características y las propiedades de un evento sísmico registrado por el</p>	<p>En el desarrollo de la secuencia didáctica se invita a los profesores en ejercicio a construir un sismograma que contenga cada una de las características de</p>

				movimiento de capa telúrica, propiciado por el cerro machín.	un sismo en la vida real.
EXTENSIÓN ¿Qué más debería saber el profesorado acerca de cada idea (aunque no tenga la intención de enseñarlo a los estudiantes)?	Que la forma en la que el docente enseña las matemáticas, está directamente relacionada con las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático.	La matemática ayuda a modelar eventos naturales	Las concepciones de la naturaleza del conocimiento matemático, son las encargadas de terminar la forma más adecuada para la preparación de clase, ya que ellas influyen en el pensamiento del profesor de forma directa.	que la liberación de energía juega un papel muy importante dentro de las características y propiedades de las ondas sísmicas y de las ondas en el vacío.	Los sismogramas contienen una sensibilidad extrema, tanto así que la ubicación de cada uno de ellos debe hacerse en lugares estratégicos, porque si no las vibraciones de los carros interrumpen de manera directa los registros emitidos.
ELIMINACIÓN					

¿Qué no se puede enseñar de lo planeado?					
INNOVACIÓN ¿Qué más se podría enseñar acerca de cada idea?	Con la matemática se puede modelizar fenómenos naturales.	La modelización es la actividad científica que tiene como fin construir explicaciones de fenómenos naturales.	Existen concepciones que siembran desinterés en los estudiantes en las clases de matemáticas.	La historia de la elaboración del modelo, es decir, cuál fue el motivo que desencadenó el estudio de la onda y sus propiedades	Los sismogramas son registros efectuados por instrumentos que están bajo tierra y además son controlados por medio de computacional.
OTROS COMENTARIOS (Observaciones adicionales relevantes)					

RECOMENDACIONES

Uno de los objetivos con los que se creó este trabajo de investigación, es la generación de producciones didácticas que puedan ser útiles para docentes o incluso estudiantes de práctica docente. Aunque vale la pena aclarar que este documento es una propuesta de trabajo, y no un camino establecido de verdades absolutas. Esto significa que los profesores interesados en la búsqueda de nuevas formas de enseñar el conocimiento matemático, puede encontrar aquí una posible solución, aunque el documento debe ser contextualizado.

De lo anterior se deriva la necesidad de aplicar esta secuencia didáctica a diferentes grupos de estudiantes, especialmente a los que cursan estudios de educación básica, media y superior.

Lo anterior permite la validación de la secuencia didáctica, no en términos de cantidad, sino en las observaciones y avances que se puedan dar

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estandares Basicos de Competencias*. Bogotá: Escribe y Edita.
- Adúriz-Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 25-36.
- Adúriz-Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Educación y Pedagogía*, 25-36.
- Barrantes, H. (2008). Creencias Sobre las Matemáticas en Estudiantes de la Enseñanza Media Costarricense. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 24.
- Bohórquez, L. A. (2104). *Las Creencias VS Las Concepciones de los Profesores de Matemáticas y sus Cambios*. Bogotá.
- Bunge, M. (1973). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos Aires: siglo XX.
- Cerón Alvarez, D. C., Mesa Laverde, Y. C., Rojas Morales, C. E., & Medina, C. C. (2011). La naturaleza de las matemáticas en el estudio de las concepciones del profesor. *Encuentro Colombiano de Educación Matemática*, 202-213.
- Ceròn, D., Mesa, Y., & Rojas, C. (2012). *La naturaleza del conocimiento matemático y su impacto en las concepciones del profesor*. Obtenido de http://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_c67cfe59be51dab43a6d9ae1681a4c40
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Solé, I., & Zabala, A. (1999). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Cordero, F. (2005). La distinción entre construcciones del cálculo: una epistemología a través de la actividad humana. En F. Cordero. Relime.
- Entrena Martínez, I. (2014). Aprender a matematizar Matematización como medio y no como fin. *Máster Universitario de Formación de Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*. Universidad de Granada.
- Flores, P. (1998). *Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores Sobre las Matemáticas, su Enseñanza y su Aprendizaje*. España: COMARES.

- Godino, J. (1991). *Hacia una teoría de la Didáctica de la Matemática. España: Universidad de Granada*. Obtenido de <http://www.esnips.com/doc/7c8ba340-b410-4e8e-b047-5158ec9eac91/Los-10-libros-de-arquitectura-de-Vitruvio>.
- grupo de investigación EDUMAES. (2003). *La naturaleza de las matemáticas en el estudio de las concepciones del profesor*. Quindío .
- Hempel, C. (1968). *Sobre la naturaleza de la verdad matemática*. Newman, SIGMA. *El mundo de las matemáticas*. Barcelona: Grijalbo.
- Jimenez, A. (2009). *Las concepciones sobre la naturaleza de la matemática y su influencia en el salón de clase*. Obtenido de <http://virtual.uptc.edu.co/procesos/matematicas2009/memorias/Archivos/Conferencias/conferenciaAlfonso%20Jimenez.pdf>
- Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 165-193.
- Martínez, P. F. (1998). *Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores Sobre las Matemáticas, su Enseñanza y su Aprendizaje*. Granada: COMARES.
- Medina, A. C., & Rojas, C. E. (s.f.). La Naturaleza de las Matemáticas en el estudio de las concepciones.
- Menezes, L. (2000). Matemática, Linguagem E Comunicação. *Millenium*, 20.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Matemáticas*. Bogotá.
- Ministerio de educación nacional. (2006). *Estandares básicos de competencias de matemáticas*. Bogotá.
- Mora, F. M. (2008). ¿Qué Es Matemática? Creencias Y Concepciones En La enseñanza Media Costarricense? *Cuadernos De Investigación Y Formación En Educación Matemática*, 71-81.
- Moreano, G., Asmad, U., Cruz, G., & Cuglievan, G. (2008). Concepciones sobre la enseñanza de Matemática en un grupo de docentes de primaria de escuelas estatales de Lima. *Revista de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Nacional, M. d. (1998). *Lineamientos Curricules de Matemáticas* . Bogotá.

- Ochoa, J. A. (2009). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos .
Revistavirtual.ucn.edu.co , 21.
- Patiño Varon, G. (2014). Caracterización De Las Concepciones De Naturaleza Del Conocimiento Matemático En Estudiantes De La Institución Educativa José Celestino Mutis. ibague, colombia.
- Rojas, N., Flores, P., & Carrillo, J. (s.f.). Caracterización Del Conocimiento Matemático Para La Enseñanza De Los Número Racionales.
- Serrano, J. M. (2008). *Acerca de la naturaleza del conocimiento matemático*.
- Socas Robayna, M., & Camacho Machín, M. (2003). Conocimiento Matemático y Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, 151-171.
- Valles, M. (1999). *Técnicas Cualitativas de Investigación Social*. Madrid: Síntesis.

ANEXOS

Anexo A. Cuestionario Construido por Juan Godino

Se pide, con mucho respeto que complete la información del presente cuestionario con el mayor detalle posible.

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre

Género: Femenino Masculino

Consigna:

A continuación se presentan algunos enunciados que reflejan diferentes modos de pensar sobre las matemáticas, el conocimiento matemático y la habilidad para hacer matemáticas.

Completa el cuestionario, leyendo con atención los enunciados e indicando el grado de acuerdo con cada uno de ellos, mediante un valor numérico, siguiendo el siguiente convenio:

- 1: Totalmente en desacuerdo
- 2: En desacuerdo
- 3: Neutral (ni de acuerdo ni en desacuerdo)
- 4: De acuerdo
- 5: Totalmente de acuerdo

Cuestionario

1. Las matemáticas son esencialmente un conjunto de conocimientos (hechos, reglas, fórmulas y procedimientos socialmente útiles).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

2. Las matemáticas son esencialmente una manera de pensar y resolver problemas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

3. Las matemáticas implican principalmente memorización y seguimiento de reglas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

4. La eficacia o dominio de las matemáticas se caracteriza por una habilidad en conocer hechos aritméticos o de hacer cálculos rápidamente.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

5. El conocimiento matemático esencialmente es fijo e inmutable.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

6. Las matemáticas están siempre bien definidas; no están abiertas a cuestionamientos, argumentos o interpretaciones personales.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

7. La habilidad matemática es esencialmente algo con lo que se nace o no se nace.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica tu postura:

Anexo B. Cuestionario construido por Pablo Flores

Se pide, con mucho respeto que complete la información del presente cuestionario con el mayor detalle posible.

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre:

Edad:

Género:

PREGUNTAS ABIERTAS

1. ¿Cómo se llega al conocimiento matemático?

Respuesta:

2. ¿Cómo se generan los conocimientos matemáticos?

Respuesta:

3. ¿Cómo se caracteriza el conocimiento matemático?

Respuesta:

4. ¿Qué son los conceptos matemáticos?

Respuesta:

5. ¿Qué relación tienen los conocimientos matemáticos con la naturaleza?

Respuesta:

6. ¿Para qué sirven las matemáticas?

Respuesta:

7. ¿Por qué cree usted que son verdaderos los conocimientos matemáticos?

Respuesta:

8. ¿Cómo se valida el conocimiento matemático?

Respuesta:

9. ¿Quién establece la validez del conocimiento matemático?

Respuesta:

10. ¿Qué es saber matemáticas?

Respuesta:

Anexo C. Cuestionario constuido por Alan Schoenfeld

Nombre:

Edad:

Género:

Para las afirmaciones que vienen a continuación, debe indicar su grado de acuerdo o desacuerdo mediante un valor numérico siguiendo el siguiente convenio:

- 1: Totalmente en desacuerdo
- 2: En desacuerdo
- 3: Neutral (ni de acuerdo ni en desacuerdo)
- 4: De acuerdo

		1	2	3	4	5
1	Las matemáticas que yo aprendo en la escuela son en su mayor parte, hechos y procedimientos que tienen que ser memorizados					
2	Cuando el profesor hace una pregunta en la clase de matemáticas los estudiantes que la entienden solo necesitan unos pocos segundos para responder correctamente					
3	La mejor forma de hacerlo bien en matemáticas es memorizando todas las formulas.					
4	La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es ayudarme a pensar más claramente en general					
5	Todo lo que es importante sobre matemáticas ya es conocido por los matemáticos					
6	Un problema matemático puede ser resuelto correctamente de una sola manera					
7	Para resolver problemas matemáticos se tiene que enseñar el procedimiento correcto, o no se puede hacer nada					

8	Cuando usted obtiene la respuesta equivocada a un problema matemático es absolutamente equivocado. (No hay espacio para la argumentación)					
9	La razón por la cual yo intento aprender matemáticas es que es interesante					

Anexo D. Secuencia didáctica.

TÍTULO Modelización en la Ciencia	Nº SESIONES	4
JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen). <p>La práctica científica desde la perspectiva cognitivista de ciencia se entiende como la actividad de construcción, prueba y revisión de modelos (Giere, 1991, Duschl et al., 2008). Los modelos pueden representar estructuras teóricas (abstractas/conceptuales), ideas que constituyen aspectos inaccesibles a la observación directa de ciertas propiedades o características de los fenómenos. De igual forma, los modelos son considerados como valiosas herramientas de representación que permiten comunicar los presupuestos teóricos, conceptuales, metodológicos de una determinada actividad científica. La construcción de modelos (modelización), la argumentación (defensa de explicaciones a la luz de las evidencias) y la comunicación (como prácticas usuales de escribir, leer y hablar en la ciencia) se han precisado como los procesos básicos de producción de conocimiento científico y fundamentales en para la ciencia escolar (Jiménez et al., 2013).</p>	NIVEL/ETAPA	Profesores en formación y ejercicio en matemáticas
RELACIÓN CON EL CURRÍCULO	ÁREA	Pedagógicas
	BLOQUE	Didácticas

específicas

COMPETENCIA(S) BÁSICA(S):

- Modelar fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico, y la evidencia derivada de investigaciones científicas.
- Usa modelos biológicos, físicos y químicos para explicar y predecir fenómenos naturales.

OBJETIVOS

- Lograr que los profesores en formación comprendan que la modelización es una práctica natural de la actividad científica.
- Lograr que los profesores en formación inicial construyan modelos de acuerdo a un problema de las ciencias físicas y matemáticas establecido.
- Analizar las implicaciones conceptuales, epistemológicas y didácticas de las prácticas de modelización en ciencias.

Tiempo

ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)

Metodología/
organización

Materiales/
Recursos

60 INTRODUCCIÓN-MOTIVACIÓN

El profesor invita a los estudiantes que identifiquen fenómenos ondulatorios que tengan presencia en la naturaleza o situaciones de su entorno. Para ello es necesario que

Grupos pequeños
de estudiantes

	reflexionen acerca de las características de los fenómenos de este tipo y determinen los mejores ejemplos.	discutirán las preguntas	
Tiempo	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)	Metodología/ organización	Materiales/ Recursos
60	CONOCIMIENTOS PREVIOS Los profesores en formación junto con el profesor orientador analizan el video “Rodeados de Ondas”. Comparan los eventos enunciados en la anterior actividad con los que se describen en el video. Discuten y complementan sus ideas iniciales. https://www.youtube.com/watch?v=RZMOaToLPKU	Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas	Video.
45	CONTENIDOS Ondas, propiedades y tipos de ondas, modelo matemático de onda, fenómenos ondulatorios, representaciones de ondas en la física.	Toda la clase	
45	PROCEDIMIENTOS Actividad 1: Leer el texto: EL VOLCÁN MACHÍN Y SU RELACIÓN CON LA FÍSICA Y MATEMÁTICA.	Individual y grupal	Anexo No 1.
1 se	Actividad 2: De acuerdo al texto y la indagación en otras fuentes contestar las siguientes preguntas: Preguntas relacionadas con la comprensión del texto:	Trabajo grupal y con la orientación del profesor	Anexo No 1 y fuentes bibliográficas.

sió n	<p>8. ¿Por qué consideras que los terremotos pueden ser un fenómeno que se puede modelar haciendo uso del modelo físico de ondas?</p> <p>9. ¿Qué propiedades de las ondas se pueden identificar en el momento de producción y desenlace de un terremoto como consecuencia de una erupción en el volcán cerro machín?</p> <p>10. ¿Qué variables se pueden identificar en el anterior evento?</p> <p>11. ¿Es posible establecer relaciones matemáticas entre las variables que afloran en el evento de un terremoto como causa de la erupción?</p>	
2 se sio ne s	<p>Actividad 2: Resolver la siguiente situación:</p> <p>Según la ubicación estratégica de cada una de las estaciones sismológicas y repetidoras, por parte de la red de vigilancia sísmica del Volcán Cerro Machín, se puede identificar correctamente la coordenada exacta de cualquier movimiento telúrico generado por el volcán a cualquier hora del día o de la noche.</p> <p>En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información (Ver anexo No 2).</p>	Trabajo grupal y Anexo No 2 y con la orientación Anexo No 3 del profesor

De la anterior información, se puede deducir que hace falta el epicentro del sismo generado por el volcán cerro machín.

¿Eres capaz de encontrar el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín, con la información que se te proporciona? Justifique su respuesta.

En caso de que su respuesta sea afirmativa, ¿qué modelos construiría para dar cuenta de las coordenadas?, teniendo en cuenta las estaciones sísmicas del volcán cerro machín son las que se grafican en el anexo No 3.

3 CONSOLIDACIÓN

Actividad No 3: De acuerdo a la ubicación estratégica de cada uno de las estaciones sismológicas y repetidoras del volcán cerro machín, se pueden establecer los tiempos de llegada de cada una de las diferentes ondas S, P, Love y Rayleigh, en cualquier momento, además a lo anteriormente descrito, se puede establecer la diferencia exacta de la onda P y la onda S en kilómetros y en tiempos, después de impactar cada una de las estaciones sísmicas.

En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información (ver anexo No 4).

Anexo No 4

INSTRUMENTOS (CUESTIONES DEL COCTS)	Pre-test/Post-test
<p>CRITERIOS/INDICADORES</p> <p>La modelización es la actividad científica que tiene como fin construir explicaciones de fenómenos naturales, basadas en la creación, puesta a prueba y comunicación a través de modelos.</p>	
Actividad de refuerzo	
ACTIVIDADES DE REFUERZO	
<p>De acuerdo a la actividad número 1, 2 y 3 de la secuencia didáctica, hemos logrado entender y establecer el funcionamiento de la red sismológica de vigilancia del volcán cerro machín, el comportamiento de las ondas sísmicas bajo la tierra y la ubicación del epicentro de forma matemática. Conociendo y entendiendo lo anteriormente mencionado, se puede construir de forma artificial, un sismo provocado por el volcán cerró machín.</p> <p>En este sentido, la actividad consiste, en ubicar 3 estaciones que pertenezcan a la red sísmica y de vigilancia del volcán, además, debe ser de su preferencia. Posteriormente debe construir como mínimo 3 sismogramas, pero dentro de estos, debe reconocerse el tiempo de diferencia de la onda P y la onda S, aunque también deben estar presentes las ondas superficiales, por último, debe ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica generada por el volcán cerro machín.</p> <p>En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 3, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.</p>	
ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN	

Anexo E. Contexto de significado.

EL MACHÍN NO ES CUALQUIER CERRÓ... MUCHO MENOS CUALQUIER VOLCÁN

Hace un poco más de una década empezó a preocupar al país pero más a los corregimientos y municipios aledaños del Cerro Machín por los continuos sismos y fumarolas de humo que expele las grietas del domo del volcán. La última erupción del volcán data aproximadamente del año 1200 por lo que pasaba desapercibido dicho cerro, pero al ser estudiado por los institutos vulcanológicos tanto del país y como del exterior atribuyen a este como el de mayor potencialidad de daño de Colombia y de los más peligrosos en el mundo.

"El volcán Cerro Machín tiene un gran potencial explosivo y por su composición química, magnitud de sus erupciones y la gran extensión de sus depósitos se cataloga como uno de los volcanes con mayor potencialidad de daño en Colombia, cuya actividad futura podría afectar intensamente, durante mucho tiempo (meses hasta años), una región muy estratégica para la economía. Cubren áreas pertenecientes a los departamentos de Tolima, Quindío, Valle del Cauca y Cundinamarca, en las cuales habitan cerca de 1 millón de personas" (Memoria explicativa del mapa de amenaza volcánica del cerro Machín. INGEOMINAS, julio de 2003)



Figura N°1. Volcán Cerro Machín. Imagen tomada por el SGC.

Este cerro o volcán como suele conocerse se encuentra ubicado en el corregimiento de Toche del municipio de Ibagué(Tolima) y su localización

geográfica es de latitud 4°29' Norte y Longitud 75° 21' Oeste. Se encuentra a una distancia de 150 km al suroccidente de Bogotá, a 17 km al oeste de Ibagué, a 7 km de Cajamarca y a 30 km al este de Armenia. Es un volcán muy particular porque visualmente aparenta una colina normal, se pierde entre la vegetación por su poca altura (2750 msnm) y no genera ningún temor a menos que se conozca sobre él. Tanto así que se puede llegar allí, por carretera, entrada por Ibagué (El Boquerón), por Cajamarca y por Armenia (Salento). El acceso es fácil, se llega en carro hasta dentro del cráter del volcán, allí hay varias fincas y viven varias familias.

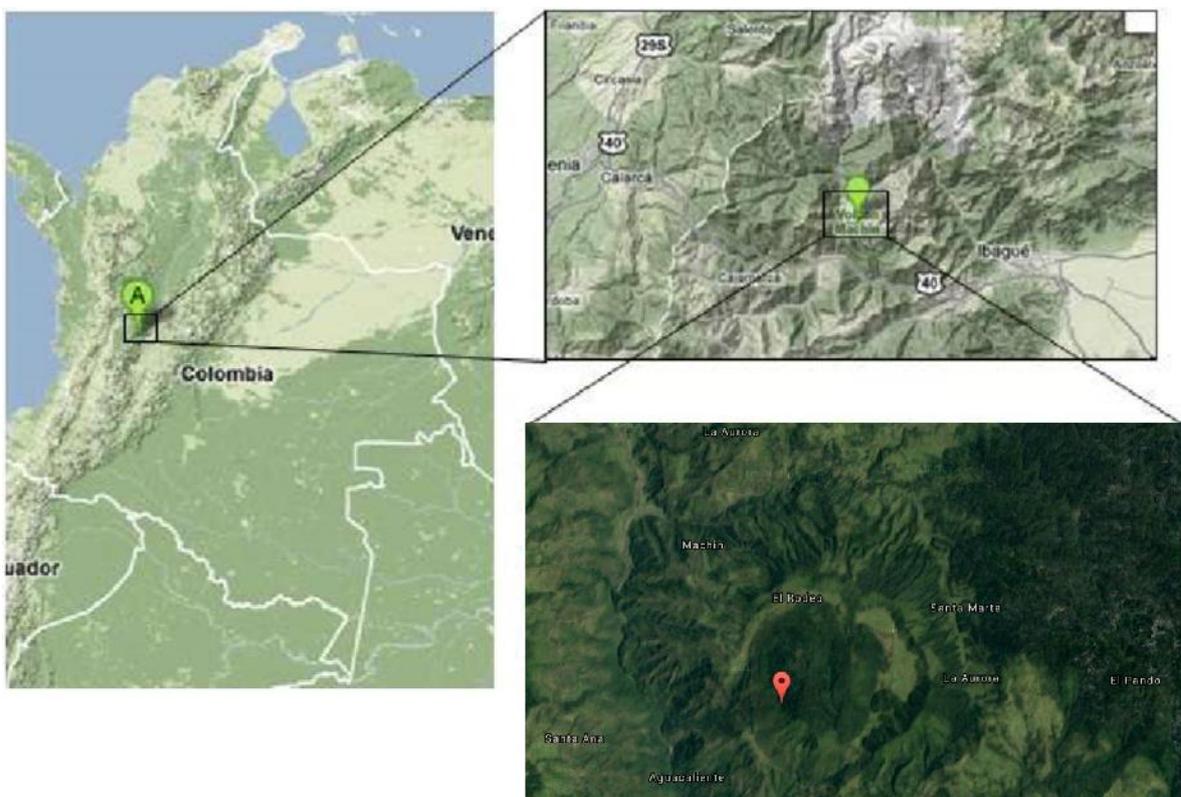


Figura N°2. Ubicación del Volcán Cerro Machín. Google Maps.

Pero históricamente se conoce que el volcán cerro Machín ha producido seis períodos eruptivos (cuatro pincianos¹ y dos por colapso de domos²), el último hace 800 años; ha producido domos, columnas de erupción mayores de 20 km

¹ Pinciano: Erupción volcánica donde la fuerza de los gases es muy fuerte y produce explosiones muy violentas las cuales forman nubes ardientes que pueden llegar hasta la estratosfera, que al enfriarse producen precipitaciones de ceniza que pueden llegar a sepultar ciudades.

² Domos: Capas de magma fría sobre el cráter de un volcán.

de altura sobre el cráter, flujos y oleadas piroclásticas y grandes volúmenes de depósitos de lahares (flujos de escombros e hiperconcentrados) que cubren un área un poco mayor a 1.000 km hacia el este, en el valle del río Magdalena. Los productos del volcán Cerro Machín tienen composición dacítica.

Es por esta última erupción la apariencia actual del cráter del cerro, pues pareciera una colina pero en la cima se encuentran los domos cubiertos por vegetación. La figura 3 muestra los domos.



Figura N°3. Domo del Volcán Cerro Machín. Imagen tomada por el SGC

El Volcán Machín ahora es el más estudiado del país por las continuas vibraciones sísmicas que ha presentado en los últimos años. Como evidencia de ello se tienen dos noticias de distintas fuentes y fechas.

EL NUEVO Día
EL PERIÓDICO DE LOS TOLIMENSES
Regional

Inicio Tolima Mundo Actualidad Sociales Opinión Especiales

Inicio > Tolima > Regional

Dos sismos alertan a comunidad vecina del Volcán Cerro Machín

En los últimos días se han presentado dos sismos en el Volcán Cerro Machín de Cajamarca, uno de magnitud de 2.4 y el más reciente de 2.2 en la escala de Richter.

Me gusta 64 Tweet 17 Email 0 Blogger 0 Google + 0 sharethis 50

Junio 14, 2016 - 14:45

En la última semana, se han registrado dos sismos en el Volcán Cerro Machín, el primero de ellos, sucedió a las 10:18 de la noche de este domingo, con una intensidad de 2.4 en la escala de Richter y el **segundo** se presentó en la noche de este lunes a las 8:53 con una intensidad menor, de 2.2.

Los dos movimientos telúricos se sintieron en el municipio de Cajamarca, según el reporte del Servicio Geológico **Colombiano**, enviado al Gobernador del Tolima, Oscar Barreto Quiroga, al primer mandatario del Quindío, Carlos Eduardo Osorio y al Gobernador de Cundinamarca, Jorge Emilio Rey.

El Servicio Geológico informó que el último sismo fue asociado al fracturamiento de roca dentro del volcán, localizado a 6,7 kilómetros del suroccidente del domo principal, con una profundidad superficial de **3,9** kilómetros.

El **evento** natural fue sentido por los habitantes del área de influencia del Volcán, al igual que por la comunidad del municipio de Cajamarca, a quienes se les recomienda estar atentos a cualquier cambio que se manifieste, de igual forma se reitera que se mantiene el nivel de actividad amarillo.

Publicada por REDACCIÓN EL NUEVO DÍA

Clasificados Edictos Club Suscriptores Archivo

LA PATRIA.COM

Noticias de Manizales y Caldas, Junio 29 2016

NOTICIAS MANIZALES CALDAS SUCESOS DEPORTES OPINIÓN SOCIAL ESPECIALES

TEMAS DESTACADOS Proceso de paz Guido Echeverri Lupa a la contratación selección Colombia Caldera

NACIONAL Lunes, Octubre 8, 2012

Sismo en el Volcán cerro Machín

lapatria.com

Se han presentado varios sismos en el volcán, el más fuerte alcanzó 4.6 en la escala de Richter, informó Ingeominas.

Se han registrado 38 eventos sísmicos cuatro de ellos con magnitudes locales mayores a 2.5; se destacan los eventos ocurridos a las 21:32 y 21:35 (Hora Local) los cuales presentaron una magnitud de 4.6 y 3.9 respectivamente. Estos eventos sísmicos fueron percibidos por los habitantes en las inmediaciones del volcán, en los municipios de Cajamarca e Ibagué (Tolima), y en algunos municipios de los departamentos de Risaralda, Quindío y Caldas.

Una comisión de funcionarios del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales se está desplazando a la zona de influencia del volcán para realizar labores de reconocimiento en campo y complementar la información relacionada con este incremento de actividad sísmica del volcán.

La tierra da avisos y los sismos³ son uno de ellos al advertir cuando el Volcán Machín puede volver a erupcionar, por lo que se considera importante estudiar las ondas sísmicas para tratar de dar alerta a la población tolimense de cuando se está en amenaza de erupción y de esta manera llevar a cabo las recomendaciones que las autoridades comuniquen. J. M. Ibáñez, E. Carmona nos argumenta la importancia del estudio de sismos de origen volcánico: “El estudio de una región volcánica, desde el punto de vista sísmico, es importante porque nos permite conocer diferentes aspectos del sistema volcánico. Entre otros: la dinámica y los mecanismos de transporte de fluidos, los efectos o consecuencias derivadas de esa dinámica y el posible estado de esfuerzos local y regional (mecanismos de fuente sísmica). Esto hace que las señales que se puedan registrar en este tipo de ambientes sean diversas entre sí y algunas de ellas muy diferentes a las que se puedan esperar en un ambiente puramente tectónico”.

³ Según el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el sismo: “corresponde al proceso de generación de ondas y su posterior propagación por el interior de la Tierra. Al llegar a la superficie de la Tierra, estas ondas se dejan sentir tanto por la el suelo) y de su duración, el sismo producirá mayor o menor intensidad. población como por estructuras, y dependiendo de la amplitud del movimiento (desplazamiento, velocidad y aceleración d

Estas ondas sísmológicas pueden ser generadas por el movimiento de placas tectónicas o de las fallas geológicas, por efectos volcánicos o por acciones generadas por el hombre (fracking, bombas atómicas...). El 98% de los sismos presentados en el corregimiento de Toche y zonas aledañas tienen origen volcánico por su cercanía al Volcán Cerro Machín.

Los sismos de origen volcánico se deben al movimiento de fluidos en el sistema volcánico. Para medir los sismos debidos a la actividad volcánica se utilizan redes con equipos portátiles y telemétricos localizadas sobre el volcán y en sus cercanías. La captación y el registro de las señales sísmicas se realiza mediante sismógrafos⁴.

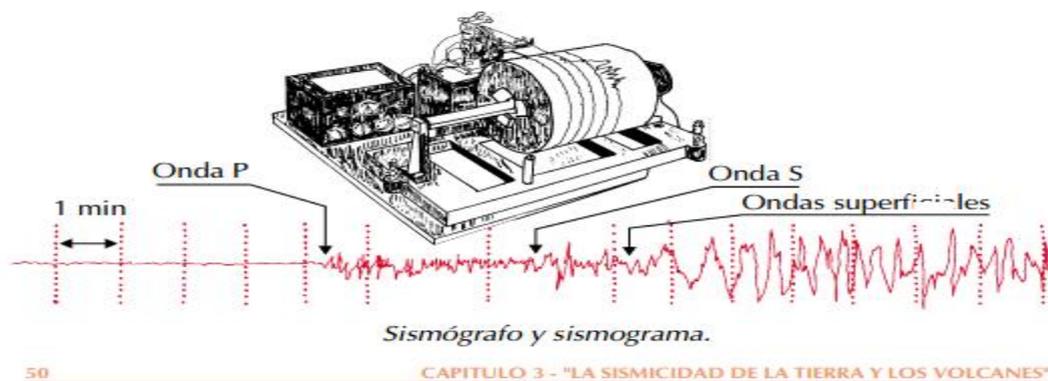


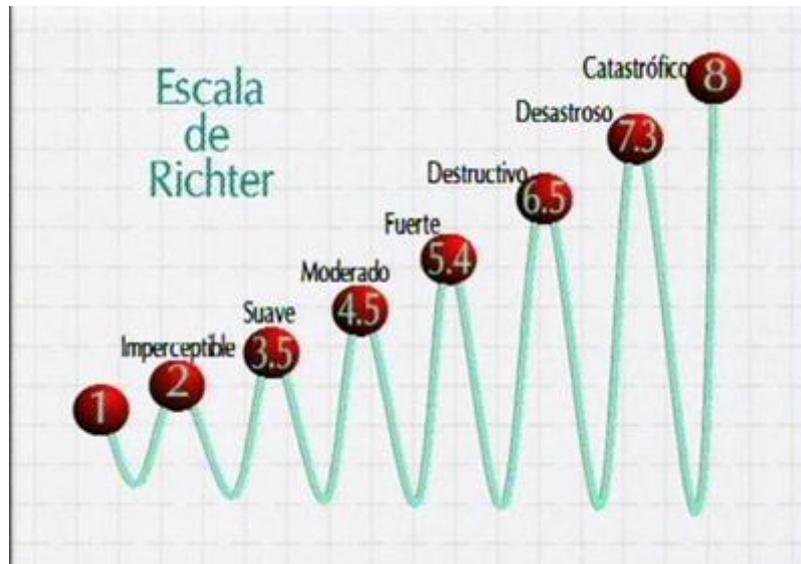
Figura N°4.

La escala de richter es la perfecta para deducir la magnitud de los sismos. Esta escala se emplea para evaluar los daños ocasionados por los sismos, y mide la cantidad de energía liberada de un temblor en su centro o foco, el rango de la escala va de 1 a 10 grados, y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente.

Cuando se producen cambios en la tierra, literalmente cuando se presentan eventos sísmicos (tierra tiembla), el encargado de detectar y registrar estos acontecimientos es el sismógrafo el cual se encarga de medir la magnitud y la cantidad de energía liberada la cual es identificada y deducida por la escala de richter.

⁴ Un sismógrafo es un instrumento sensible que mide y registra las ondas sísmicas, dejando un registro al que se denomina sismograma.

En la siguiente gráfica se presenta la medición de la escala y según el tipo de desastre que podría causar dependiendo de la magnitud del evento:



El Servicio Geológico Colombiano (SGC) antes llamado INGEOMINAS es una entidad dedicada al estudio vulcanológico y sismológico del país por consiguiente tiene una red de vigilancia de 24 horas todos los días para el Volcán Cerro Machín. Esta red de vigilancia se distribuye en diferentes aspectos como lo son: vigilancia general, de deformación, de geoquímica, geofísica y sismología, de esta última se muestra el mapa de los instrumentos ubicados en él.

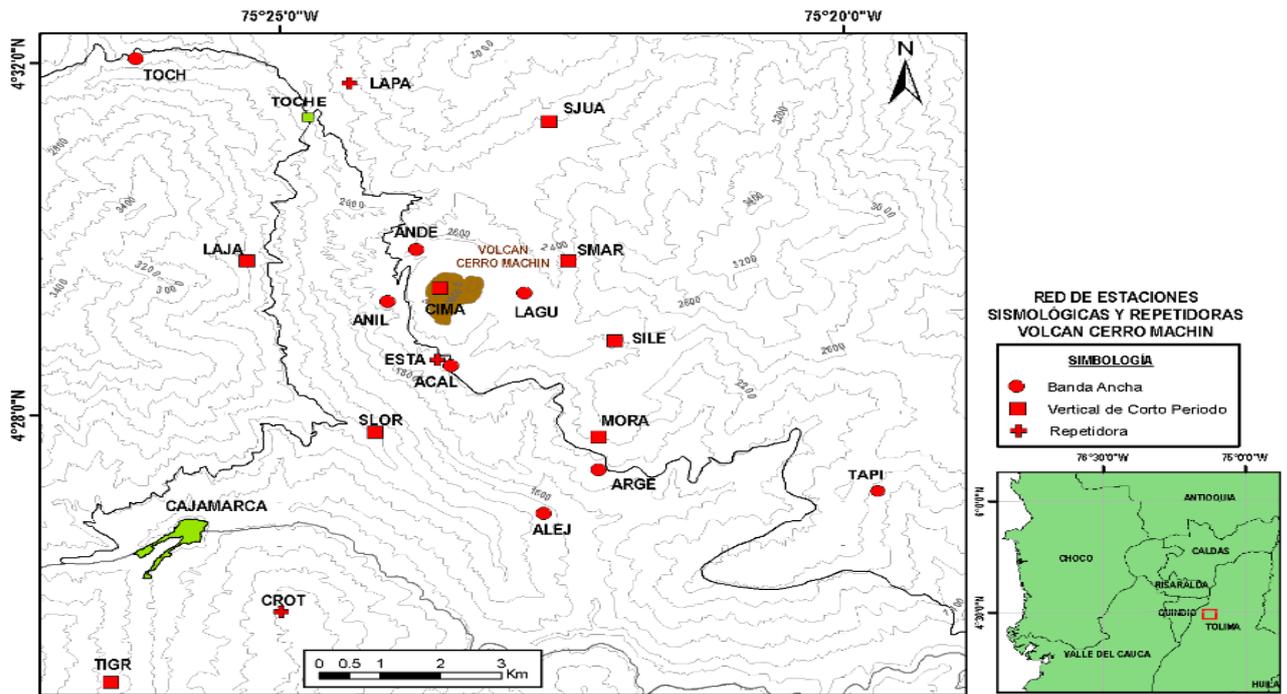


Figura N°5. Red de vigilancia sísmica del Volcán Cerro Machín. Imagen del SGC

Además de la red de vigilancia, el SGC cuenta con registro en línea de los movimientos sísmicos del terreno del Volcán Cerro Machín con una periodicidad de 5 minutos. Los registros (sismogramas) son gráficas de ondas que necesariamente hay que estudiarlas para interpretarlas correctamente.

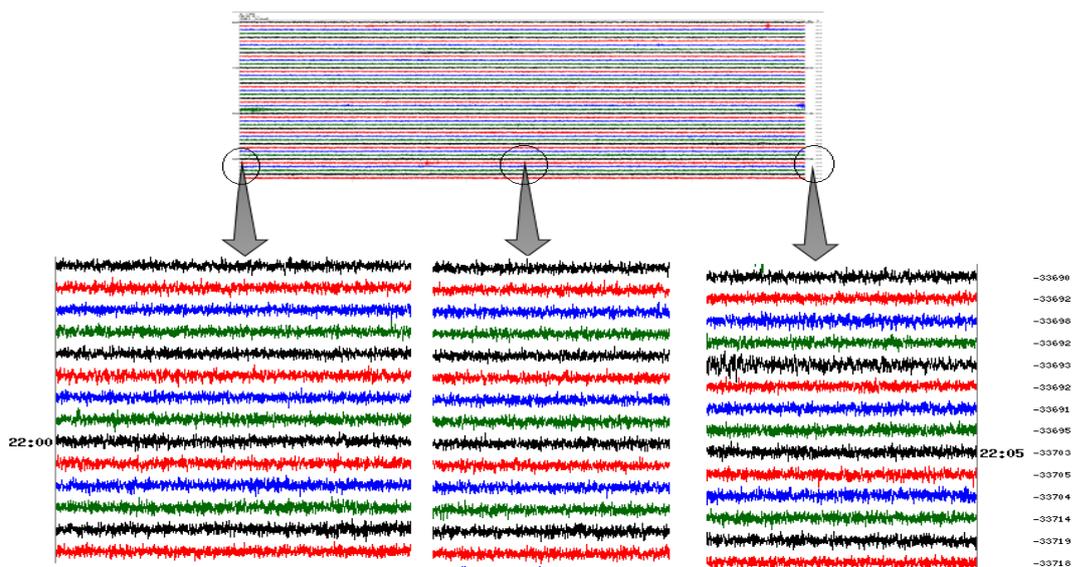


Figura N°6 Registros en línea del Volcán Cerro Machín (Sismograma). Imagen del SGC.

Pero qué significan estos registros, ¿hubo actividad sísmológica?, sí hubo ¿fueron fuertes las sacudidas? Resultan muchas inquietudes que para dar respuesta es necesario interpretar estos gráficos que muestran los sismogramas donde registran las características de las ondas sísmicas.

Existen diversas ondas sísmicas, las que viajan por el interior de la tierra y otras sobre la parte más superficial. Cada tipo de onda viaja a diferente velocidad y pueden cambiar su dirección de acuerdo al medio en el que se propague. Cuando se hace referencia a las ondas que se propagan por el interior de la tierra indiscutiblemente se debe hablar de las ondas primarias (ondas P) y ondas secundarias (ondas S).

Las ondas P son las ondas más rápidas (alcanza más de 11 km/s en el interior de la Tierra) y se propagan longitudinalmente lo que hace que el interior del suelo se vaya comprimiendo y dilatando expandiendo la roca en la misma dirección en que viajan. Este tipo de onda se puede propagar por sólidos (rocas, tierra...) y por líquidos (agua subterránea, océanos, magma).



Figura N°7. Propagación Onda P. Extraída de <http://luz.izt.uam.mx/>

Las ondas S son ondas transversales y se propagan a menor velocidad que las primarias. Son transversales porque a medida que se propagan las vibraciones son perpendiculares a la dirección de propagación. Los daños que causa esta onda son más graves por sus movimientos de arriba hacia abajo y de lado a lado. las ondas S sólo se propagan por medios sólidos ya que los líquidos y gases no soportan esfuerzos de corte cuando estas se desplazan perpendicularmente.



Figura N°8. Onda S. Extraída de <http://luz.izt.uam.mx>

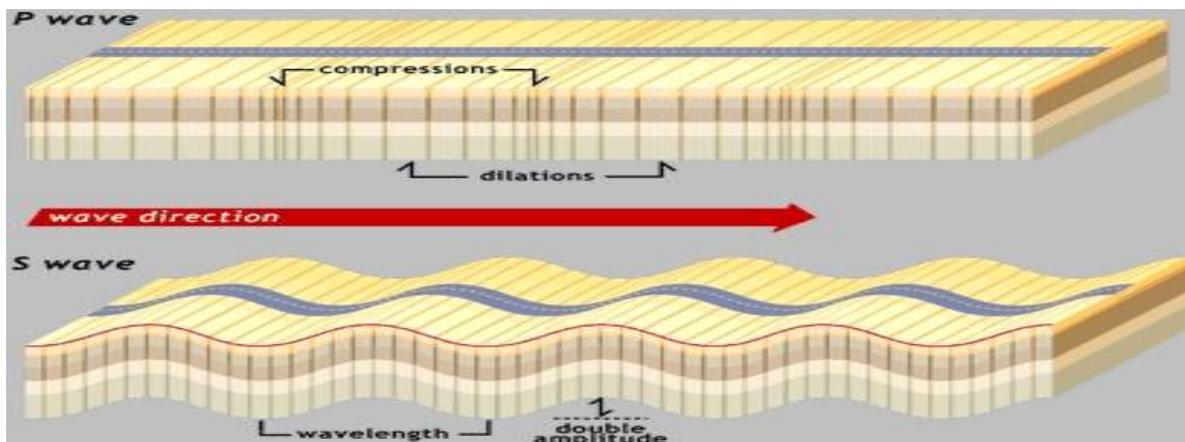


Figura N°9. Ondas “P” y “S” en 3D. <http://www.igeo.ucm-csic.es>

En cuanto a las ondas sísmicas superficiales también hay dos tipos: las ondas Rayleigh y Love. Las ondas Rayleigh son ondas donde las partículas se desplazan describiendo un trayecto elíptico, los giros elípticos son en dirección opuesta a la dirección de propagación.

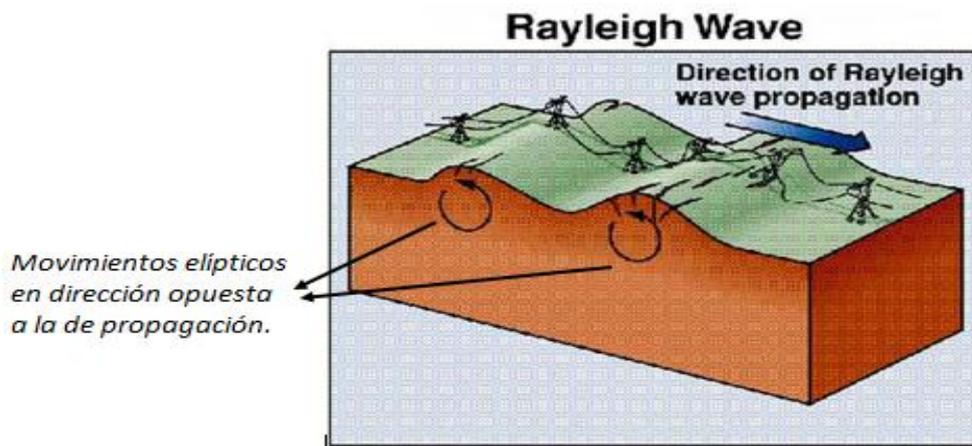


Figura N°10. Onda Rayleigh. <http://ecoexploratorio.org>

Las ondas Love se caracterizan por las superposiciones de las ondas S de vibraciones de lado a lado (SH).

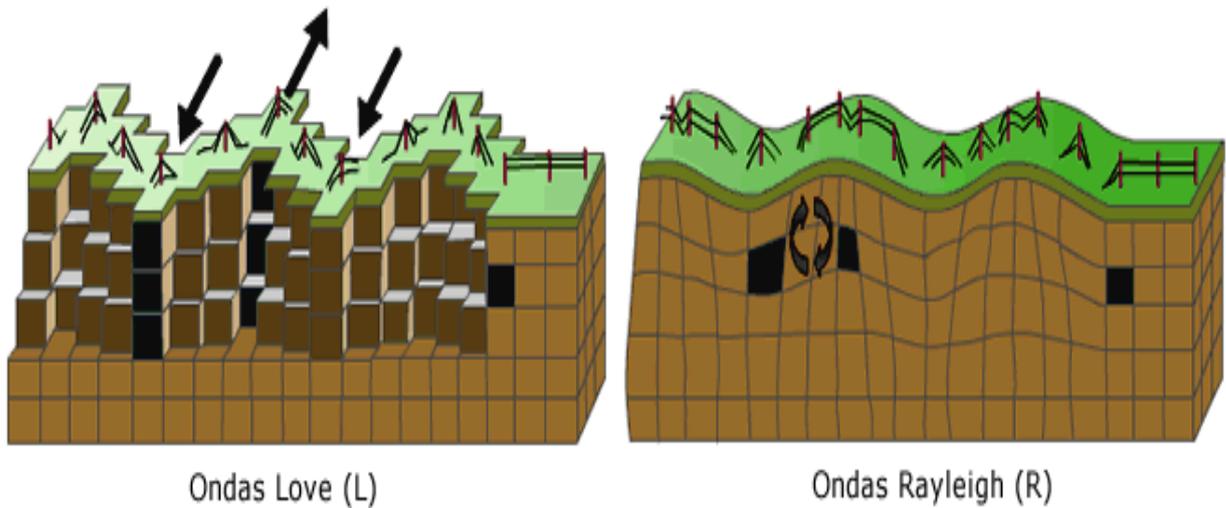


Figura N°11. Onda Love y Rayleigh. <http://cienciasfera.com/>

Ondas sísmicas				
Tipos de ondas	Ondas de cuerpo		Ondas superficiales	
Propagación	en el interior de la Tierra		en la superficie terrestre	
	P	S	L	R
Nombre	Primera, del inglés Push.	Segunda, del inglés Share.	Love.	Rayleigh.
Características	<ul style="list-style-type: none"> Longitudinales, por lo tanto, la partícula sólo sufre desplazamiento y no rotación Compresional. 	<ul style="list-style-type: none"> Transversales y equivolumétricas (el desplazamiento se produce sin cambio volumétrico). De cizalla. Polarización horizontal SH Polarización vertical SV 	El movimiento de la partícula describe una elipse, puesto que es combinación de ondas P y SV	Combinación de ondas SH SV
Velocidades	<ul style="list-style-type: none"> $\alpha = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$ La más rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> $\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ Más lenta que P. 	Más lenta que la S, por recorrer un camino más largo.	La más lenta de todas.
Nomenclatura en sismogramas	<ul style="list-style-type: none"> P. Si la onda parte de abajo hacia arriba: P_g. Si la onda es críticamente refractada: P_T. Si la onda fue reflejada una vez como P: PP; una vez como S: PS; dos veces como P: PPP; dos veces como S: PSS; una vez como P y otra como S: PPS. Si la onda es de cabeza y refractada por la discontinuidad de Morovicic: P_n. Si la onda es de cabeza y refractada por la discontinuidad de Conrad: P^*. 	<ul style="list-style-type: none"> S. Si la onda parte de abajo hacia arriba: S_g. Si la onda es críticamente refractada: S_T. Si la onda fue reflejada una vez como P: SP; una vez como S: SS; dos veces como P: SPP; dos veces como S: SSS; una vez como P y otra como S: SPS. Si la onda es de cabeza y refractada por la discontinuidad de Morovicic: S_n. Si la onda es de cabeza y refractada por la discontinuidad de Conrad: S^*. 	<ul style="list-style-type: none"> L. Si es de período muy largo: LQ 	<ul style="list-style-type: none"> R. Si es de período muy largo: LR

Figura N°12. Tabla comparativa sobre ondas sísmicas. <http://luz.izt.uam.mx>

Como se mencionaba antes, los sismogramas muestran gráficamente la actividad sísmológica producida en un lugar, por ende, se deben visualizar en estos registros los tipos de ondas mencionados anteriormente. Los sismogramas se deben leer de izquierda a derecha y los colores no tienen ningún significado solo sirven para diferenciar las líneas del registro, además cuando termina una línea en el extremo derecho se debe seguir con la lectura en la línea siguiente en el extremo izquierdo como si se estuviera leyendo un libro.

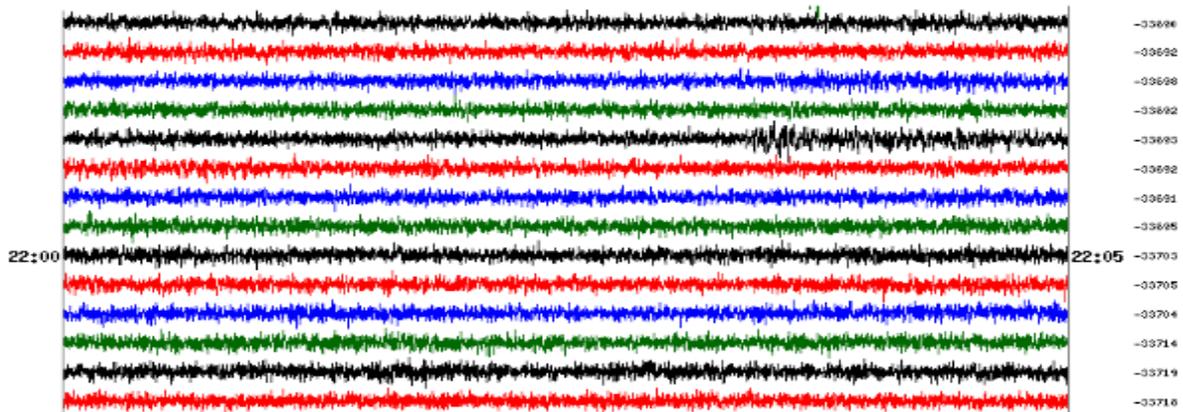


Figura N°13. Registros en línea del Volcán Cerro Machín (Sismograma). Imagen del SGC.

Si se ampliaran los registros de un sismograma en un temblor fuerte o terremoto se observaría de la siguiente manera:

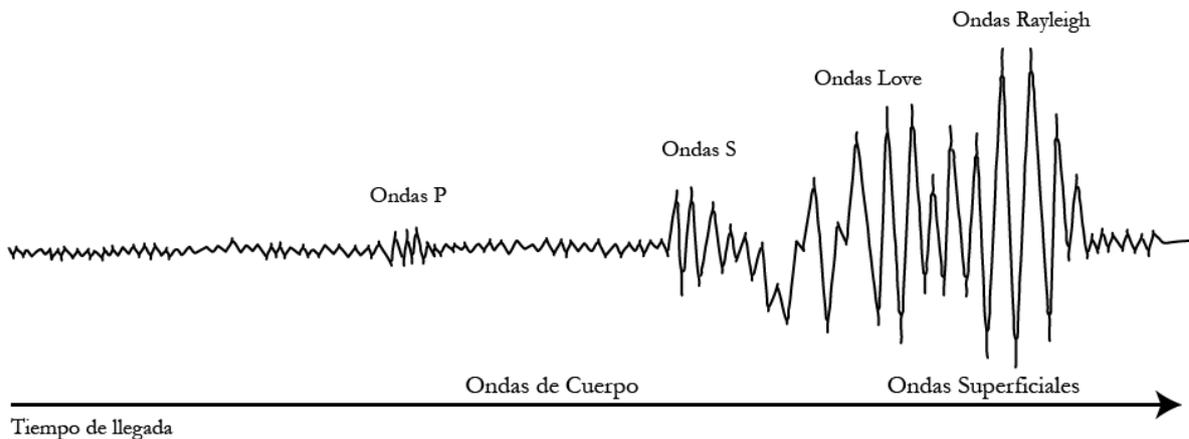
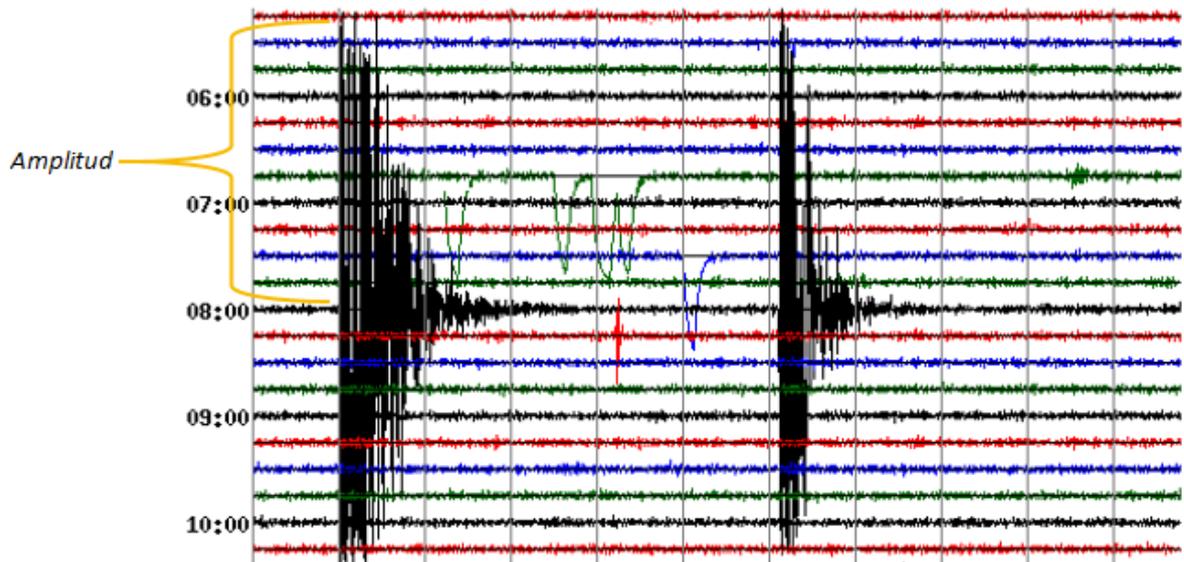


Figura N°14. Ondas en sismograma. Extraída de wiki.ead.pucv.cl

La energía asociada a las ondas sísmicas depende de la amplitud de las ondas. Por tanto, si la amplitud de la onda sísmica es extensa significa que hay mayor

liberación de energía. Es por ello que cuando hay un movimiento de ondas lo que hay es propagación de energía y no de materia.



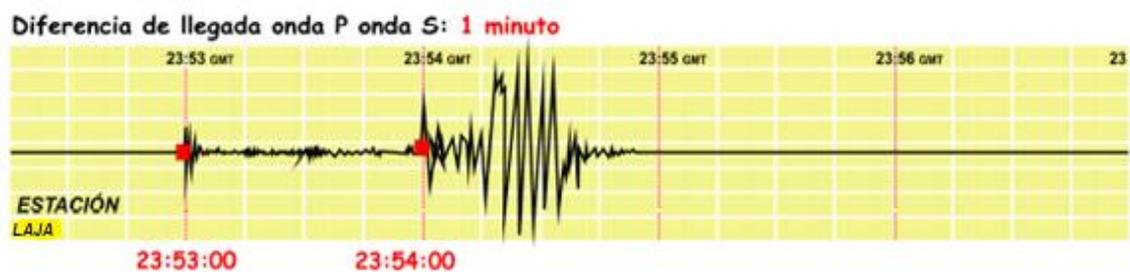
Anexo F Actividad 1 de la secuencia didáctica

1. ¿Qué entendió del texto?
2. ¿Cuál es el objetivo del texto?
3. ¿Qué aspecto fue los que realmente no comprendió del texto?
4. ¿En qué partes del texto encontró más dificultad?
5. ¿Puede establecer algunas relaciones entre el texto y las matemáticas?
6. ¿Por qué los terremotos son un fenómeno que se pueden modelar por medio de fenómenos ondulatorio?
7. ¿Qué propiedades de las ondas se pueden identificar en el momento en que se produce un terremoto generado por el volcán cerro machín?
8. ¿Qué variables se pueden identificar en el anterior evento?
9. ¿Es posible establecer relaciones matemáticas entre las variables que acaban de aflorar y un terremoto generado por el volcán cerro machín?

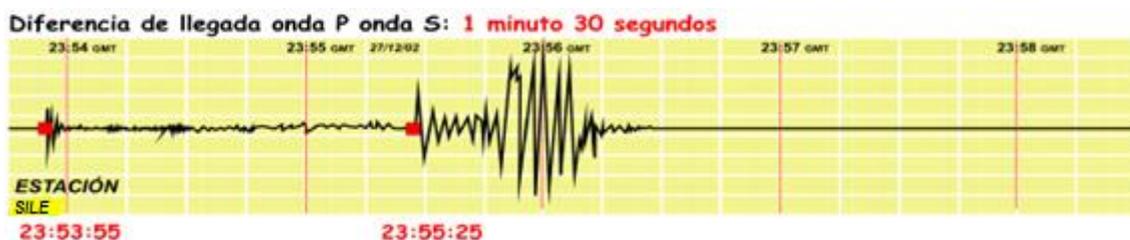
Anexo G. Actividad 2 de la secuencia didáctica

Según la ubicación estratégica de cada una de las estaciones sismológicas y repetidoras, por parte de la red de vigilancia sísmica del Volcán Cerro Machín, se puede identificar correctamente la coordenada exacta de cualquier movimiento telúrico generado por el volcán machín a cualquier hora del día o de la noche.

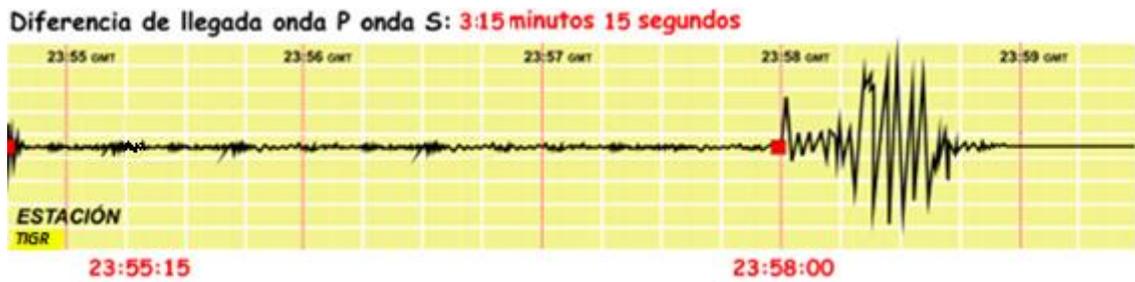
En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información:



Por otro lado, la estación SILE presenta el siguiente registro:



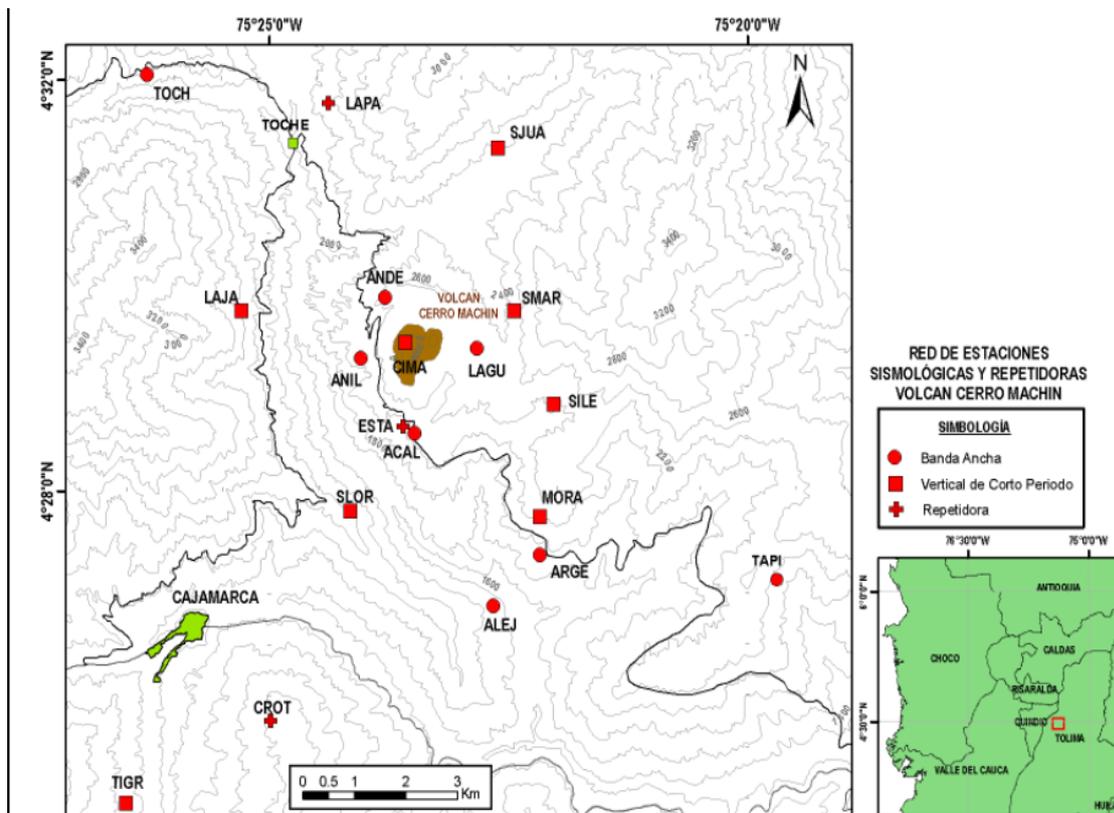
Por último, se encuentra que la estación TIGR que emitió un sismograma con el siguiente registró.



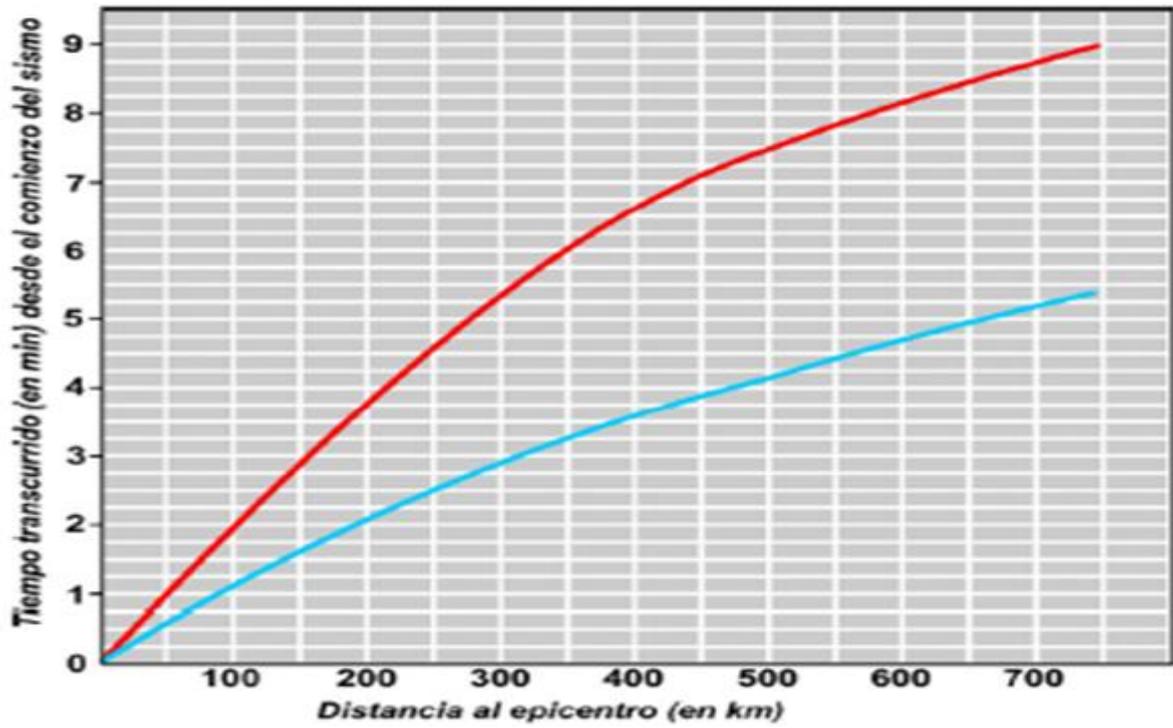
De la anterior información, se puede deducir que hace falta el epicentro del sismo generado por el volcán cerro machín.

¿Eres capaz de encontrar el epicentro del sismo provocado por el volcán cerro machín?

En caso de que su respuesta sea verdadera, ¿bajo qué técnica eres capaz de encontrar esta coordenada?, teniendo en cuenta las estaciones sísmicas del volcán cerró machín.



AUTOR red sismológica del volcán cerro machín

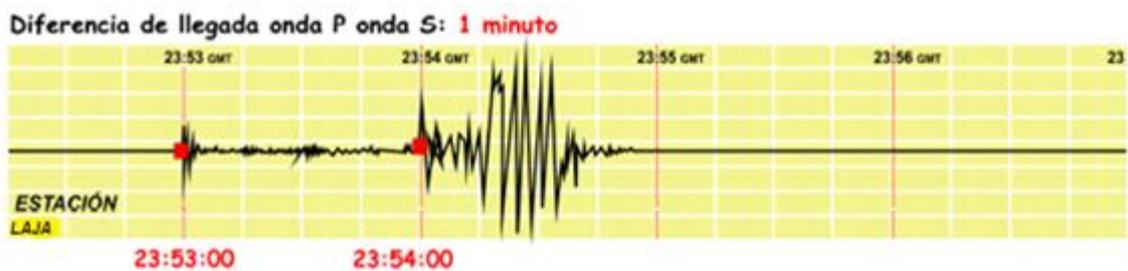


AUTOR red sismológica del volcán cerro machín

Anexo H. Actividad 3 de la secuencia didáctica

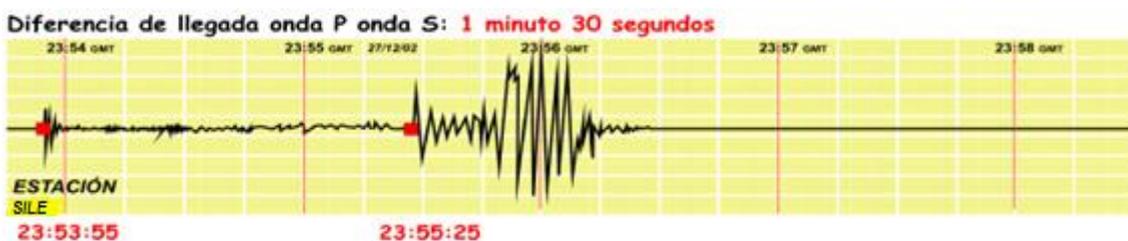
De acuerdo a la ubicación estratégica de cada uno de las estaciones sismológicas y repetidoras del volcán cerro machín, se pueden establecer los tiempos de llegada de cada una de las diferentes ondas S, P, Love y Rayleigh, en cualquier momento, además a lo anteriormente descrito, se puede establecer la diferencia exacta de la onda P y la onda S en kilómetros y en tiempos, después de impactar cada una de las estaciones sísmicas.

En este sentido, se tiene que el día 7 de julio del 2013 se generó un fracturamiento de roca y algunos movimientos de fluidos dentro del volcán cerro machín, Provocando un sismo calificado en la escala de Richter de 6 puntos, este sismo tiene un hipocentro de 3.26 Km y una magnitud local de 0.6, el evento ocurrió a las 4:43 de la tarde, por lo tanto, se tiene que la estación LAJA emitió en su sismograma la siguiente información:



De la figura anterior, se puede deducir que de la onda S a la onda P, hay una diferencia de tiempo de 1 minuto de llegada, es decir, que tardo un minuto más, en llegar la onda S a la estación sísmica LAJA. Además, se puede afirmar que la distancia a la que se encuentra la estación sísmica al epicentro del volcán, es de 300 kilómetros, de acuerdo con la tabla de tiempo transcurrido en minutos desde el comienzo del sismo, por la distancia al epicentro reflejada en kilómetros.

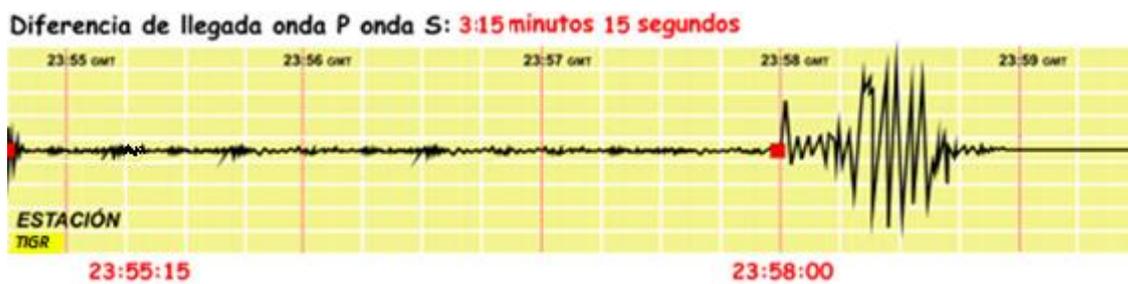
Por otro lado, se tiene que la estación sísmica SILE siente el poder de la onda minutos más tardes, dejando un registro en el sismograma de la siguiente forma.



De la anterior figura, se puede afirmar que la onda P llegó primero que la onda S, además, el tiempo que tardó de más la onda S en llegar a la estación sísmica, es de un minuto con treinta segundos, también se puede decir que la distancia que presenta el sismógrafo hasta el epicentro del movimiento de capa telúrica es de 650 kilómetros.

Por último, se tiene que la estación sísmica TIGR, también fue golpeada por el sismo emitido por el volcán cerro machín.

El registro emitido por el sismograma es el siguiente.



Del anterior sismograma, ¿qué información puedes deducir?, pero dentro de esta información debe estar la distancia que hay desde la estación sísmica TIGR al epicentro del sismo, recuerda que puedes utilizar cualquier proceso matemático que sea necesario para su ubicación.

En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 2, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.

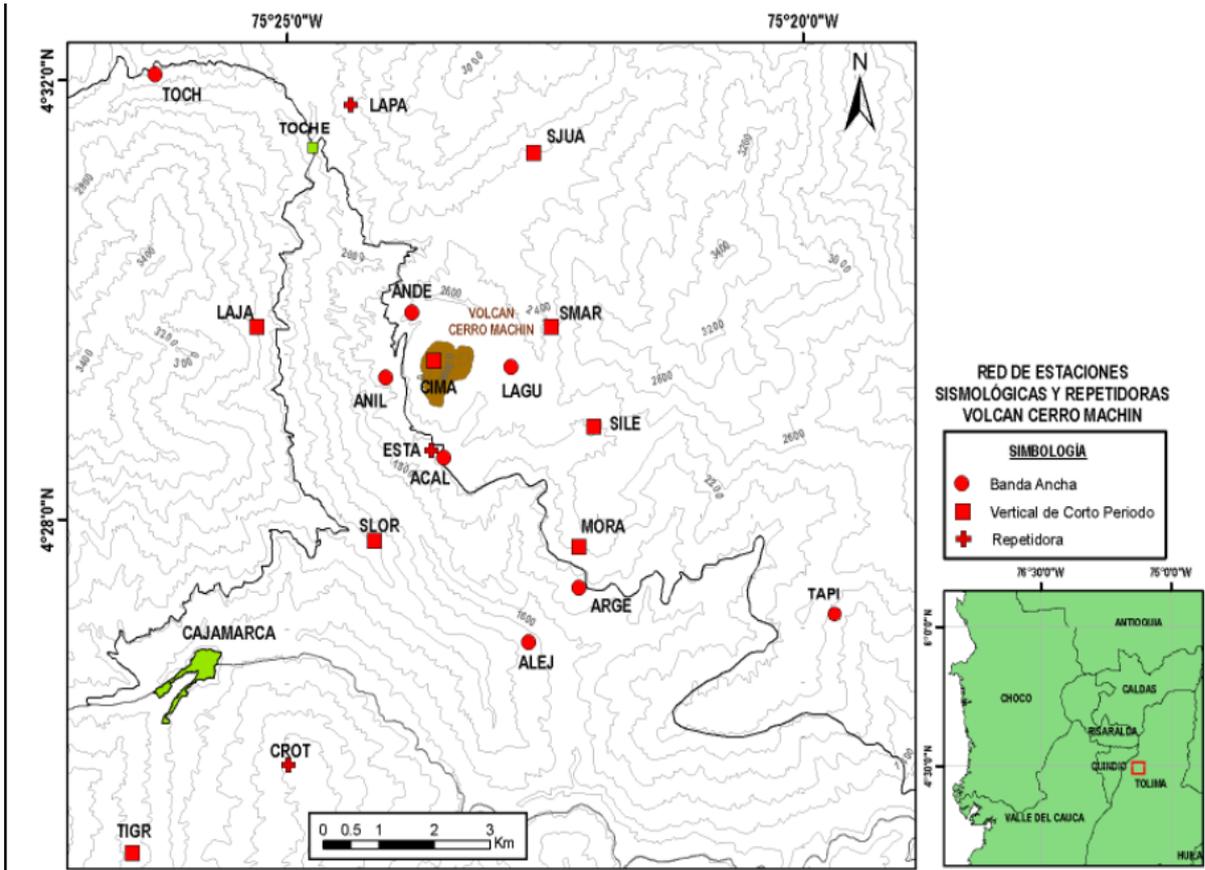
Anexo I. Actividad número 4 de la secuencia didáctica

De acuerdo a la actividad número 1, 2 y 3 de la secuencia didáctica, hemos logrado entender y establecer el funcionamiento de la red sismológica de vigilancia del volcán cerro machín, el comportamiento de las ondas sísmicas bajo la tierra y la ubicación del epicentro de forma matemática.

Conociendo y entendiendo lo anteriormente mencionado, se puede construir de forma artificial, un sismo provocado por el volcán cerró machín.

En este sentido, la actividad consiste, en ubicar 3 estaciones que pertenezcan a la red sísmica y de vigilancia del volcán, además, debe ser de su preferencia. Posteriormente debe construir como mínimo 3 sismogramas, pero dentro de estos, debe reconocerse el tiempo de diferencia de la onda P y la onda S, aunque también deben estar presentes las ondas superficiales, por último, debe ubicar el epicentro del movimiento de capa telúrica generada por el volcán cerro machín.

En caso de no poder deducir alguna información, puede apoyarse libremente en la actividad número 3, con el fin de recordar aspectos que sean necesarios para el fortalecimiento de nuestro proceso de aprendizaje.



AUTOR red sismológica del volcán cerro machín

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

ARLEX JHONATHAN GUTIERREZ RENGIFO con C.C N° 1105679920

Manifiesto la voluntad de:

Autorizar

No Autorizar **Motivo:** _____

La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “...Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable” y 37 “...Es

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro". El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: **CARACTERÍSTICAS DE LAS CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN EJERCICIO, LUEGO DE SU PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LA PERSPECTIVA SOCIO-EPISTÉMICA DE LA MATEMÁTICA**

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

MAGISTER EN EDUCACIÓN

- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado "Trabajo de Grado"):

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado "Trabajo de Grado"):

- Artículo publicado en revista:

- Capítulo publicado en libro:

- Conferencia a la que se presentó:

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: 21 Mes: FEBRERO Año: 2018

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Autores:

Firma

Nombre: ARLEX JHONATHAN
GUTIERREZ RENGIFO



C.C. 1105679920

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.