



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CAMPUS I



**“Noción de cambio y variaciones sobre el fenómeno de
propagación calorífica en alumnos de tercer grado de
secundaria”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN MATEMATICA EDUCATIVA**

PRESENTA

MAGDIEL GOMEZ MUÑOZ 15112004

DIRECTOR DE TESIS

DR. MIGUEL SOLÍS ESQUINCA

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; MARZO DE 2024.



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
15 de abril del 2024
Oficio No. F.I.01.649/2024

C. MAGDIEL GÓMEZ MUÑOZ
EGRESADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MATEMÁTICA EDUCATIVA
PRESENTE.

Con base en el Reglamento de Evaluación Profesional para los egresados de la Universidad Autónoma de Chiapas, y habiéndose cumplido con las disposiciones en cuanto a la aprobación por parte de los integrantes del jurado en el contenido de su Tesis Titulada:

**“NOCIÓN DE CAMBIO Y VARIACIONES SOBRE EL FENÓMENO DE PROPAGACIÓN
CALORÍFICA EN ALUMNOS DE TERCER GRADO DE SECUNDARIA”.**

CERTIFICO el **VOTO APROBATORIO** emitido por este jurado, y autorizo la entrega de tesis digital elaborada a través del Programa Institucional para la Obtención del Grado Académico (PIGA), para que sea sustentado en su Examen de grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”

DR. OMAR ANTONIO DE LA CRUZ COURTOIS
DIRECTOR



Ccp. Dr. Humberto Miguel Sansebastián García. Coordinador de Investigación y Posgrado. Facultad de Ingeniería, Campus I. UNACH.
Archivo/minutario
OACC/HMSG/tcpg*





Código: FO-113-05-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Magdiel Gomez Muñoz

Autor (a) de la tesis bajo el título de Noción de cambio y variaciones sobre el fenómeno de propagación caótica en alumnos de tercer grado de secundaria

presentada y aprobada en el año 2024 como requisito para obtener el título o grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, autorizo licencia a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), para que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para su consulta, reproducción parcial y/o total, citando la fuente, que contribuya a la divulgación del conocimiento humanístico, científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 26 días del mes de Abril del año 2024.

Magdiel Gomez Muñoz 

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Dr. Miguel Solís Esquinca por todo el apoyo otorgado, así como la orientación académica al inicio y durante la elaboración del presente trabajo de investigación.

A mis padres por la motivación e impulso por seguir adelante en el logro de los objetivos propuestos en esta etapa de desarrollo académico.

Al ejercicio de la labor docente que ha sido motivo principal para continuar en la búsqueda de nuevas y mejores estrategias educativas en beneficio a la formación integral del alumnado.

Índice General

Introducción.....	7
Tema de estudio.....	7
Antecedente	7
Justificación	9
Problema.....	9
Objetivo general	10
Breve narrativa del contenido de cada uno de los capítulos de la tesis	11
Estado del arte	12
Marco teórico.....	14
Teoría de la matemática educativa	14
El paradigma de la matemática educativa	15
La clase de matemáticas como estudio de matemática educativa	16
Articulación y niveles de abstracción de la propuesta de investigación	17
El pensamiento y lenguaje variacional	18
Teoría Socioepistemológica de la ME.....	19
Dimensiones y principios de la Socioepistemología de la ME	20
Dimensiones del saber	21
Principios de la SE.....	22
Principio normativo de la práctica social	23
Principio normativo de la racionalidad contextualizada.....	23
Principio del relativismo epistemológico	24
Principio de la resignificación progresiva	24
Epistemología del calor y la temperatura	25
Ciencia del calor a comienzos del siglo XIX	25

Instrumentos de medición de calor.....	27
La tecnología del calor	30
Enseñanza del pensamiento variacional en la Nueva Escuela Mexicana.....	32
Plan de estudio para la educación secundaria de la NEM	32
La enseñanza de las matemáticas desde la NEM	33
Matemáticas del cambio y variación en la NEM.....	35
Metodología de la investigación.....	39
Resultados.....	42
Protocolo experimental.....	42
Planificación experimental	42
Resultados de las actividades experimentales	43
Desarrollo de la entrevista	49
Discusión	59
Conclusiones.....	60
Referencias	61

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Estructura curricular del Plan de Estudios de la educación básica 2022</i>	34
Tabla 2	<i>Fases de aprendizaje y grados escolares correspondientes</i>	35
Tabla 3	<i>Descripción de los contenidos de Matemáticas fase 6</i>	36
Tabla 4	<i>Contenidos y PDA del tercer grado de la escuela secundaria</i>	37
Tabla 5	<i>Edad de los participantes</i>	43
Tabla 6	<i>Lugar de nacimiento de los participantes</i>	44
Tabla 7	<i>Lengua materna de los participantes</i>	44

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Articulación y niveles de abstracción</i>	17
Figura 2 <i>Dimensiones del saber</i>	21
Figura 3 <i>Principios fundamentales de la SE</i>	22
Figura 4 <i>Termoscopio de Galileo</i>	28
Figura 5 <i>Fórmula para convertir grados Celsius a grado Fahrenheit</i>	30
Figura 6 <i>Soportes universales que sostienen la barra metálica</i>	45

Introducción

En este apartado se realiza una descripción general de la estructura del presente trabajo de investigación el cual se subdivide en: tema de estudio, antecedentes, justificación del trabajo, objetivos de la investigación y una breve narrativa del contenido de cada uno de los capítulos que la conforman.

Tema de estudio

La noción de cambio y variación en la matemática educativa representa el fundamento del pensamiento y lenguaje variacional de tal modo que ha fundado una línea de investigación cuyas aportaciones nutren a la teoría de la socioepistemología. En ese sentido, los fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de saberes matemáticos sobre el cambio y la cuantificación de dicho cambio componen al nombrado estudio del cambio. De manera que se estudia la noción de cambio y variación de un grupo de estudiantes que cursan la educación secundaria en base a un fenómeno calorífico experimental. Por lo tanto, los resultados e interpretaciones alcanzadas puedan ser de utilidad para caracterizar y dar significado a las prácticas sociales de los participantes con el propósito de construir un conocimiento matemático funcional.

Antecedente

El estudio del cambio y variación basado en un montaje experimental tiene como antecedente el trabajo de Solís (1993) que estudia la noción de variación en el contexto de un fenómeno calorífico cuyo objetivo es conseguir información de cómo la noción de variación se implementa y desarrolla en los participantes quienes son estudiantes universitarios de diferentes áreas por ejemplo de ingeniería, física y economía que de acuerdo a la currícula escolar cursan la materia de Cálculo. La investigación presenta dos rutas convergentes, la primera es del tipo epistemológico y la segunda es un ensayo clínico de tres individuos de distintas edades y grados escolares, comenzando con un estudiante de la escuela primaria, el siguiente cursa la educación secundaria y, por último, un participante universitario del sexto semestre de licenciatura en educación cuyas edades respectivamente son de seis, catorce y veinte años. Finalmente, la interpretación de los resultados obtenidos indican que el pensamiento variacional se caracteriza en función del contexto en donde se

desarrolla y que los aspectos didácticos presentados en los libros de texto como parte de un programa escolar se encuentra alejadas de las ideas de cambio y variación que los participantes demostraron a partir de los diferentes experimentos caloríficos variacionales provocando una discrepancia entre lo que se práctica socialmente y lo que se estudia en el currículo escolar.

Continuando con investigaciones experimentales, se encuentra el trabajo de Erickson (1979) quien aborda las creencias que tienen los niños de primaria y secundaria sobre el calor y la temperatura mediante la manipulación de cuatro diferentes actividades, la primera es la observación de la expansión capilar de un líquido al sumergirla en agua caliente y luego fría, la segunda, es la colocación de diferentes materiales como por ejemplo metales en forma de cubos, azúcar, mantequilla y bolitas de naftalina sobre un plato metálico caliente, el tercero involucra un contenedor de acrílico con una división removible en el interior en donde se vierte agua caliente en una parte y en la otra agua fría a fin de que los participantes logren predecir la temperatura final de la mezcla. Por último, se trató del experimento de la carrera de calor que consiste en la colocación de veladoras debajo de varillas metálicas y de vidrio sobre las cuales se ubicaron piezas de cera con tachuelas, en tanto la temperatura de las varillas aumenta, la cera sobre el metal se derrite y las tachuelas caen, se obtiene un ganador al derretir la cera en menor tiempo. Para concluir, el investigador categorizó por temas específicos en base a los libros de texto y programas de ciencia de educación primaria relacionados al estudio del calor y temperatura llamándolo Inventario Conceptual en el cual se representan los patrones y creencias expresadas por los participantes en cada entrevista. Finalmente, se obtuvo información que permitió a los maestros y a los desarrolladores de diseños de programas educativos en puntualizar por ejemplo qué debe aprender el alumno, cómo desarrollar secuencias didácticas adecuadas a determinado grado escolar tomando en cuenta las edades de los estudiantes y cuáles son las estrategias para ayudar a los estudiantes con ciertos tipos de conceptos erróneos.

Justificación

El trabajo de investigación actual surge como necesidad de solución a la problemática de los bajos niveles de desempeño educativo que presentan los alumnos del tercer grado de la escuela secundaria general “José Felipe Flores” con Clave de Centro de Trabajo 07DES0014M del turno matutino ubicada en la localidad de San Cristóbal de las Casas del estado de Chiapas en correspondencia con las unidades de estudio sobre pensamiento variacional enmarcados en el plan y programas de estudio vigente. De igual modo, prevalece un empeño profesional propio cuya finalidad es la mejora continua de la práctica educativa desde la posición del ser docente de la asignatura de matemáticas de educación secundaria. En último lugar, se persigue la adquisición de herramientas y estrategias adecuadas que abonen a la formación académica de los estudiantes en función del contexto escolar.

Problema

De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública señala que uno de los once ámbitos esperados en el alumno egresado al término de la educación secundaria también llamado perfil de egreso de la educación obligatoria es ampliar el “conocimiento de técnicas y conceptos matemáticos para plantear y resolver problemas con distinto grado de complejidad, así como para modelar y analizar situaciones” (SEP, 2017, p. 23).

Si bien, se advierte que el organismo especializado United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) indica que una de las consecuencias provocadas por la pandemia de COVID-19 es la pérdida de aprendizaje debido al tiempo fuera de las escuelas como a continuación se menciona “the time out of school can actually lead to learning losses that continue to accumulate after schools reopen” (UNESCO, 2021, p. 11).

Además, el informe de resultados de la evaluación internacional conocido como PISA por sus siglas en inglés Programme for International Student Assessment coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) expone que “menos de 1% de alumnos pueden modelar situaciones complejas matemáticamente, seleccionar, comparar y evaluar estrategias apropiadas de resolución de problemas para tratar con ellos” (MEJOREDU, 2020, p. 67).

En ese sentido, los mapas de atención prioritaria (MAP) concluyen que los estudiantes de secundaria como parte del estudio de la unidad de análisis Número, álgebra y variación requieren “consolidar aspectos sobre interpretación y representación algebraica de gráficas de variación lineal e inversa”. (MEJOREDU, 2023, p. 58).

Como resultado de los argumentos antes mencionados se plantea que los alumnos de educación secundaria muestran resultados nacionales e internacionales desalentadores en los contenidos matemáticos relacionados al desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional.

Objetivo general

Analizar la noción de cambio y variación que tiene un grupo integrado por diez alumnos entre los trece y catorce años de edad que cursan la asignatura de matemáticas del tercer grado de la escuela secundaria general a partir de la experimentación de un fenómeno calorífico implementado en el contexto escolar ubicado en la localidad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Objetivos específicos

- Revisar de manera histórica el estudio de la temperatura y el calor
- Revisar el plan y programa de estudios de educación básica vigente vinculado al estudio del pensamiento y lenguaje variacional.
- Identificar las unidades de análisis del programa de estudio de Matemáticas de secundaria vinculadas al estudio de cambio y variación.
- Analizar y categorizar la información obtenida a través de la experimentación del fenómeno de propagación de calor.

Breve narrativa del contenido de cada uno de los capítulos de la tesis

A continuación, se realiza un bosquejo general de cada uno de los capítulos que componen el presente trabajo integrado por tres capítulos, en el primer capítulo se plantea la justificación y problemática a investigar, así como el objetivo general y objetivos específicos posteriormente en el capítulo dos, se desarrolla un acercamiento fundamental al programa de la matemática educativa incluso se da a conocer una exclamación común que se presenta en la clase de matemáticas por parte de los alumnos, igualmente se trata sobre la teoría socioepistemológica como la construcción de social del conocimiento, las dimensiones que la componen así como los principios fundamentales que la conforma. Después se traza de manera histórica los sucesos que han marcado a la ciencia del calor y la temperatura a partir del siglo XIX también se muestran definiciones convencionales del campo de la termodinámica, así como el desarrollo tecnológico del aparato conocido en nuestro tiempo como termómetro, por último, se exponen los trabajos de investigación relacionados a la línea de pensamiento y lenguaje variacional. Por otra parte, se revisa el plan y programa de estudio del tercer grado de la asignatura de matemáticas, así como el libro de texto destacando las unidades de estudio vinculadas al estudio de cambio y variación. Para terminar en el capítulo tres se enfatiza en la discusión del análisis de resultados obtenidas a través de los instrumentos metodológicos propuestos.

Estado del arte

De acuerdo a Gómez Vargas et al. mencionan que uno de los enfoques del estado del arte además del comprender y recuperar para trascender, es el enfoque que persigue recuperar para describir, “[el cual] pretende lograr balances e inventarios bibliográficos para dar cuenta del estado del conocimiento actual sobre un concepto” (2015, p. 427).

Por lo anterior, se desprende el siguiente apartado, donde se mencionan algunos de los trabajos más recientes relacionados al estudio de variación y cambio vinculados a los niveles de educación básica, media y superior.

El trabajo propuesto de Solís (1993) se basa en un estudio sobre la noción de variación y cambio basados en la resolución de ejercicios matemáticos, así como en la experimentación de un contexto físico en particular. Lo primero fue dirigido a estudiantes del nivel de educación superior, específicamente, a las carreras de física, ingeniería y economía. La variación como objeto de estudio se encuentra insertado en la currícula escolar, cuyos contenidos matemáticos relacionados son: funciones, derivadas y diferenciales, dentro de la materia de Cálculo. Los sujetos antes mencionados, trabajaron con ejercicios matemáticos de cambio y variación. Además, el investigador incluye la participación de tres jóvenes estudiantes de edades de seis, catorce y veinte años, cursando los grados escolares de primaria en primer grado, secundaria en primer grado también y sexto semestre de la carrera profesional, respectivamente, ante ellos, propone cuatro escenarios experimentales vinculados al fenómeno de propagación de calor. El trabajo de investigación identifica variables como la exactitud de la medición del calor, la representación del fenómeno, así como las estrategias cognitivas para argumentar las sensaciones de la temperatura y calor.

De manera similar García y Ledezma (2009) realizan el trabajo de investigación con estudiantes del nivel básico quienes inician el estudio de variación proporcional directa e inversa, presentan el diseño de actividades relacionados a los contenidos de función lineal, cuadrática, exponencial, logarítmica, etcétera. Concluyen que la noción de variación en los alumnos representa un sinsentido reduciendo la resolución de los ejercicios matemáticos a una regla de tres además las estrategias aprendidas desde adentro del aula de clases permanecen en los niveles educativos medio y superior. Los resultados de la investigación permiten analizar la forma en que se enseña y cómo los alumnos emplean las estrategias de resolución en problemas de variación.

La propuesta de Reséndiz (2010) centra la atención en el rol que tienen las explicaciones de los profesores de la clase de matemáticas pertenecientes al semestre inicial de la formación en ingeniería. Se tomaron en cuenta las nociones de función y derivadas como objetos matemáticos centrales en el estudio de la variación. Resalta el discurso matemático desde la postura del profesor frente a grupo como explicación de la clase de matemáticas de igual modo el cómo se presenta y desenvuelve la noción de variación en el nivel superior.

Igualmente Filloy y Meléndez (2017) realizan una investigación experimental en el cual observan el desenvolvimiento de docentes en formación del nivel de educación secundaria con especialidad en matemáticas en el desarrollo de un modelo de enseñanza que incluye la aplicación de fenómenos físicos y solución a problemas algebraicos con la finalidad de proveer de significado los textos de estudio propios del plan de estudios. El modelo propone el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones por ejemplo el uso de sensores, calculadoras y software de geometría dinámica. En el tema de noción de variación y cambio, propusieron ejercicios de resolución de problemas del concepto de función aplicado a volumen, masa, densidad de cuerpos y fuerza. Los experimentos realizados permitieron la comprensión de las relaciones de las magnitudes de forma cuantitativa.

Por su parte Gomez et al. (2002) realizan una exploración de la información de tipo documental ligado a la construcción social de la noción de variable desde un postura histórica epistemológica. La metodología de la investigación utilizada es de tipo mixto, es decir, de tipo cuantitativo y cualitativo. Posteriormente, hacen uso de la ingeniería didáctica para el diseño de propuestas didácticas dirigidas a estudiantes del nivel básico, medio superior y superior.

Es importante destacar que los trabajos de la investigación en la línea de pensamiento y lenguaje variacional son extensos además tienen como punto inicial de estudio al nivel de educación superior principalmente en el estudio del Cálculo en las área de ingeniería. En consecuencia para el nivel medio superior se desarrollan sobre temas de pre Cálculo, de modo que para el nivel básico, se tratan temas de relaciones de magnitudes básicas como por ejemplo área, volúmen, gráficas de ecuaciones de primer y segundo grado.

Marco teórico

En el presente apartado se distinguen elementos que constituyen el actual trabajo de investigación en su conjunto, por mencionar, se describen términos, conceptos y categorías de análisis así como los aportes de diferentes investigación previas, como menciona Sautu (2005) el papel del marco teórico “es ofrecer un sentido de dirección o marco de referencia para formular, en forma general o provisoria, los objetivos de investigación y ordenar la construcción de la evidencia empírica” (p. 28), en seguida se dan respuestas a interrogantes, tales como, ¿qué es la teoría de la matemática educativa? ¿cuál es la relación de la teoría socioepistemológica con el trabajo de investigación? y otras más.

Teoría de la matemática educativa

Como parte de la formación del programa de estudios de posgrado de la maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa (ME), se inicia respondiendo a una pregunta básica y fundamental ¿qué es la teoría de la matemática educativa? Primeramente, teoría se define como “Simply speaking, theory refers to particular kind of explanation” (Norwegian educational research toward, 2020, p. 3). Asimismo, Cantoral (2013) menciona que “toda teoría es un modelo, una explicación de algo, por tanto, se apoya en una epistemología y una ontología, en principios de los que se derivan resultados situados” (p. 68).

Así pues, la teoría de la matemática educativa “puede tomar diferentes formas y tener orígenes distintos. En otras palabras, la teoría en matemática educativa no es una estructura rígida” (Aguilar y Castañeda, 2011, p. 470), de modo que, la matemática educativa “es entonces una disciplina del conocimiento cuyo origen se remonta a la segunda mitad del siglo XX y que, en términos generales, podríamos decir se ocupa del estudio de los fenómenos didácticos ligados al saber matemático” (Cantoral y Farfán, 2003, p.204). Para el caso de la presente investigación se puede reconocer que el fenómeno didáctico que se pretende investigar es la noción de cambio y variación que persiste en los alumnos que cursan el tercer grado de matemáticas así como los argumentos que presentan ante la explicación de un fenómeno variacional.

El paradigma de la matemática educativa

Es importante señalar que un paradigma según Sautu (2005) es la “orientación general de una disciplina, el modo de orientarse y mirar aquello que la propia disciplina ha definido como su contenido temático sustantivo” (p. 24). Al respecto, la matemática educativa tiene como influencia a la corriente de pensamiento constructivista representados por la escuela piagetiana, por consiguiente:

No puede negarse que, simplemente y sencillamente, a partir de la incorporación de las ideas piagetianas a la educación de este siglo se han revitalizado, por ejemplo, algunas de las ideas del legado de la llamada «pedagogía del interés» o «escuela nueva», y el discurso educativo han tomado nuevos giros y ha elaborado (o reelaborado) nuevos posicionamientos (el papel de la actividad inquisitiva y constructivista del niño/alumno; el impulso del llamado «aprendizaje por descubrimiento», entre otros). (Hernández, 2011, p.169)

El campo de la psicología, la educación y la didáctica han sido combinadas a partir de la necesidad de dar respuestas a los desafíos educativos. La matemática educativa como se conoce en la actualidad, geográficamente hablando, toma diferentes nombres de acuerdo a la escuela en donde se desarrolla, Cantoral y Farfán (2003) lo señalan:

El nombre de matemática educativa da a nuestra disciplina una ubicación geográfica y conceptual; en el mundo anglosajón, el nombre que le han dado a la práctica social es el de Mathematics Education, mientras que en la Europa continental le han llamado Didáctica de las matemáticas, Didactique des mathématiques, Didactik der Mathematik; por citar algunas de las escuelas más dinámicas. (p. 205)

En ese sentido, la ME se desarrolla como una alternativa de estudio que proporciona explicaciones a los diferentes fenómenos vinculadas al cómo vive el conocimiento matemático, su uso y otros aspectos, en ese sentido, Cordero y Silva-Crocci (2012) mencionan:

La matemática educativa interpreta y estudia fenómenos vinculados de lograr equidad en la construcción de este conocimiento en los diferentes planos de la

sociedad, tales como el escolar y la cotidianidad, con la expectativa de que este conocimiento transforme la vida de los ciudadanos. (p. 299)

Situándose en el terreno de lo didáctico, la ME propone estudiar al ser humano produciendo matemáticas para constatar que cualquier manifestación matemática posee un elemento didáctico, es decir, “partir del hombre haciendo matemáticas para constatar que lo didáctico es denso en lo matemático y que *todo fenómeno matemático tiene un componente didáctico esencial*” (Gascón, 1998, p.16).

La clase de matemáticas como estudio de matemática educativa

El ejercicio de la práctica docente posee la cualidad de observar al alumno desde dentro del aula escolar, en el caso de la clase de matemáticas de tercer grado de la escuela secundaria, se presentan exclamaciones por parte de los alumnos hacia el profesor, como por ejemplo, ¡Profe, no le entiendo! Expresiones que representan algunas problemáticas a resolver a través de la matemática educativa, como Camarena (2013) lo menciona:

la teoría inició tratando de contestar las preguntas que surgen en el salón de clases, donde los estudiantes exclaman: ¿por qué vamos a estudiar este tema?, ¿para qué nos va a servir?, ¿donde la vamos a utilizar?, etcétera. Estas interrogantes reflejan la angustia que la matemática causa a los estudiantes, como si fuera la pastilla amarga que tienen que tragar, ya que no le ven sentido en su vida escolar ni cotidiana, que es lo que conocen cuando son alumnos. Además, en algunas ocasiones los docentes de matemáticas tratan de explicar que las usarán en tal o cual tema de su futura profesión, o que es un tema que les ayudará en su vida profesional -sin aclarar cómo o cuándo-, o simplemente que están establecidas en el programa de estudios y se tiene que cubrir, p. 21).

En ese sentido, por parte del docente frente a grupo, se presentan algunas ideas generalizadas que subsisten en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo que mágicamente el alumno aprende matemáticas con el simple hecho de mantenerse dentro de un aula de clases. Como lo indica el siguiente autor:

Antiguamente se consideraba que la enseñanza de las matemáticas era un arte y, como tal, difícilmente susceptible de ser analizada, controlada y sometida a reglas. Se suponía que el aprendizaje dependía sólo del grado en que el

profesor dominara dicho arte y, al mismo tiempo, de la voluntad y la capacidad de los alumnos para dejarse moldear por el artista. Esta es todavía la idea dominante en la cultura corriente y representa una concepción precientífica de la enseñanza que sigue siendo muy influyente en la cultura escolar. Esta forma un tanto mágica de considerar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas fue evolucionando a medida que crecía el interés por entender y explicar los hechos didácticos. (Gascón, 1998, p. 2)

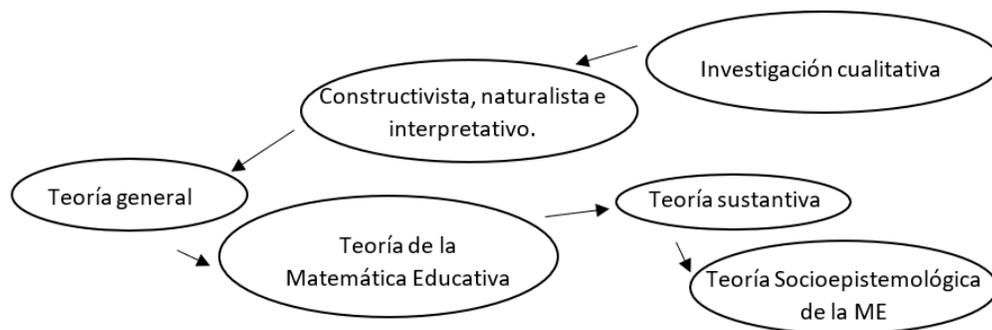
En lo específico, el actual trabajo intenta examinar en los alumnos, las nociones sobre cambio y variación a partir de la experimentación de un fenómeno calorífico que ayude a comprender el cómo interpreta el concepto matemático variacional, por último, a partir del análisis de los resultados, aportar nuevos elementos en la forma de enseñar las matemáticas escolares.

Articulación y niveles de abstracción de la propuesta de investigación

Como lo menciona Sautu et al (2005) “la investigación social es una forma de conocimiento que se caracteriza por la construcción de evidencia empírica elaborada a partir de la teoría aplicando reglas de procedimiento explícitas”(p. 18). En el siguiente apartado se clarifican los sustentos teóricos que servirán de ruta orientadora para el desarrollo de la investigación además que permitan analizar e interpretar la realidad observable. Se muestra en la Figura 1, los vínculos entre el paradigma, la teoría general y sustantiva de la presente investigación.

Figura 1

Articulación y niveles de abstracción



Nota. Paradigmas, la teoría general y sustantiva del actual trabajo de investigación. Elaboración propia.

El pensamiento y lenguaje variacional

La variación y el cambio como objetos de estudio se han presentado dentro del programa de estudio de educación básica en temas como proporcionalidad directa y proporcionalidad inversa, resolución de problemas que implican el uso de ecuaciones de primer grado y segundo grado, series numéricas y de figuras. En ese sentido, es necesario precisar que el pensamiento y lenguaje variacional (PyLV) “trata sobre las relaciones entre la matemática de variación y el cambio, por un lado, y de los procesos complejos del pensamiento por otro.” (Cantoral et al., 2005, p. 185). En consecuencia, la malla curricular de la educación básica propone abordar dichas relaciones desde actividades que dificultan la interpretación del objeto matemático cursando los niveles medio superior y superior en materias como el Cálculo diferencial e integral. Como lo mencionan los siguientes autores:

Pese a la importancia del estudio de la variación, las investigaciones relacionadas con este tópico, documentan que los estudiantes que ya han cursado la asignatura de Cálculo tienen dificultades para: proponer y trabajar con expresiones algebraicas que representan relaciones entre cantidades; obtener información de la gráfica de una función; identificar los intervalos en que es creciente o decreciente; y relacionar las representaciones tabular, algebraica y gráfica de estas funciones. (García y Ruiz, 2009, p. 2)

Por consiguiente, el PyLV constituye una línea de investigación de la matemática educativa abordado desde la aproximación de la práctica social del conocimiento, es decir, desde la socioepistemología. Cantoral et al. (2005) lo señalan:

En este sentido, el pensamiento y el lenguaje variacional será entendido como una línea de investigación que, ubicada al seno del acercamiento socioepistemológico, permita tratar la articulación entre la investigación y las prácticas sociales que dan vida a la matemática de la variación y el cambio en los sistemas didácticos. (p. 189)

En el siguiente apartado, se presenta a la teoría sustantiva del trabajo de investigación actual así como las características que la identifican como señala Cantoral (2013) “aquí se aplica a la perfección la frase de apertura de este libro, sólo que referida a la Teoría Socioepistemológica: [La teoría] no es del nido donde nace, sino del cielo donde vuela”. (p.43)

Teoría Socioepistemológica de la ME

El conocimiento científico que se conoce en la actualidad ha tenido diferentes transformaciones a lo largo de la historia, diversas corrientes de pensamiento filosófico han dado forma a lo que conocemos como ciencia. Un término que permite comprender el origen del conocimiento científico es la epistemología, como mencionan Moreno Armella y Waldegg:

La epistemología, en su versión contemporánea, se propone el estudio de la naturaleza del conocimiento científico y de las circunstancias de su producción. Ya desde los tiempos de la antigüedad clásica griega era dominante el pensamiento epistemológico realista que concibe el conocimiento como una copia de la realidad: el conocimiento se considera reflejo -como la imagen en un espejo- de ese mundo externo que existe con independencia del observador. (1998, p.422)

De acuerdo con lo anterior, la socioepistemología es la encargada de indagar cómo se construye el conocimiento desde la sociedad, dicho de otra manera:

La Socioepistemología (del latín *socialis* y el griego επιστήμη, episteme, “conocimiento” o “saber”, y λόγος, logos “razonamiento” o “discurso”), también como epistemología de las prácticas o filosofía de las experiencias, es considerada como una rama de la epistemología que estudia la construcción social del conocimiento. (Cantoral, 2013, p. 140)

Hay que tener en cuenta que la matemática educativa adopta a la socioepistemología (SE) para dar respuesta a los desafíos educativos desde la construcción social, por lo cual, “la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa se ocupa entonces, específicamente del problema que plantea la construcción social del conocimiento matemático y el de su difusión institucional” (Cantoral, 2013, p. 62) esta definición vincula tres prácticas sociales en el quehacer humano las cuales son el medir, predecir, modelar y convenir demarcados en la función histórica, cultural e institucional.

Dimensiones y principios de la Socioepistemología de la ME

Al referirse al término sistémico se indica que una parte de conocimiento se encuentra relacionado e integrado con otras dando lugar a un conjunto total, en ese sentido Cantoral (2013) refiere que:

La socioepistemología es una teoría de naturaleza sistémica que permite tratar con los *fenómenos de construcción social del conocimiento* y de su difusión institucional partiendo de una perspectiva múltiple de naturaleza sistémica al incorporar a su estudio las interacciones entre epistemología, su dimensión sociocultural, los procesos cognitivos asociados y los mecanismos de institucionalización vía la enseñanza. (p.143)

Así pues, la SE se caracteriza por la integración de cuatro dimensiones de las cuales son la cognitiva, didáctica, epistemológica y social, en ésta última, se trata también de lo cultural. Las dimensiones sostienen una relación transversal, no individualizada, dando sentido a la conceptualización de lo real. Por tanto, Cantoral (2013) señala que “el saber matemático, entendido como la construcción social del conocimiento matemático, tiene dimensiones que interactúan entre sí de modo tal que no puede analizarse una sin la otra, aunque por cuestiones de método se separen temporal e intencionalmente” (p.143).

De modo que la definición del término saber se refiere a la acción del conocimiento, se presenta una explicación por parte del autor de la siguiente manera:

el conocimiento es uno de estos términos cuyo origen es verbo que el uso del lenguaje sustantivó, no es por tanto asequible directamente a menos que sea usado por alguien en alguna situación. Para recuperar al conocimiento se debe regresar a su acción de partida, la acción de conocer (Cantoral, 2013, p. 145).

En consecuencia, en el siguiente subapartado se tratan las cuatro dimensiones de la SE y cómo se distingue cada una de ellas en función de la construcción social del conocimiento matemático.

Dimensiones del saber

Se explica a la acción de conocer como el tránsito de conocimiento en donde la actividad del ser humano ya sea de manera individual o colectivo da paso a la constitución del saber como una construcción social. Dicho proceso es regulado por la práctica social a través de las dimensiones del saber matemático.

La siguiente Figura 2 representa las cuatro dimensiones del saber de la teoría socioepistemológica que rodean a la construcción social del conocimiento.

Figura 2

Dimensiones del saber



Nota. Representación de las cuatro dimensiones del saber que constituyen la construcción social del conocimiento de acuerdo a la teoría de la SE. Elaboración propia.

A continuación se describen brevemente cada una de las dimensiones también llamadas dimensiones del saber de la teoría socioepistemológica.

La dimensión cognitiva está relacionada a los procesamientos mentales en la acción de conocer. La dimensión epistemológica atiende los análisis de la problematización del saber, ubicación de las fenomenologías y los constructos que lo caracterizan. La dimensión social se centra en los roles de los actores sociales y el papel que tiene la construcción social del conocimiento. La dimensión didáctica está relacionada a los procesos de enseñanza en el ámbito escolar y no escolar. La dimensión epistemológica “se ocupa del análisis en

profundidad de las circunstancias que hicieran posible la construcción del conocimiento matemático, su razón de ser” (Cantoral, 2013, p. 147).

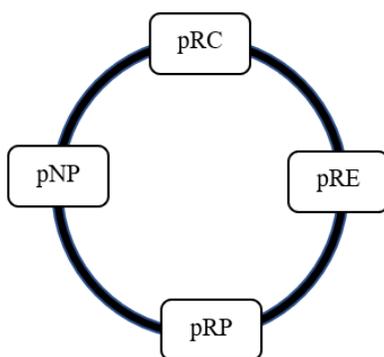
En definitiva, la actual investigación pretende abordar la noción de cambio y variación a través de la dimensión cognitiva, es decir, que mediante la acción experimental de la variación de calor en una barra metálica arrojen datos interpretativos de los procesos de razonamiento de los actores educativos, es decir, de los estudiantes de tercer grado de secundaria. En el caso de la dimensión didáctica se realiza una revisión del programa sintético de estudios fase 6 del campo Saberes y Pensamiento Científico del tercer grado. Continuando con la dimensión epistemológica se expone brevemente las aportaciones de científicos en un lapso de tiempo de la historia en relación al fenómeno del calor, finalmente, el abordaje de la dimensión social se relega para un estudio posterior al actual.

Principios de la SE

La teoría socioepistemológica posee cuatro principios sustanciales, los cuales fundamentan y norman a dicha disciplina. Se mencionan a continuación, el principio de la racionalidad contextualizada (pRC), del relativismo epistemológico (pRE), de la resignificación progresiva (pRP) o también denominada de la apropiación situada y el principio normativo de la práctica social (pNP). Los antes mencionados no presentan un orden de aparición y están vinculados de manera nodal, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Principios fundamentales de la SE



Nota. Representación de los cuatro principios de la teoría SE vinculados de manera nodal. Elaboración propia.

Principio normativo de la práctica social

Como parte del vocabulario relativo a la teoría socioepistemológica es la llamada práctica social que “se refiere a la actividad del ser humano sobre el medio en el que se desenvuelve” (Camacho, 2006, p. 133). A causa de la interacción del individuo con la naturaleza y su entorno se genera el conocimiento. Específicamente para el campo de estudio de la matemática educativa, la práctica social es la manifestación del ser humano en el sentido de resolver problemas matemáticos.

Dos ejemplos sobre la predicción y la modelación matemática son la necesidad de pronosticar los tiempos de siembra y cosecha de cultivos, así como en la determinación anticipada de la trayectoria de cometas, ambas actividades son normativas de la práctica social. Cantoral (2013) lo explica de la siguiente manera “la práctica social no es lo que hace en sí el individuo o grupo (la práctica ejecutada), sino lo que les hace hacer lo que hacen, digamos que norma su accionar (la orientación de la práctica)” (p. 158).

De modo que, si la idea y procedimiento de un contenido matemático cambia al paso de los años influenciados por los avances tecnológicos y nuevos desarrollos didácticos, se puede decir entonces que la práctica social norma a dichos conocimientos.

Principio normativo de la racionalidad contextualizada

La idea central del principio normativo de la racionalidad contextualizada radica en que la racionalización del sujeto es construida a partir del contexto donde se desenvuelve. Filosóficamente la racionalidad se refiere a una persona racional, la racionalidad “debe ser considerado como un término que usamos como calificador intelectual o para aludir a una virtud que otorgamos a las personas que pueden tomar decisiones teóricas y prácticas de manera autónoma” (Silva Filho, 2021, p. 69).

En efecto, la racionalización del individuo se basa en el origen del grupo cultural al que pertenece así como al contexto donde se desarrolla. Lo menciona Crespo (2007) como sigue, “el escenario sociocultural influye no sólo en las conductas, sino en la manera de actuar y de pensar de los miembros de una sociedad que lo habita, moldeando, de cierta manera sus acciones y pensamientos, condicionándolos sustancialmente” (p. 38).

De modo que un estudiante de matemáticas de la educación básica mostrará una racionalización en función al escenario sociocultural en donde se desarrolla, es decir, construirá el conocimiento matemático como producto de su entorno.

Principio del relativismo epistemológico

Básicamente se refiere a que no hay verdad única, “la verdad o más propiamente el valor de verdad está en relación a quién y dónde lo experimente” (Cantoral, 2013, p. 159). En ese sentido, la matemática educativa precisa del error cometido por el alumno al resolver una situación problematizadora, las argumentaciones de este tipo son la herramienta de trabajo, es decir, la SE asume que en dichas respuestas prevalece un pensamiento matemático que debe ser investigado.

Por ejemplo, la insuficiencia de comprensión matemática relativa a los temas de cambio y variación desde la perspectiva del principio relativista se analiza como la racionalización no descubierta por parte del investigador, se instituye el averiguar desde el alumno no desde el contenido matemático.

Principio de la resignificación progresiva

La resignificación progresiva puede ejemplificarse en la introducción del alumno de la fase 4 al estudio de las ecuaciones de primer grado con una incógnita, primeramente, se establecen las características de una ecuación lineal, posteriormente, se trata de los métodos de resolución, después progresará al estudio del concepto de sistema de ecuaciones, por otra parte, el estudiante que aprende la suma de números enteros de un dígito para el caso de la escuela primaria, avanzará en el aprendizaje para realizar una suma de dos dígitos. Según Cantoral menciona que:

este saber es el nuevo punto de partida para comenzar una nueva etapa de significación, en donde, se enriquecerá con la resignificación, en la cual se construirán más argumentaciones, espacios de uso, procedimientos y todo aquello que rodea a un saber (2013, p. 162).

Para sintetizar, la teoría socioepistemológica se fundamenta en las prácticas sociales, las cuales son la base de la construcción del conocimiento, y que el entorno sociocultural impacta en la racionalización del ser humano, ya sea de

manera individual o en colectivo, construyendo conocimiento significativo en continua utilización.

Epistemología del calor y la temperatura

En este apartado se abordan de manera histórica los acontecimientos más relevantes en el desarrollo del fenómeno calórico que dieron lugar a nuevas teorías cada vez aceptadas dentro de la comunidad científica también se describen las tecnologías primitivas que marcaron la pauta para el avance de máquinas térmicas.

Además, se describen hechos tecnológicos relacionados a la conceptualización del calor y la interpretación de temperatura, así como la necesidad de los estudiosos en diseñar un aparato que hoy se conoce como termómetro, por tanto, la noción de calor se ha construido a lo largo del tiempo de modo que en los siguientes subapartados se pretende dar un acercamiento a lo que se denomina epistemología de la ciencia del calor.

Ciencia del calor a comienzos del siglo XIX

Como señala Ordóñez (1987) durante los inicios del siglo XIX, el estudio de las máquinas térmicas era de interés científico, principalmente Inglaterra quien impulsó la construcción y el desarrollo técnico en el campo del uso del vapor. En ese mismo periodo de tiempo, personajes como Newcomen, Savery, Smeaton y Watt marcaban las pautas para el desarrollo tecnológico. Francia logró mantener la hegemonía de las ciencias más prestigiosa denominada mecánica que posteriormente se llamarían ciencias físicas.

Continuando con autor antes citado, el interés de los ingenieros trataba en los calorímetros, químicos y sistemas físicos de los gases y vapores. Sin embargo, la calorimetría, química y neumática eran ciencias muy poco desarrolladas en aquella época. Las soluciones optadas por ingenieros eran muy empíricas en el sentido de mejorar el rendimiento y la eficacia de las máquinas térmicas además conscientes de la limitación de sus herramientas técnicas.

El significado de calor como una especie de causa universal, era una opinión dividida por la mayoría de los científicos. Por ejemplo, la relación del calor con la química, la meteorología y las máquinas térmicas confirmaban ese carácter responsable de lo que ocurría en nuestro planeta además algunos científicos establecían paralelismos entre la universalidad

de la gravitación y la del calor. El diseño ideal de los ingenieros para la construcción de máquinas de vapor tenía un camino abierto para la correcta utilización del calor.

La técnica presentaba mayor desarrollo que la ciencia del calor por lo tanto los científicos de la época esperaban que la ciencia fundamentara a la técnica puesto que es comprensible que la física de gases era lo más manejable conceptualmente de la teoría calorimétrica y la más aplicable a la técnica de máquinas de vapor tales como la medición de calores específicos y establecimiento de leyes que relacionaban la presión, el volumen y la temperatura de un sistema en cualquier circunstancia.

Retomando a Ordóñez (1987) a finales del siglo XVIII, los fundamentos de la ciencia mecánica influían en los nuevos campos, por ejemplo, Bernoulli, Euler y Lagrange habían intentado tratar a los gases como sistemas mecánicos. El científico prestigioso de su época llamado Pierre Simón Laplace demostraba esfuerzos pasando de ser un buen matemático a un mecánico excelente. En su trabajo *Traité de Mécanique Céleste* en 1798 coloca en el trono a la mecánica como reina de los cielos. Busca dar explicación mecánica de los fenómenos terrestres que aparecían en los fluidos, es decir, en los líquidos y gases.

Basándose en que la materia es algo compuesto de moléculas entre las que se producen atracciones gravitatorias y repulsiones debidas a la atmósfera de calórico radiante que las rodea, todo ello explicado en términos de fuerzas. El modo de presentar los argumentos se le denomina por los historiadores Newtoniano, que era adecuado para mostrar los fenómenos terrestres con un método análogo a cómo se trataban los fenómenos terrestres. En consecuencia, empleando las matemáticas por medio del análisis de ecuaciones generales de estos sistemas se logró entre otras cosas corregir la fórmula que determinaba la velocidad del sonido.

Durante el primer cuarto del siglo XIX, Ordóñez (1987) menciona que uno de los primeros que inauguró otra forma de matematizar el tratamiento del calor fue Fourier al renunciar tanto al uso de los esquemas dinámicos, es decir, de fuerzas entre moléculas, como por ejemplo la utilización del calórico radiante de Laplace. Este científico tomó un fenómeno de disipación que no produce ningún trabajo: la transmisión del calor a lo largo de una barra metálica basándose en una sola cuestión calorimétrica bajo un tratamiento matemático totalmente nuevo.

En aquella época, Nicolás-Leonard-Sadi Carnot planteó la posibilidad de realizar una ciencia que tratase de los fenómenos caloríficos, no partiendo de la física de gases, sino de la consideración de las máquinas térmicas. El planteamiento era nuevo y audaz, las máquinas térmicas como productoras de potencia motriz.

De esta manera, S. Carnot planteó un problema general para fundar una ciencia general orientada a tratar problemas de transformación calor/potencia motriz en su mayor universalidad, utilizando las leyes obtenidas en sus análisis para justificar aspectos relevantes que eran conocidas en la ciencia del calor de la época.

Finalmente, el historiador Ordóñez (1987) menciona que Jean Baptiste Fourier publicó el libro *Théorie Analytique de la Chaleur* en el año 1822 como resumen de los trabajos desarrollados desde 1807 y presentados a la Academia de Ciencias de Francia. Dos años después S. Carnot publicó *Reflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur les machines Propres á Developper cette Puissance*, trataba de la obra de un principiante de un joven científico de 28 años cuya prematura muerte ocho años más tarde haría de ésta la única obra póstuma. Por su redacción parecía más a un tratado de filosofía natural, de carácter descriptivo sin ningún recurso que supere el álgebra elemental comparada con otras obras científicas del momento. El libro de Fourier gozó del reconocimiento de sus contemporáneos no así la breve memoria de S. Carnot.

Instrumentos de medición de calor

Basándose en Rius de Riepen y Castro Acuña (1995) mencionan que en la antigua Grecia se utilizaban los términos de caliente y frío, pero no fue hasta el siglo XVI, en el año 1592 cuando se tiene registrado el primer termoscopio desarrollado por el científico italiano Galileo Galilei, sin embargo, carecía de una escala normativa que permitiera cuantificar las variaciones de temperatura. Fue hasta el año 1611 cuando se dió una escala y llegar a lo que hoy se conoce como termómetro atribuido a Sanctorious Sanctorious, quién fue colega de Galileo incluso Claudio Galeano gran médico desde entonces ya hablaba sobre la medición de la fiebre y no sobre la sensación de la fiebre, además Hero de Alejandría describía mediciones comparativas de la temperatura.

En particular, la definición especializada de temperatura es “un registro de la energía cinético-molecular que posee un cuerpo en determinado momento. Una temperatura baja está

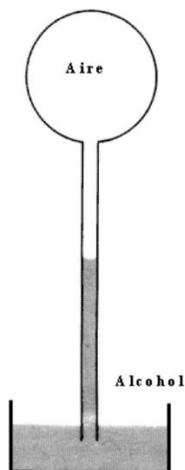
asociada con menos energía cinética promedio de las moléculas; una temperatura más alta con una mayor energía cinético-molecular” (Aragón et al., 2004, p.16).

Dicho de otra manera, la temperatura nos indica qué tan frío o tan caliente está un cuerpo u objeto, además si colocamos dos cuerpos juntos con diferente temperatura podremos observar que se realiza un proceso de equilibrio térmico, lo anterior significa que ambos cuerpos deberán igualar sus temperaturas y la lectura del termómetro será el mismo para ambos cuerpos.

Galileo Galilei inventó un aparato que medía la temperatura el cual consistía en un tubo lleno de alcohol o agua, abierto en su extremo inferior, y con una bola de vidrio llena de aire en el extremo superior. La parte abierta del tubo sobresalía hacia otro recipiente lleno de agua. la bola de vidrio al calentarse dilataba el aire en su interior y que al momento empujaba el agua del tubo, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Termoscopio de Galileo



Nota. Fuente: *Calor y movimiento* (p.17), por M. Rius de Riepen y C. M. Castro-Acuña, 1995. Fondo de Cultura Económica.

El termoscopio presentaba limitaciones en el funcionamiento debido a que el aire es fácilmente compresible, por lo tanto, con un mínimo calentamiento de la presión opuesta de la columna de agua en el tubo de vidrio, era lo suficiente grande para impedir una expansión

visible del gas. Debido a lo anterior, se consideró al termómetro de Galilei como una alternativa en los líquidos. Conforme a Rius de Riepen y Castro Acuña (1995) señalan que para 1632, el francés Jean Rey elaboró un termómetro de agua.

Se debe tomar en cuenta que el agua no presenta una dilatación lineal o proporcional por consiguiente en países fríos, en la estación de invierno, la temperatura puede bajar más allá de su punto de congelación. Ahora, se presentan tres condiciones para el funcionamiento del termómetro, que pueda ser medido dentro de las variaciones del ambiente, que su dilatación sea lineal o proporcional, que no se congele ni se evapore. Como resultado de los experimentos, llegaron a los líquidos como el alcohol y el mercurio, que actualmente forman parte del termómetro en la actualidad. Cada propuesta de termómetro diseñada anteriormente presentaba una escala propia de referencia o patrón de medida.

Por mencionar, Sanctorious tomó de referencia dos puntos, un punto indicaba el nivel del agua cuando el bulbo era rodeada de nieve derretida y el otro punto de referencia era cuando el bulbo era calentado por una vela. Entre esos puntos de referencia Sanctorious lo dividió entre 110 partes iguales.

A inicios del siglo XVIII, se podía encontrar 30 escalas diferentes de temperatura, una de ellas era del astrónomo danés Ole Romer cuyo aparato sirvió posteriormente como base para desarrollar una nueva escala por Daniel Gabriel Fahrenheit que actualmente se utiliza en algunos países. Fahrenheit utilizó dos puntos de referencia, un punto fue ubicado a la temperatura de la fusión del hielo como 32 y el otro punto de referencia como la temperatura del cuerpo humano correspondiente a 96.

De manera que la temperatura del cuerpo humano aceptada es de 96.6 °F el cual es cercano al valor de la escala determinado por Fahrenheit. La escala de Fahrenheit actual considera la temperatura de ebullición del agua a nivel del mar que es de 212 °F, tiempo después Lord Kelvin retomó la escala antes mencionada para dar paso a la escala Kelvin.

Siguiendo a Rius de Riepen y Castro Acuña (1995) destacan que la escala de temperatura utilizada actualmente se desarrolló por Anders Celsius cuya escala está dividida en 100 partes iguales, un punto de referencia es el punto de ebullición del agua a 100 grados y el otro punto es de congelación. Las mismas referencias mencionadas fueron utilizadas por René-Antoine Ferchault de Réaumur a diferencia que dividió la escala en 80 partes iguales siendo utilizada durante siglos en Europa hasta la década de los años 30. Cotidianamente, la

escala Celsius es la más usada por la razón de las 100 partes de división que han resultado ser más prácticas en comparación con la escala Fahrenheit. La figura 5 muestra la fórmula de conversión °F a °C.

Figura 5

Fórmula para convertir grados Celsius a grado Fahrenheit

$$\text{Valor en } ^\circ F \text{ es } \left(\frac{9}{5}\right)(\text{valor en } ^\circ C) + 32$$

Nota. Fórmula para convertir grados °C a grados °F.

En el caso de la escala propuesta por el físico británico lord William Kelvin de Largs determinó que la temperatura mínima no puede ser más baja que 273.15 grados Celsius. Fijó al punto cero de su escala como el punto cero absoluto, utilizó las divisiones de la escala Celsius por consiguiente el punto de congelación del agua es de 273.15 ° Kelvin mientras que el punto de ebullición es de 373.15° K. Por lo tanto, un grado Celsius equivale a una diferencia de temperatura de un grado Kelvin. La escala de temperatura Kelvin se aplica en la ciencia de la física y química además es llamada como la escala de temperatura absoluta debido a que tiene como fundamento la naturaleza de la materia.

La tecnología del calor

Retomando a Ordóñez (1987) indica que durante los inicios del siglo XIX, el estudio de las máquinas térmicas era de interés científico, principalmente Inglaterra quien impulsó la construcción y el desarrollo técnico en el campo del uso del vapor. Personajes como Newcomen, Savery, Smeaton y Watt marcaban las pautas para el desarrollo tecnológico. Francia logró mantener la hegemonía de las ciencias más prestigiosa denominada mecánica que posteriormente se llamarían ciencias físicas.

El interés de los ingenieros trataba en los calorímetros, químicos y sistemas físicos de los gases y vapores. Sin embargo, la calorimetría, química y neumática eran ciencias muy poco desarrolladas en aquella época. Las soluciones optadas por ingenieros eran muy

empíricas en el sentido de mejorar el rendimiento y la eficacia de las máquinas térmicas además conscientes de la limitación de sus herramientas técnica.

El significado de calor como una especie de causa universal, era una opinión dividida por la mayoría de los científicos. Por ejemplo, la relación del calor con la química, la meteorología y las máquinas térmicas confirmaban ese carácter responsable de lo que ocurría en nuestro planeta además algunos científicos establecían paralelismos entre la universalidad de la gravitación y la del calor. El diseño ideal de los ingenieros para la construcción de máquinas de vapor tenía un camino abierto para la correcta utilización del calor.

La técnica presentaba mayor desarrollo que la ciencia del calor por lo tanto los científicos de la época esperaban que la ciencia fundamentara a la técnica puesto que es comprensible que la física de gases era lo más manejable conceptualmente de la teoría calorimétrica y la más aplicable a la técnica de máquinas de vapor tales como la medición de calores específicos y establecimiento de leyes que relacionaban la presión, el volumen y la temperatura de un sistema en cualquier circunstancia.

A finales del siglo XVIII, los fundamentos de la ciencia mecánica influían en los nuevos campos. Bernoulli, Euler y Lagrange habían intentado tratar a los gases como sistemas mecánicos. El científico prestigioso de su época llamado Pierre Simón Laplace demostraba esfuerzos pasando de ser un buen matemático a un mecánico excelente. En su trabajo *Traité de Mécanique Céleste* en 1798 coloca en el trono a la mecánica como reina de los cielos. Busca dar explicación mecánica de los fenómenos terrestres que aparecían en los fluidos, es decir, en los líquidos y gases. Basándose en que la materia es algo compuesto de moléculas entre las que se producen atracciones gravitatorias y repulsiones debidas a la atmósfera de calórico radiante que las rodea, todo ello explicado en términos de fuerzas. (P.12). El modo de presentar sus argumentos se le denomina por los historiadores Newtoniano, que era adecuado para mostrar los fenómenos terrestres con un método análogo a como se trataban los fenómenos terrestres. Empleando las matemáticas por medio del análisis de ecuaciones generales de estos sistemas. Logró entre otras cosas corregir la fórmula que determinaba la velocidad del sonido.

Durante el primer cuarto del siglo XIX, el primero que inauguró otra forma de matematizar el tratamiento del calor fue Fourier al renunciar tanto al uso de los esquemas dinámicos, es decir, de fuerzas entre moléculas, como por ejemplo la utilización del calórico

radiante de Laplace. Este científico tomó un fenómeno de disipación que no produce ningún trabajo: la transmisión del calor a lo largo de una barra metálica.

Enseñanza del pensamiento variacional en la Nueva Escuela Mexicana

En el siguiente apartado se revisa el Plan de estudios 2022 emitida por la Secretaría de Educación Pública de los Estados Unidos Mexicanos de la misma forma que el Programa de estudio de Matemáticas con la finalidad de identificar el pensamiento variacional, así como las características del Programa sintético de la Nueva Escuela Mexicana (NEM).

Plan de estudio para la educación secundaria de la NEM

A partir de la fecha seis del mes de agosto del año 2022 se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el acuerdo secretarial en donde se abroga el Plan y Programas de Estudio para la educación básica denominado Aprendizajes clave para la educación integral, a saber en el argot docente como plan de estudio 2017, que involucra al nivel educativo de preescolar, primaria y secundaria, en consecuencia, entra en vigor el nuevo modelo educativo llamada Nueva Escuela Mexicana (NEM) que tiene como prioridad el establecimiento de la libertad y autonomía profesional del magisterio incluso que el profesorado defina los temas centrales y conceptos vinculados al contexto comunitario, en otros términos, el DOF (2022) menciona que:

el papel principal del currículo es establecer las condiciones de libertad y autonomía profesional del magisterio para que, con base en él, las y los estudiantes, así como el profesorado definan los problemas o temas centrales que consideren relevantes de abordar durante el curso, identificando los conceptos relacionados con el tema seleccionado desde aquellos que pertenece a la cultura universal, la diversidad cultural del país y el saber cotidiano establecido en la estructura curricular. (p. 2)

En ese sentido, la propuesta curricular de la NEM se mantiene en construcción permanente en función de la comunidad y los diversos contextos correspondientes. Así mismo la propuesta educativa aplica principios pedagógicos que favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje, en efecto “se trata de propiciar un aprendizaje situado, activo,

autorregulado, colaborativo, dirigido a metas definidas pero flexibles, que facilite los procesos sociales de conocimiento y de construcción de significados” (DOF, 2022, p. 2).

Finalmente, la NEM propone modificaciones en la enseñanza de las matemáticas para la educación secundaria que se explican en el siguiente apartado.

La enseñanza de las matemáticas desde la NEM

Desde el enfoque de la NEM, se reconocen los derechos humanos y la justicia social en la educación, al igual, el sentido humano de niñas, niños y adolescentes, incluyendo la existencia de diferentes individuos de la sociedad que asumen tales derechos, asimismo la SEP (2022) detalla que:

“adultos mayores, jóvenes, mujeres y hombres, pueblos indígenas y afroamericanos, extranjeros, migrantes, refugiados, asilados y desplazados, integrantes de la diversidad sexo genérica como las personas trans, intersexuales y queer, entre otras y otros, así como personas con discapacidad incluyendo a las personas con aptitudes sobresalientes; todas y todos inscritos en diversos grupos urbanos o rurales pertenecientes a distintas clases sociales que reclaman una visión plural, incluyente y participativa en el ejercicio pleno de sus derechos humanos”. (p. 4)

Por lo anterior, el Plan de Estudios de la educación básica 2022 propone a la integración curricular como un todo que se organiza en siete ejes articuladores ligados a temáticas de relevancia social que pueden abordarse en contenidos nacionales desde los diferentes campos formativos de cada fase y grado, de tal manera que presenta una visión de conjunto e insta a la participación activa del personal docente y directivos. Como se aprecia en la Tabla 1, se describen los ejes articuladores y los campos formativos de la NEM.

Tabla 1

Estructura curricular del Plan de Estudios de la educación básica 2022

Estructura curricular	
Ejes articuladores	Campos formativos
<ul style="list-style-type: none">• Inclusión• Pensamiento crítico• Interculturalidad crítica• Igualdad de género• Vida saludable• Apropiación de las culturas a través de la lectura y la escritura• Artes y experiencias estéticas	<ul style="list-style-type: none">• Lenguajes• Saberes y pensamiento científico• De lo humano y lo comunitario• Ética, naturaleza y sociedades.

Nota. Los ejes articuladores vinculan temáticas de relevancia social y los campos formativos delimitan los contenidos nacionales, ambos constituyen componentes curriculares para la educación básica. Elaboración propia.

De tal manera que el estudio de las matemáticas se encuentra en el campo formativo Saberes y pensamiento científico cuyo objeto de aprendizaje, de acuerdo a SEP (2022) “es la comprensión y explicación de los fenómenos y procesos naturales tales como cuerpo humano, seres vivos, materia, energía, salud, medio ambiente y tecnología, desde la perspectiva de diversos saberes y en su relación social” (p.130), de ahí que las disciplinas de Matemáticas, Biología, Física y Química corresponden al campo mencionado.

Conviene destacar que la NEM propone una organización curricular por fases y estos a su vez por grados escolares de manera que los estudiantes sujetos a la actual investigación pertenecen a la fase 6 del tercer grado de secundaria, en esta perspectiva, en el siguiente subapartado se realiza una explicación sobre los contenidos y procesos de desarrollo de aprendizaje de las matemáticas

Matemáticas del cambio y variación en la NEM

El plan de estudios 2022 establece fases de aprendizaje como parte del recorrido de la formación escolar del estudiante en la educación básica, de manera que se presenta una estructura ascendente partiendo de la educación inicial como fase 1 hasta llegar a la fase 6 o equivalente a la educación secundaria tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Fases de aprendizaje y grados escolares correspondientes

ORGANIZACIÓN CURRICULAR POR FASES Y GRADOS ESCOLARES	
Fase 1	Educación inicial
Fase 2	Educación Preescolar 1° 2° 3°
Fase 3	Educación Primaria 1° 2°
Fase 4	Educación Primaria 3° 4°
Fase 5	Educación Primaria 5° 6°
Fase 6	Educación Secundaria 1° 2° 3°

Nota. La NEM establece fases de aprendizaje en secuencia ascendente para la educación básica. Elaboración propia.

Continuando, los procesos de desarrollo de aprendizaje (PDA) se presentan como trayectos propios de cada fase y grado que están relacionados a situaciones o problemáticas contextualizadas que aportan componentes generales para la formación de los estudiantes por consiguiente toma un sentido de desarrollo continuo inconcluso que no presenta un grado escolar específico o una edad determinada, dicho de otro modo, el Plan de estudios (2022) menciona que los PDA “representan recorridos o rutas posibles que dan cuenta de las formas en las que niñas, niños y adolescentes se apropian de aprendizajes que les permiten comprender el mundo que les rodea e intervenir en distintas situaciones” (p. 352).

Dentro de este orden de ideas se integra en los programas de estudio el término *contenido* cuya definición es la siguiente:

disposición de conocimientos y saberes en un campo formativo que cobran sentido más allá de su significado particular en la relación que se establece entre ellos y los ejes articuladores, los cuales vinculan el conocimiento con hechos concretos de la realidad mediante problematizaciones o temas generales de estudio. (SEP, 2022, p. 351)

En seguida, se presenta la Tabla 2 que describe los contenidos de Matemáticas dentro del campo formativo Saberes y pensamiento científico para el primer, segundo y tercer grado de la fase 6.

Tabla 3

Descripción de los contenidos de Matemáticas fase 6

Matemáticas 1er, 2do. y 3er. grado
<ul style="list-style-type: none"> • Expresión de fracciones como decimales y de decimales como fracciones • Extensión de los números a positivos y negativos y su orden. • Extensión del significado de las operaciones y sus relaciones inversas. • Regularidades y patrones. • Introducción al álgebra. • Ecuaciones lineales y cuadráticas. • Funciones. • Rectas y ángulos. • Construcción y propiedades de las figuras planas y cuerpos. • Circunferencia, círculo y esfera. • Medición y cálculo en diferentes contextos. • Obtención y representación de información. • Interpretación de la información a través de medidas de tendencia central y de dispersión. • Azar y probabilidad.

Nota. Se muestran los contenidos de Matemáticas fase 6 que encuadra al primer, segundo y tercer grado como parte del Programa sintético. Elaboración propia.

Dicho lo anterior, los campos formativos, procesos de desarrollo de aprendizaje y los contenidos conforman los programas sintéticos que tienen como característica el ser de naturaleza articulada y unificada del mismo modo están relacionadas con el perfil de egreso y los ejes articuladores.

Dado que el presente trabajo se centra en las Matemáticas de tercer grado de secundaria se presentan en la Tabla 3, los contenidos y los PDA que la conforman.

Tabla 4

Contenidos y PDA del tercer grado de la escuela secundaria

TERCER GRADO	
CONTENIDO	PDA
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al álgebra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa algebraicamente áreas y volúmenes de cuerpos geométricos y calcula el valor de una variable en función de las otras.
<ul style="list-style-type: none"> • Ecuaciones lineales y cuadráticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve ecuaciones de la forma $Ax^2+Bx+C=0$ por factorización y fórmula general. • Resuelve problemas cuyo planteamiento es una ecuación cuadrática.
<ul style="list-style-type: none"> • Funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona e interpreta la variación de dos cantidades a partir de su representación tabular, gráfica y algebraica. • Explora diversos procedimientos para resolver problemas de reparto proporcional.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y propiedades de las figuras planas y cuerpos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica las propiedades de la congruencia y semejanza de triángulos al construir y resolver problemas. • Reconoce las propiedades de los sólidos. • Explora la generación de sólidos de revolución a partir de figuras planas. • Explora y construye desarrollos planos de diferentes figuras tridimensionales, cilindros, pirámides y conos.
<ul style="list-style-type: none"> • Circunferencia, círculo y esfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explora y construye desarrollos planos de esferas. • Indaga la generación de esferas a partir de figuras planas. • Encuentra relaciones de volumen de la esfera, el cono y el cilindro.
<ul style="list-style-type: none"> • Medición y cálculo en diferentes contextos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa diferentes estrategias para calcular el volumen de prismas, pirámides y cilindros. • Formula, justifica y usa el teorema de Pitágoras al resolver problemas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas utilizando las razones trigonométricas seno, coseno y tangente.
<ul style="list-style-type: none"> • Obtención y representación de información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lee, interpreta y comunica información de cualquier tipo de gráficas.
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de la información a través de medidas de tendencia central y de dispersión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determina y compara las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (rango y desviación media) de dos conjuntos de datos para tomar decisiones.
<ul style="list-style-type: none"> • Azar y probabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas donde se analicen las características de eventos complementarios y eventos mutuamente excluyentes e independientes. • Resuelve problemas donde se calcule la probabilidad de ocurrencia de dos eventos mutuamente excluyentes y de eventos complementarios (regla de la suma). • Resuelve problemas donde se calcule la probabilidad de ocurrencia de dos eventos independientes (regla del producto) • Indaga las condiciones necesarias para que un juego de azar sea justo, con base en la noción de resultados equiprobables y no equiprobables.

Nota. Se muestran los contenidos y PDA correspondientes al tercer grado de Matemáticas de la fase 6. Elaboración propia.

Finalmente, se puede decir que la propuesta curricular de la NEM para el estudio de las matemáticas favorece el pensamiento variacional desde el enfoque de la interpretación de fenómenos, así como en el diseño de actividades experimentales además insta a pasar de la noción al concepto y reconoce a la construcción del conocimiento científico desde lo social y del contexto de donde se desarrolla.

Metodología de la investigación

A continuación, se presentan las características de la metodología aplicada tal como el enfoque, limitaciones, contexto social, herramientas, participantes, muestra y materiales a utilizar con la finalidad de obtener el logro de los objetivos propuestos.

Enfoque del método

El enfoque de la investigación será de tipo cualitativo, como lo menciona Castillo y Vásquez (2003) “la investigación cualitativa se caracteriza por ver las cosas desde el punto de vista de las personas que están siendo estudiadas” (p. 2). Por consiguiente, se pretende trabajar directamente con un grupo de estudiantes de la escuela secundaria que cursan el tercer grado escolar que permitan ser evaluados, obtener respuestas y que sirvan para su análisis posterior.

Limitaciones

Se considera que el desarrollo de la investigación se realice dentro de los tiempos y espacios estipulados por el horario de clases cotidiano de los alumnos, no se tienen considerados limitantes o barreras tanto físicas, materiales o de otra índole.

Contexto social

El estudio se realizará en la localidad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. La comunidad local se caracteriza por la presencia de población que tiene como lengua materna el tzotzil y como segunda lengua el español. Como lo señala el gobierno de Chiapas es una “ciudad colonial ubicada a 46 km por la autopista de Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas rica en diversidad étnica y tradición colonial” (Pueblos mágicos, 2023). El grupo de alumnos que será estudiado mayoritariamente habitan en la cercanía de la escuela secundaria, es decir, en colonias de medio urbano asimismo cuentan con servicios públicos municipales, por ejemplo, energía eléctrica, sistema de alcantarillado y sistema de agua potable por otro lado cuentan con servicio de internet, cobertura de señal telefónica celular, transporte público además de la presencia de desarrollo comercial y de servicios.

Herramientas

Las herramientas a utilizar para recabar los datos, se mencionan a continuación:

1. Observación participante.
2. Encuesta de datos personales.
3. Guía de entrevista estructurada a los alumnos participantes.
4. Grabación de conversaciones entre participantes e investigador.
5. Análisis de documentos de investigación.

Es importante destacar que en el punto 1 sobre la observación participante se aclara con Sánchez (2001) que señala:

los observadores y las observadoras participantes entran en el campo donde se va a realizar el estudio con la esperanza de establecer una relación abierta, fluida con los informantes y las informantes. Lo deseable es que lleguen a formar parte de ese contexto social de tal manera que no se sientan como extraños en el lugar sino por el contrario, como parte de ese entorno. (p. 73)

Por consiguiente, la observación que realizará el investigador tiene como característica el generar un ambiente agradable, de convivencia con los estudiantes participantes y que además que permita crear un espacio de aprendizaje mutuo.

Participantes

Están considerados como participantes a un grupo de tres estudiantes que cursan el tercer grado de la educación básica en la institución educativa de nombre oficial Escuela Secundaria General “José Felipe Flores”, clave ES-374-18, centro de trabajo 07DES0014M.

En consecuencia, los alumnos se encuentran en el rango de edad de 14 a 15 años identificados dos sujetos de sexo femenino y uno del sexo masculino.

Muestra

Como parte fundamental de la investigación, se determina y selecciona la muestra de estudio con el fin de obtener información, basándose en lo que a continuación se expresa:

cuando lo que se desea es contar únicamente con un subconjunto (muestra) de la población a partir de la cual se quiere conocer algo acerca de la población, este subconjunto puede ser seleccionado mediante distintos métodos. Cuando

sus elementos son seleccionados de acuerdo con una probabilidad conocida y distinta de cero, se está hablando de un muestreo probabilístico, en caso contrario, será un muestreo no probabilístico” (Elorza, 2008, p. 182)

Por lo anterior, se determina que la muestra es de tipo no probabilístico, en otras palabras, se toman a los tres sujetos a estudiar por conveniencia de los criterios y juicio del propio investigador.

Materiales

Debido a que el trabajo contiene una parte de diseño e implementación experimental, se incluye un material montaje llamado Calentando la barra que consiste en una barra metálica de 40 centímetros de longitud y de diámetro de 3/8 de pulgada, sostenida en los extremos identificados como A y B por soportes universales, igualmente, bajo un extremo determinado de la barra, se coloca un mechero de Bunsen que tiene como función el proveer de energía calorífica. En términos generales, se dispondrá de un escenario con materiales que permitan calentar un extremo de la barra metálica bajo las medidas de seguridad que correspondan cuidando a lo largo del experimento la integridad de los participantes.

Resultados

En el presente capítulo se muestra el protocolo experimental utilizado con la finalidad de obtener las nociones de variación y cambio sobre el fenómeno de calentamiento de una barra metálica posteriormente obtenida la información se clasifica en tres categorías que son la percepción, interpretación y representación además se realiza el análisis sobre los resultados obtenidos finalmente se realiza la discusión con los resultados de otros autores.

Protocolo experimental

El presente estudio trata de examinar la noción de variación que muestra un grupo de diez estudiantes correspondientes a la fase 6 de la educación básica es decir cómo el alumno construye la noción de variación y cómo ésta evoluciona a partir de la observación de un contexto físico variacional. Por consiguiente, la recogida de la información se hace a través de la observación e implementación experimental del calentamiento de una barra metálica.

Hay que tener en cuenta que la explicación sobre la naturaleza del calor se ha desarrollado históricamente logrando aportaciones a la ciencia por ejemplo de la termodinámica de manera que se requiere de detenimiento en cada una de las observaciones realizadas en los sujetos de estudio.

Planificación experimental

A continuación, se detallan las actividades para la realización del experimento ordenado alfabéticamente como sigue:

- a) Conocimiento previo del sujeto: Se lleva a cabo una encuesta electrónica con el objetivo de conocer las características del sujeto a estudiar, por ejemplo: la edad, lengua nativa y lugar de nacimiento.
- b) Presentación del experimento: En esta sección se explica la situación y características del montaje experimental frente al sujeto de estudio.
- c) Cuestionario: Se muestran las preguntas que están relacionadas a la actividad de experimentación posteriormente en cada una de ellas se expone una breve explicación correspondiente al propósito que se espera llegar.
- d) Ejecución: Se desarrolla la situación experimental así mismo la recolección de información por medio de grabación de voz.

- e) Transcripción de la entrevista: Se realiza la conversión de la entrevista grabada a documento escrito
- f) Análisis de la información: En este apartado se muestra el resultado de la información obtenida mediante el diseño de matrices y gráficas de datos.
- g) Discusión y propuestas: Se plantea la discusión de los resultados frente a otros autores referidos en el marco teórico propio del actual trabajo de investigación.

Resultados de las actividades experimentales

En seguida se muestra a detalle la información obtenida por parte de las actividades planificadas:

- a) Conocimiento previo del alumno

Con el fin de conocer las características de los estudiantes tales como la edad, lengua materna y lugar de origen se aplicó una encuesta mediante el uso de Google Forms, los datos obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 5

Edad de los participantes

Edad (años)	Cantidad de participantes
14	3

Nota. Representación de la edad de los participantes y cantidad correspondiente. Elaboración propia.

En la Tabla 1 se muestra que nueve de los participantes poseen la edad de 14 años y un participante de edad de 15 años, es decir, el promedio de edad de los participantes es de 14 años cumplidos.

Tabla 6*Lugar de nacimiento de los participantes*

Lugar de nacimiento	Cantidad de participantes
San Cristóbal de las Casas	1
Tuxtla Gutiérrez	1
Bochil	1

Nota. Se muestra el lugar de nacimiento de los participantes. Elaboración propia.

Los participantes señalan que ocho de ellos son originarios del municipio de San Cristóbal de las Casas, uno menciona ser originario de Tuxtla Gutiérrez y el último de Bochil, los anteriores indicados pertenecen al estado de Chiapas. De acuerdo a la clasificación regional económica se demuestra que ocho participantes pertenecen a la región Altos Tsotsil-Tseltal, uno a la región Metropolitana y el último a la región De los bosques.

Tabla 7*Lengua materna de los participantes*

Lengua materna	Cantidad de participantes
Español	3

Nota. Se menciona la lengua nativa aprendida desde los primeros años de vida. Elaboración propia.

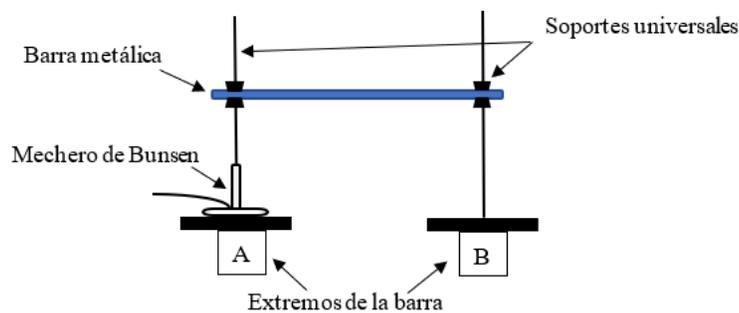
Como se aprecia en la Tabla 3, los participantes manejan como lengua materna al español y mencionan que la lengua dominada por parte de los padres también es el español.

b) Presentación del experimento

Se muestra la barra metálica sólida cuya longitud es de 50 cm y diámetro de 3/8 de pulgada sujeta por soportes universales asimismo en cada lado de ella se identifica como extremo A en uno y por el otro, extremo B como se muestra en la Figura 1, se aclara que la parte intermedia de la barra se puede señalar como punto C de esta forma se indica al sujeto que la barra metálica será calentada por el extremo A por medio de un mechero de Bunsen, se pide al sujeto responder a las preguntas de acuerdo al cuestionario y la situación que se describa en cada una de ellas. Previo al inicio del cuestionario, se aclara que las respuestas emitidas deben ser de manera clara, precisa y de voz fuerte con el objetivo de obtener grabaciones nítidas además se menciona también que las respuestas se basen en ideas que él mismo considere sobre el fenómeno y que las preguntas no están relacionadas a cálculos matemáticos, fórmulas o ecuaciones. Por último, se menciona que, para esta parte del estudio de investigación, el mechero de Bunsen permanecerá apagado y que la actividad refiere a un experimento mental.

Figura 6

Soportes universales que sostienen la barra metálica



Nota. Representación del montaje experimental del calentamiento de una barra metálica. Elaboración propia.

c) Cuestionario

Al inicio de la sesión de trabajo, el entrevistador plantea la situación problemática al entrevistado en base al siguiente orden de preguntas.

Pregunta 1

Antes de encender el mechero y calentar dicho extremo, ¿cómo es la temperatura del extremo B y cómo es la temperatura en la parte intermedia de la barra?

Propósito: Que el sujeto asuma el estado inicial de la temperatura de la barra metálica.

Pregunta 2

Cuando el mechero se enciende, ¿qué sucede en el extremo A de la barra metálica?

Propósito: Que el sujeto explique sobre la noción de cambio con respecto a la temperatura inicial del extremo A de la barra metálica.

Pregunta 3

Una vez encendido el mechero, el extremo A ya está siendo calentado y pasa el tiempo, ¿qué sucede con el extremo A mientras transcurre el tiempo?

Propósito: Que el sujeto mencione la evolución del fenómeno justo donde la acción de la flama entra en contacto con la barra.

Pregunta 4

Cuando el mechero se enciende, en ese instante, ¿qué sucede con el extremo B?

Propósito: Conocer la noción del sujeto sobre la propagación de calor.

Pregunta 5

Una vez encendido el mechero, el extremo A ya está siendo calentado y pasa el tiempo, ¿qué sucede en el extremo B conforme transcurre el tiempo?

Propósito: Indagar cómo el sujeto reflexiona sobre la evolución del fenómeno a lo largo de la barra.

Pregunta 6

Cuando se enciende el mechero, ¿qué sucede en el punto intermedio de la barra en ese instante?

Propósito: Que el sujeto compare las temperaturas en diferentes puntos de la barra y argumente que las diferencias de temperatura se deben a la propagación de calor.

Pregunta 7

Una vez encendido el mechero, el extremo A ya está siendo calentado y pasa el tiempo, ¿qué sucede en el punto intermedio de la barra conforme transcurre el tiempo?

Propósito: Se pretende conocer la idea sobre si la temperatura aumenta o se mantiene conforme pasa el tiempo cuando la barra está sometida a la fuente de calor.

Pregunta 8

Para un determinado momento ¿cómo son las temperaturas en relación a los extremos A, extremo B y el punto intermedio de la barra? El mechero está encendido, el extremo A ya está siendo calentado y transcurre el tiempo.

Propósito: Que el sujeto manifieste el orden de magnitud de las temperaturas en un determinado sentido de propagación.

Pregunta 9

¿La temperatura del extremo B puede ser mayor que otro punto de la barra, ya sea el extremo A o el punto intermedio? Explica el porqué de la respuesta. El mechero está encendido, el extremo A ya está siendo calentado y transcurre el tiempo.

Propósito: Reafirmar la respuesta emitida por sujeto a la pregunta 8 además solicitar el porqué del razonamiento dado sobre el orden de las magnitudes de las temperaturas.

Pregunta 10

¿Pueden ser iguales las temperaturas a lo largo de la barra? ¿Cómo se puede explicar lo anterior?

Propósito: Si la respuesta es afirmativa, identificar la noción de estado “caliente” alcanzada

por la barra y no percibir la propagación de calor. Por otra parte, si la respuesta es negativa, se percibe la idea de “movimiento” de calor.

Pregunta 11

¿Qué es lo que se mueve en la barra?

Propósito: Identificar si la noción del sujeto sobre la propagación del calor refiere a un fluido.

Pregunta 12

¿Por qué se calientan las cosas?

Propósito: Cuestionar al sujeto sobre el fenómeno y la naturaleza del calor.

Pregunta 13

¿Qué es el calor?

Propósito: Que el sujeto defina el concepto de calor.

d) Ejecución

La actividad experimental se desarrolla bajo condiciones controladas y de seguridad para los participantes de manera que se solicita por escrito el permiso de uso del laboratorio escolar dirigido a la dirección de la escuela además de la responsable laboratorista, conviene subrayar que no se pretende alterar el horario escolar establecido ni siquiera generar afectaciones a las clases programadas así mismo la participación no genera calificaciones o puntos extras en las materias diarias.

El montaje experimental se coloca sobre la mesa de trabajo dentro de las instalaciones apropiadas, bajo la supervisión del entrevistador y la titular laboratorista incluso se tiene la observación momentánea del subdirector y algunos alumnos curiosos que transitan en ese momento. De este modo, los alumnos participantes pasan de uno en uno ocupando una banca de asiento frente a la mesa de trabajo y a lado del entrevistador por último se dispone de doce a quince minutos de duración de la entrevista.

Al inicio de la sesión de trabajo se explica al participante que el desarrollo de la sesión es grabado por voz mediante la aplicación de *smartphone* luego se informa que cada alumno se registra por un número y letra como por ejemplo 2A, 2D y 3A con el fin de resguardar la

identidad de cada uno, posteriormente se provee de una botella de agua de 500 ml indicando al sujeto de ingerirla en el momento que así lo desee para el mejor desempeño mental e hidratación.

Por último, se expresa el agradecimiento por parte del entrevistador hacia el participante al término de la sesión de trabajo de igual manera se pregunta al sujeto si hay algo que agregar o comentar en el sentido de recoger las expresiones o sentimientos generados.

Desarrollo de la entrevista

En el siguiente apartado se muestra la transcripción de las entrevistas dirigidas a los sujetos 2A, 3A y por último 2D en base a la guía de preguntas mencionadas en el inciso c denominado cuestionario.

Sujeto de estudio identificado como 2A de 14 años de edad.

E. Magdiel (entrevistador): Bien, entonces te voy a explicar el montaje que tenemos enfrente. Tenemos dos soportes que cargan la barra, es una barra metálica.

Sujeto 2A (entrevistado): Ajá.

E. Magdiel: Y en un lado está el mechero.

Sujeto 2A: Sí, sí.

E. Magdiel: Y este le vamos a llamar extremo A o lado A, lado B, o extremo B, Bien. Vamos a imaginar lo que podría pasar, no le vamos a prender fuego.

Sujeto 2A: Ajá, sí, sí.

E. Magdiel: Únicamente vamos a imaginar qué puede pasar. ¿A ver? ¿Lista?

Sujeto 2A: Sí. Bien.

E. Magdiel: Antes de encender el mechero y calentar dicho extremo ¿Cómo es la temperatura del extremo B?

Sujeto 2A: Fría

E. Magdiel: Muy bien. ¿Y cómo es la temperatura en un punto a la mitad de la barra?

Sujeto 2A: Igual, fría

E. Magdiel: Muy bien. ¿Y en el punto A?

Sujeto 2A: Igual, fría, sí.

E. Magdiel: Muy bien. Siguiente pregunta. Cuando el mechero se ha encendido ¿Qué sucede en el extremo A? ¿Qué crees que pasa?

Sujeto 2A: Se empieza a calentar la barra

E. Magdiel: Siguiente pregunta. ¿Qué sucede en el extremo A? ¿En el instante que se enciende el mechero?

Sujeto 2A: Pues sí poco a poco se empieza a calentar, a subir la temperatura, claro. Pero va como poco a poco porque está frío y poco empieza a subir su temperatura conforme se va calentando.

E. Magdiel: ¿Qué sucede en el extremo B? ¿Al momento de encender el mechero?

Sujeto 2A: Pues ahí supongo que sigue fría porque está hasta el otro extremo.

E. Magdiel: Y cuando se enciende y pasa el tiempo, ¿qué sucede con el extremo B?

Sujeto 2A: Creo que también se va calentando, pero muy lentamente. Se calienta más rápido el extremo A que el B.

E. Magdiel: Cuando se enciende el mechero, ¿qué crees que pase en el punto intermedio?

Sujeto 2A: Creo que también se calienta, es más tardado porque el fuego está llegando directamente al punto A, pero también se va a calentar. De una manera más rápida que el punto B, pero se va a calentar.

E. Magdiel: En la medida que pasa el tiempo ya está encendido el mechero, va pasando el tiempo. ¿Qué sucede en el punto medio de la barra?

Sujeto 2A: Creo que es el punto más, no, pues, póngase caliente nada más, está caliente, se mantiene caliente.

E. Magdiel: Muy bien. Vamos a suponer que ya pasó el tiempo, ya encendió el mechero. ¿Cuáles crees tú que son las temperaturas del extremo A, del extremo B y del punto C. ¿Qué crees que pase ahí?

Sujeto 2A: En el punto A creo que va a estar más caliente que los demás puntos porque es donde está llegando directamente el fuego y el punto medio y el B también va a estar caliente pero más mucho más el punto A porque es donde está directamente el fuego.

E. Magdiel: ¿Y aquí en el en el extremo?

Sujeto 2A: Igual va a estar caliente, supongo que si va a estar caliente.

E. Magdiel: ¿Cuál está más caliente?

Sujeto 2A: El punto A.

E. Magdiel: ¿Y luego cuál sería el siguiente punto?

Sujeto 2A: El intermedio, el que está en medio y hasta el final el punto B, porque es el que está al otro extremo del punto A.

E. Magdiel: Ok, bien. Siguiendo pregunta. Después de que se calentó la barra ya está en la mechera encendido, ¿Puede ser la temperatura B mayor que A?

Sujeto 2A: No, no creo, porque en el punto A el fuego es está directamente, es donde está recibiendo todo y el punto B solo está como recibiendo lo que poco a poco se va extendiendo.

E. Magdiel: La barra ya está caliente por el mechero, y ya está transcurriendo el tiempo. ¿Pueden llegar las temperaturas a ser las mismas a lo largo de toda la barra? Y explica por qué o cómo se puede llegar a eso.

Sujeto 2A: Creo que las únicas que pueden estar a la misma temperatura sería el punto medio y el B, pero la A no porque está justamente debajo del fuego, o sea, que tiene una temperatura más rápida para calentarse y en lo que esa se sigue calentando la demás se sigue repartiendo el calor, pero se calienta mucho más rápido la barra del lado A.

E. Magdiel: ¿Tú crees que no pueden ser iguales las temperaturas?

Sujeto 2A: No, no lo creo, no.

E. Magdiel: Ok. Vamos con la siguiente, cuando se calienta la barra por efecto del mechero ¿Qué crees tú que se mueva o pase algo que permita que se caliente más en A, en intermedio o en C. ¿Qué crees tú que pasa? Del por qué pasa eso del calentamiento.

Sujeto 2A: Pues creo que se calienta más el punto A porque está justamente debajo del mechero y el punto medio y el punto B se calientan mucho más lento porque solo está como que recibiendo el calor que está llegando directamente al punto A solo es el calor que se está distribuyendo.

E. Magdiel: ¿Se distribuye? ¿Crees tú que se distribuye?

Sujeto 2A: Sí, yo pienso que se va distribuyendo. O sea, el calor llega directamente al punto A, pero poco a poco se va distribuyendo y va calentando las dos partes.

E. Magdiel: Correcto. ¿Por qué consideras que se calientan las cosas?

Sujeto 2A: Por la temperatura que está el mechero que está este pues encendido está el fuego por eso se va calentando.

E. Magdiel: ¿Qué crees tú que es el calor?

Sujeto 2A: No sé, no sé cómo explicarlo.

E. Magdiel: ¿Alguna idea que tengas? ¿Algún alguna, este, palabra que creas tú que sea el calor?

Sujeto 2A: Y pues mayormente el calor está como principalmente es conocido por el fuego, pero se puede encontrar en muchas más cosas, el calor. Aparte del fuego pues es el calor que sientes con no sé la temperatura del sol cuando estás con muchos abrigos, sientes calor. Se puede expresar de muchas maneras.

E. Magdiel: Muy bien.

Fin de la entrevista.

Sujeto de estudio identificado como 3A de 14 años de edad.

E. Magdiel (entrevistador): Bien, vamos a iniciar la sesión y te aviso que todas las respuestas y las preguntas que yo haga van a estar grabadas. Únicamente por voz. ¿Ok? Yo te voy a hacer preguntas y tú me vas a responder de acuerdo a lo que tú consideres.

Sujeto 3A (entrevistado): Ajá, sí.

E. Magdiel: No vamos a hacer cálculos matemáticos ni fórmulas ni números. Es únicamente la idea que tú tienes.

Sujeto 3A: Sí, sí.

E. Magdiel: ¿Sí? Enfrente de ti hay dos soportes.

Sujeto 3A: Sí.

E. Magdiel: Estos soportes cargan esta barra. Y abajo de esta barra hay un mechero que no lo vamos a encender únicamente está ahí y vamos a responder qué crees que pasaría, ¿Sale? Este lado le vamos a llamar lado A. Ajá. Y este lado B o extremo A, extremo B, o lo que tú decidas llamarte, ¿Sale?

Sujeto 3A: Ajá.

E. Magdiel: Bien, empezamos. Antes de encender el mechero. Y calentar dicho extremo. ¿Cómo es la temperatura en el extremo B?

Sujeto 3A: Pues sería, pues el tipo de material que es esto es frío, así, frío. Así que estaría como frío, no tan ni caliente ni tan tibio, digamos frío, por así decirlo.

E. Magdiel: Ok. Entonces dices que la temperatura A con respecto a B dices que aquí B es frío.

E. Magdiel: Siguiente pregunta ¿Qué sucede en el extremo a de la barra? Cuando el mechero se enciende.

Sujeto 3A: Pues empieza a calentarse. Sí, empieza a calentarse. La parte de este metal se empieza a calentar debido a que aquí está llegando el fuego debido al fuego, está llegando acá y, pues, esta parte se calienta y también este.

E. Magdiel: ¿Qué sucede en el extremo a de la barra conforme pasa el tiempo?

Sujeto 3A: Pues, yo creo que el calor se empezaría a ir para el lado B. Se empezaría a ir porque ya cuando pasa de tiempo se va calentando todo, todo hasta acá. Sí.

E. Magdiel: Cuando se enciende el mechero ¿Qué crees que pasa en ese instante en el lado B?

Sujeto 3A: La B. Pues, se mantendría a su misma temperatura, porque como apenas está empezando a calentar el lado A, todavía no ha llegado hasta el extremo del lado B.

E. Magdiel: Conforme pasa el tiempo ya está encendido aquí el mechero en el extremo A. ¿Qué crees que pasa en el extremo B ya encendido el mechero y con relación al tiempo?

Sujeto 3A: Pues ya se calentaría, ya toda la parte ya se calentaría, digamos, completamente el esto, que se calentaría hasta llegar acá. Eso es lo que creo yo, que se calentaría todo.

E. Magdiel: Muy bien. ¿Qué sucede en el punto intermedio? Al instante de encender el mechero.

Sujeto 3A: Pues yo creo que seguiría en su temperatura normal, en su estado normal, pues el, como apenas se acaba de encender el mechero, este, apenas se está calentando esta parte, no ha llegado hasta acá.

E. Magdiel: ¿Qué sucede en el punto intermedio de la barra? En la medida que el tiempo transcurre. Ya una vez encendido el mechero.

Sujeto 3A: Pues ya se estuviera calentando ya tuviera una temperatura más alta.

E. Magdiel: Vamos a suponer que ya está encendida el mechero, en el punto A ya está calentándose. Y ya está pasando el tiempo. Para un determinado tiempo, ¿cómo son las

temperaturas respectivas de los puntos A y B y en el punto C. ¿Cómo crees tú que son las temperaturas?

Sujeto 3A: Ya con el mechero encendido. Bueno, aquí yo creo que en el punto A ya estuviera caliente, ya a una temperatura más alta. Aquí sería tibia, por así decirlo, intermedia. Aquí como que apenas está empezando a calentarse, todavía no ha llegado a una temperatura alta como el punto A.

E. Magdiel: Muy bien. Después de un tiempo de calentar con el mechero en el extremo A. ¿Puede ser la temperatura B mayor que en otro punto de la barra y explica por qué?

Sujeto 3A: Pues, yo creo que tal vez sí, porque al pasar el tiempo, este, el lado B se van a calentar mucho más, puedes estar transcurriendo el calor entre sí, y por eso creo que el punto B sí tiene una temperatura mayor al punto A.

E. Magdiel: ¿Pueden llegar a ser las temperaturas las mismas a lo largo de la barra?

Sujeto 3A: Tal vez sí, sí, por, sí, sí, sí se pueda, porque, digamos, en un tiempo determinado, tal vez ambos lados ya tendrán el punto de la misma temperatura. Aun así, también el punto intermedio el punto C. Así que creo que sí.

E. Magdiel: ¿Tú crees que sí podrían llegar a tener la misma temperatura? Al mismo tiempo. A lo largo de toda la barra, ¿Sí?

Sujeto 3A: Sí

E. Magdiel: Ok, muy bien. Continuamos con la siguiente. Hace rato mencionaste una palabra de que transcurre el calor, me dijiste, bueno, ¿qué es lo que se mueve en la barra? ¿Qué crees tú? Ya al encender el mechero, ¿Qué crees tú que transcurre en la barra?

Sujeto 3A: El calor que produce el fuego del mechero se va para el lado B.

E. Magdiel: ¿Se va para el lado B?

Sujeto 3A: Sí. Transcurre.

E. Magdiel: ¿Por qué crees tú que se calientan las cosas?

Sujeto 3A: Pues es depende del material porque digamos este tipo de material sí se llega a calentar, pero si fuera un papel o algo muy blando se quemaría y este es como algo más sólido, un fierro por así decirlo por eso se calienta más.

E. Magdiel: Ok. Vamos a la siguiente pregunta. ¿Para ti qué es el calor o qué crees que sea el calor?

Sujeto 3A: Bueno, el calor es lo que produce, se puede producir de muchas formas debido a el calor que produce el sol o el calor que produce un fuego, por ejemplo, el del mechero. Ese calor es, se caracteriza por arder demasiado, por una característica que tiene el fuego es que arde demasiado y quema, eso sería el calor.

Fin de la entrevista.

Sujeto de estudio identificado como 2D de 14 años de edad.

E. Magdiel: Y empezamos la grabación. Yo te voy a hacer preguntas, tú me respondes, trata de responder de manera fuerte, clara y si hay dudas me dices,

Sujeto 2D: Vale.

E. Magdiel: Bien. ¿De qué van a ser las preguntas? Van a ser acerca de lo que tenemos aquí enfrente. Quiero que veas que aquí hay un soporte, aquí hay otro. Este soporte carga esta barra metálica. De este lado tenemos un mechero, pero no la vamos a encender ¿Sale? De este lado le vamos a llamar lado A o extremo A, como tú como tú lo elijas. De este lado va a ser lado B o extremo B y de este lado intermedio o punto de enmedio.

Sujeto 2D: Sí, sí.

E. Magdiel: Ok. ¿Alguna duda hasta acá?

Sujeto 2D: No, no, todo claro.

E. Magdiel: Empezamos con las preguntas. Es importante que te mencione que no se trata de hacer fórmulas ni cálculos ni nada que ver con tus materias. ¿Sale? Únicamente vas a responder de acuerdo a la idea que tú tengas.

Sujeto 2D: Ok, muy bien.

E. Magdiel: Empezamos. Antes de encender el mechero antes de encenderlo y calentar dicho extremo cómo es la temperatura del extremo B y la mitad de la barra con respecto al extremo A. ¿Cómo crees es la temperatura?

Sujeto 2D: Por así decirlo si ya está caliente, ¿No?

E. Magdiel: No se calienta nada antes de encenderlo. ¿Cómo crees tú que es la temperatura?

Sujeto 2D: Pues las tres partes estarían en la misma temperatura, ya que no ha habido ningún cambio.

E. Magdiel: Ok. ¿Misma temperatura?

Sujeto 2D: Misma temperatura. Así es.

E. Magdiel: Siguiendo pregunta. Cuando el mechero se enciende, ¿qué sucede en el extremo A de la barra?

Sujeto 2D: Pues empieza a calentarse, empieza así, a calentarse, ya que está acá encendido el mechero.

E. Magdiel: Siguiendo pregunta, una vez que encendemos el mechero, se calienta el lado A y pasa el tiempo. ¿Qué sucede en este lado A?

Sujeto 2D: La temperatura subiría mucho. Estaría a tal grado que ya ni se podría tocar, necesitaríamos de algo para manipularlo.

E. Magdiel: Siguiendo pregunta. Vamos a suponer que encendemos el mechero ¿Qué sucede en este extremo B? ¿Qué crees tú que sucede?

Sujeto 2D: Pues por la longitud podría suponer que estaría frío, no le llegaría tanto. Aquí sí tal vez, pero al extremo B sí no muy le llegaría el calor.

E. Magdiel: Aquí en el intermedio, ¿quieres decir?

Sujeto 2D: Ahí en el intermedio podría estar caliente y fría a la vez, así como podría ser tibio, por así decirlo.

E. Magdiel: Ok, muy bien, siguiente. Cuando encendemos el mechero y se empieza a calentar la barra, pasa el tiempo, dejamos pasar un tiempo. ¿Qué crees tú que pasa en el punto B?

Sujeto 2D: Creo que, llegado a cierto punto, ya empezaría a calentarse, pero después de un largo tiempo.

E. Magdiel: Siguiendo pregunta. Cuando se enciende el mechero, ¿Qué sucede en el punto intermedio? ¿Qué crees tú?

Sujeto 2D: ¿Una vez entendido?

E. Magdiel: Sí

Sujeto 2D: Pues, yo pienso que, pues, si no ha pasado mucho tiempo, podría estar frío, pero ya una vez pasada el tiempito, ya empezaría a calentarse o ponerse tibio y así va ir avanzando al extremo B.

E. Magdiel: Ok. En este caso, no ha pasado mucho tiempo. Es en el momento de encender el mechero, ¿qué crees tú que pasa aquí en B?

Sujeto 2D: Pues, nada, estaría frío, porque no ha pasado mucho tiempo así en la fuente de calor.

E. Magdiel: Siguiente pregunta. Una vez que ya lo encendimos y pasa el tiempo ¿Qué sucede en este punto intermedio?

Sujeto 2D: Ya estaría mucho más caliente a la hace rato cuando recién se calentó el mechero.

E. Magdiel: Ok. Siguiente pregunta. Vamos a suponer que empezamos a calentar ¿Ok? Sí. ¿Cómo son las temperaturas del punto A, del punto B e intermedio cuando ha pasado tiempo? ¿Cómo crees tú que son las temperaturas del punto A, del punto B y del C cuando ha pasado el tiempo y ya encendido?

Sujeto 2D: Pues, en el punto A sería mayormente la temperatura, estaría más alta. En la B, pues, probablemente ya esté medio caliente, pero no del todo. Ya en el punto intermedio ya estaría más caliente y frío a la vez, o sea, tibio de, por así decirlo.

E. Magdiel: Después de un tiempo de calentar la barra, ¿puede ser la temperatura mayor aquí en B que otro punto de la barra?

Sujeto 2D: No, no, ya que como aquí es del lado A está el Mecheros prácticamente se va hacia el lado B, por lo tanto, el lado B sería el lado más frío de la barra.

E. Magdiel: Muy bien. Siguiente pregunta. ¿Pueden llegar las temperaturas a ser las mismas a lo largo de toda la barra?

Sujeto 2D: No, no.

E. Magdiel: ¿Cómo explicarías esto?

Sujeto 2D: No, del otro lado es lo que se le transfirió el punto A, o sea, el B es el calor que recibió del punto A, en cambio el punto A es donde tiene la fuente de calor, por lo tanto, está constantemente calentándose.

E. Magdiel: ¿Pueden llegar las temperaturas a ser las mismas?

Sujeto 2D: No, no.

E. Magdiel: Muy bien. Hace momento mencionaste la palabra este se transfiere o se mueve ¿No?

Sujeto 2D: Sí.

E. Magdiel: ¿Qué es lo que se mueve en la barra? ¿Qué crees tú que se mueve en la barra? ¿O se transfiere?

Sujeto 2D: Pues el calor, debido a que como es una barra de metal, el metal es un buen conductor de calor, por lo tanto, se va al punto B.

E. Magdiel: ¿Por qué crees tú que se calientan las cosas?

Sujeto 2D: Porque están expuestas a una fuente de calor.

E. Magdiel: ¿Por la fuente de calor?

Sujeto 2D: Por la fuente de calor. O ya si no es por fricción.

E. Magdiel: Si es fricción ¿Qué crees tú que fricciona acá? ¿O es por la fuente de calor?

Sujeto 2D: Pues viendo el modelo yo digo que es por la fuente de calor ya que no hay no hay algo más con la que se podría hacer fricción además de los soportes.

E. Magdiel: Muy bien. ¿Qué es el calor para ti?

Sujeto 2D: El calor para mí es el aumento de la temperatura en cualquier cosa, ya sea por fricción o por estar expuestos a lo mismo, a una fuente.

E. Magdiel: Muy bien.

Fin de la entrevista.

e) Análisis de la información

El siguiente análisis se organiza en cuatro categorías las cuales son: la variación, propagación del calor, naturaleza del calor e importancia del material con referencia a la información obtenida por parte de los entrevistados.

Sobre la variación

Los sujetos de estudio identificados como 2A y 3A reconocen el término de “calor” como una variación de temperatura de modo que utilizan las palabras como “frio”, “tibio” y “caliente” para referirse a la temperatura de la barra en los diferentes extremos A, B e intermedio, así pues, predicen el aumento de calor al transcurrir el tiempo y el estado de la temperatura inicial de la barra. Las características físicas de la barra tales como la longitud y el diámetro fueron despreciadas en el aumento o disminución de la temperatura.

Sobre la propagación de calor

En lo relativo a la evolución de la temperatura de la barra, los sujetos mencionan que el calor se distribuye a lo largo de la barra, es decir, como un fluido que recorre una dirección del extremo A al extremo B asimismo utilizan frases como “se expande” o “se distribuye” refiriéndose a la propagación del calor sobre la barra metálica

incluso los sujetos predicen la temperatura al paso del tiempo utilizando frases como “ se va calentando todo hasta acá” señalando un incremento de calor del extremo A hacia el extremo B.

Sobre la naturaleza del calor

Los sujetos estudiados presentaron dificultades para explicar el concepto de calor de tal forma que lo definen como un efecto del fuego, es decir, el mechero representa la fuente de energía y el calor es el efecto provocado por la fuente de tal modo que se centran en señalar el origen del calor por el contrario no respondieron de manera explícita.

Sobre el material de propagación de calor

El sujeto identificado como 3A menciona que el material de la barra determina la rapidez de aumento de temperatura, es decir, un material blando como el papel arden en menor tiempo que la barra metálica en consecuencia, el metal conduce rápidamente el calor en comparación con otros materiales.

Discusión

Por lo que refiere el trabajo de Solís (1993) menciona que el calor es considerado como un fluido como fenómeno de propagación de calor, asimismo los sujetos estudiados en el presente trabajo de investigación se refieren al calor como un flujo que va inicialmente desde la fuente de calor hacia el extremo opuesto de la barra de esta manera se distribuye como en partes iguales. Continuando con la noción de calor, señalan que las temperaturas varían a lo largo de la barra, logrando así, predecir qué tan caliente, frío o tibio se encuentra la barra.

En cuanto a la dimensión socioepistemológica sobre las prácticas sociales propuesta por Cantoral (2013) en el sentido de que el individuo hace lo que hace por la práctica ejecutada de igual modo, los sujetos entrevistados argumentan en base al escenario sociocultural donde se desarrollan, por ejemplo, los sujetos 2A y 3A se encuentran ubicados en un lugar donde la temperatura promedio es de 19 grados de temperatura ambiente en ese sentido, al ser cuestionados sobre cuál es la temperatura inicial del extremo B de la barra inicialmente, respondieron con la frase “está frío”.

Conclusiones

Como se puede destacar en el presente trabajo de investigación, se estudia al fenómeno calorífico desde las dimensiones cognitiva y epistemológica de la Teoría de la Socioepistemología, además se realiza un breve acercamiento a la dimensión didáctica desde el abordaje del Plan y programa de estudio de la Nueva Escuela Mexicana, en ese sentido se reflexiona sobre la idea de que el pensamiento variacional se construye desde el contexto en donde el sujeto se desarrolla. Continuando, la nueva propuesta educativa integra en los contenidos de estudio la noción de cambio y variación promoviendo así el pensamiento matemático y de interpretación sobre fenómenos o situaciones problematizadoras. Es importante destacar que las nociones de cambio y variación mostrados por los sujetos de estudio frente al montaje experimental demuestran que la interpretación matemática tiene una raíz social y cultural, por mencionar que el desarrollo de escalas de mediciones de temperatura que fueron propuestas por científicos matemáticos de diferentes contextos culturales lograron desarrollar escalas desde la noción propia variacional a partir de quién la tuvo en ese momento, logrando la utilización de una escala que era socialmente aceptada, estandarizada y práctica a su vez, como lo que conocemos como la escala Celsius o Fahrenheit. Finalmente, los estudiantes participantes explicaron el cambio de la temperatura a lo largo del tiempo de manera intuitiva y natural, sin involucrar el uso de contenidos matemáticos como funciones lineales o proporcional, por igual, en el caso de la Física, al estudio de los materiales como medio de propagación de calor, así como la aplicación de modelos matemáticos, dicho lo anterior, las nociones que mostraron los alumnos pueden dar pauta a estudios posteriores, como el Cálculo infinitesimal. A partir de la información analizada del estudio de las nociones de cambio y variaciones que tiene los alumnos del tercer grado de secundaria, se amplía la visión de qué enseñar y cómo enseñar desde el papel de docente investigador que permita la elección de nuevas y mejores estrategias de enseñanza con el propósito de mejorar los niveles de desempeño académico y no sólo eso, que también sea un aprendizaje significativo para el sujeto en el sentido de que contribuya a la resolución de situaciones problematizadoras mediante la aplicación de un pensamiento matemático funcional.

Referencias

- Aguilar M. S. y Castañeda, A. (2011). *¿Qué es teoría en matemática educativa y para qué sirve?* Memoria de la XIV Escuela de invierno en matemática educativa.
- Aragón Gonzalez, G., Canales Palma, A., & León Galicia, A. (2004). *Termodinámica básica para ingenieros*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Camacho Ríos, A. (2006). Socioepistemología y prácticas sociales. *Educación Matemática*, 18(1), 133-160. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40518106>
- Camarena, G. P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el contexto de las Ciencias". *Innovación Educativa*, 13(62), 17-48.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Gedisa.
- Cantoral, R., & Farfán, R. M. (2003). Matemática educativa: una visión de su evolución. *Revista Educación y Pedagogía*, XV(35), 203-214.
- Cantoral, R., Farfán, R. M., Alanís, J. A., Rodríguez, R. A., & Garza, A. (2005). *Desarrollo del pensamiento matemático*. Trillas.
- Castillo Edelmira, V. M. (2033). El rigor metodológico en la investigación cualitativa. *Colombia Médica*, 164-167.
- Cordero, F., & Silva-Crocci, H. (2012). Matemática educativa, identidad y latinoamérica: El quehacer y la usanza del conocimiento disciplinar. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 15(3), 295-318.
- DOF. (2023). Acuerdo por el que se modifica el diverso número 14/08/22 por el que se establece el PPlan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5698663&fecha=15/08/2023#gs.c.tab=0
- Elorza, P.-T. H. (2008). *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud*. México, D.F.: Cengage Learning.
- Eugenia, S. G. (2001). Una construcción metodológica desde la investigación cualitativa. *Educación*, 67-85.
- Filloy Yagüe, E., & Meléndez Juárez, E. (2017). *Significado de las nociones de variación, variable y función mediante el uso de fenómenos físicos y la resolución de problemas*. Coloquio de Doctorado.
- García Rodríguez, M., & Ruiz Ledezma, F. (2009). *El estudio de la variación, primeras aproximaciones en la educación básica y su efecto en estudiantes de educación superior*. X Congreso Nacional de Investigación Educativa.
- Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(52), 7-33.

- Gómez Vargas, M., Galeano Higueta, C., & Jaramillo Muñoz, D. A. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497856275012>
- Gomez, E. J., Dolores, C., & Martínez, G. (2002). La Construcción Social de la Noción de Variable. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 18, 517-522.
- Hernández Rojas, G. (2011). *Paradigmas en psicología de la educación*. Paidós Ubérica.
- MEJOREDU. (2020). *Repensar la evaluación para la mejora educativa. Resultados de México en Pisa 2018*. México.
- MEJOREDU. (2023). *Evaluación diagnóstica del aprendizaje de las y los alumnos de educación básica 2022-2023*. Secretaria de Educación Pública. Obtenido de <https://entredocentes.mejoredu.gob.mx//publicaciones/informe-de-resultados/evaluacion-diagnostica-de-las-y-los-alumnos-de-educacion-basica-2022-2023>
- Moreno Armella, L. E., & Waldegg, G. (1998). La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿Coincidencia o complementariedad? *Educación Matemática*, 16(3), 421-429.
- Norwegian educational research towards. (2020). *The role of theory in educational research*. UTDANNING2020.
- Ordóñez Rodríguez, F. J. (1987). *Introducción, traducción y notas a Sadi Carnot. Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*. Alianza Editorial.
- Pueblos mágicos*. (18 de diciembre de 2003). Obtenido de <https://www.chiapas.gob.mx/pueblos-magicos/san-cristobal/>
- Reséndiz Balderas, E. (2010). El discurso en la clase de matemáticas y los acuerdos sociales. La noción de variación. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4-1), 99-112. doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33529137007>
- Rius de Riepen, M., & Castro-Acuña, C. M. (1995). *Calor y movimiento* (2.^a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Sautu, R. (2005). *Todo es teoría. Objetivos y métodos de investigación*. Lumiere.
- Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P., & Elbert, R. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. CLACSO.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio para la educación básica*. Secretaria de Educación Pública. Obtenido de https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2022). *Plan de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria*. SEP. Obtenido de <https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp->

content/uploads/2023/07/Plan_de_Estudios_para_la_Educacion_Preescolar_Primary_y_Secundaria.pdf

Silva Filho, W. (2021). Racionalidad para los humanos. *Análisis Filosófico*, 41(1), 67-89. doi:<https://doi.org/10.36446/af.2021.345>

Solis, M. (1993). *Estudio de la noción de variación en contextos físicos: El fenómeno de la propagación del calor*. CINVESTAV.

Tippens, P. E. (2011). *Física. Conceptos y aplicaciones*. McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

UNESCO. (2021). *What's next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic*. UNESCO. Obtenido de <https://www.oecd.org/education/what-s-next-lessons-on-education-recovery-697bc36e-en.htm>

Universidad Autónoma Metropolitana. (2004). *Termodinámica básica para ingenieros*. D.F., México: UAM.

World Bank Group. (2020). *The COVID-19 pandemic: Shocks to education and policy responses*. World Bank Group Education.