

**REPRESENTACIÓN SÍMBOLICA Y SU USO POR PARTE DE LAS
ESTUDIANTES DE QUINTO GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
“LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN, PARA
TRATAR CUESTIONES TEÓRICAS SOBRE EL CONCEPTO DE CALOR.**

**ALEX ROMERO MONTOYA
70 729 953**

**ASESORAS: LUZ ESTELLA MEJÍA A
LUCILA MEDINA DE RIVAS**

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

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. ¿Por qué hacer esta investigación?.....	4
1.1 el calor un concepto problemático.....	4
1.2 investigaciones sobre las representaciones mentales del concepto calor.....	4
1.3 las representaciones son vehículos en los que la mente hecha a rodar el pensamiento.....	5
1.4 lineamientos curriculares.....	5
2. eje problemático.....	7
2.1 pregunta central.....	8
2.2 preguntas de apoyo.....	8
3. marco referencial.....	9
3.1 representaciones mentales.....	11
3.2 representaciones y ciencia.....	16
3.3 interaccionismo simbólico.....	18
3.4 miradas desde la educación al calor como concepto.....	20
3.5 el calor como energía.....	23
3.6 teoría del calórico.....	26
4. objetivos.....	29
4.1 objetivo general.....	29
4.2 objetivos específicos.....	29
5. marco metodológico.....	30
5.1 criterios de selección.....	30
5.2 primer instrumento de medida: la charada.....	31
5.3 segundo instrumento de medida: carrusel simbólico.....	34
5.4 tercer instrumentote medida: preguntas.....	37
<i>Tabla 1</i>	39
5.5 relaciones Inter instrumentales.....	41
5.5.1 símbolos e ideas previas sobre el calor.....	42
6. implicaciones.....	49
6.1 limitantes del estudio.....	51
6.2 asuntos pendientes.....	51
Conclusiones.....	53
Bibliografía.....	55
Anexos.....	56

INTRODUCCIÓN

Dice el chiste que En una escuela la profesora se dirige a un alumno: A ver Juanito, la frase "yo busco novio", ¿qué tiempo es? Tiempo perdido, señorita¹, pues bien lo ultimo que un investigador espera es perder tiempo en una investigación que no tenga mayor trascendencia que la de cumplir con un requisito para optar el titulo de licenciado, si usted en este momento se encuentra leyendo este trabajo, motivado así fuese por la simple curiosidad, esto se sumaria al aprendizaje que obtuve y a los cuestionamientos hechos por las participantes con respecto al concepto del calor, como pequeños logros obtenidos por este trabajo.

Mi intención al abordar esta investigación aparte de los objetivos descriptos más adelante, era demostrar que todo conocimiento se inicia a partir de una imagen a la cual se le asigna un significado mediante la interacción social, esta imagen se constituye en un modelo representacional externo al que se llama símbolo; otro propósito de este trabajo era dejar como un asunto pendiente la transformación que tiene un símbolo en modelos proposicionales o de naturaleza abstracta.

En la evolución de las ciencias naturales se ha dado la construcción de conceptos cuya naturaleza es cada vez más abstracta (como es el caso del concepto calor), pero en el conocimiento cotidiano y en el conocimiento que tiende a presentar los estudiantes de educación básica primaria, secundaria incluso de educación media y superior, estos conceptos se presentan como ideas previas o concepciones alternativas originadas por la asignación de símbolos.

Ahondar en la relación entre símbolos y modelos proposicionales puede ofrecer herramientas útiles para comprender las reglas que los estudiantes siguen para dominar un modelo, es decir para adquirir conocimiento además puede dar luces de formas que puede adquirir las unidades didácticas tendientes a facilitar la adquisición de dicho conocimiento.

¹ Querido lector este va hacer el único chiste que va a encontrar en este trabajo porque este es un trabajo muy serio que no admite chistes, gracias.

1. ¿POR QUE HACER ESTA INVESTIGACIÓN?

La respuesta a esta pregunta se planteo desde la naturaleza del concepto, las implicaciones dentro de los lineamientos curriculares y la importancia desde la cognición de las representaciones simbólicas.

1.1 El calor, un concepto problemático: la palabra calor es de los vocablos de amplio uso en la sociedad para manifestar un fenómeno físico, sin embargo es de esos conceptos que muchas personas creen tener claro hasta que deben tratar asuntos teóricos que impliquen asumir el significado de la palabra o una connotación diferente a la que se tenía; prueba de esto son los resultados de las investigaciones de: Cárdenas, 1997; Carlton, 2000; Clough, 1985; Flores, 1996; García, 1985; Linn, 1999; Macedo, 1985; Nachimias, 1990; Odetti, 2001; Taber, 2000 y Thomaz, 1995² que concuerdan con el hecho de que el estudio del significado científico del concepto calor en los niveles medio superior y superior presenta dificultades en el estudiante promedio, pues se le exige al estudiante cambiar o reformar algunas ideas que le explicaban el mundo de una manera lógica. Las investigaciones sobre ideas previas y concepciones alternas del concepto calor se están registrando desde la década de los 70 su finalidad es apoyar el diseño de currículos y unidades didácticas que favorezcan la inducción del estudiante a la concepción científica del concepto: calor.

1.2 Investigaciones sobre las representaciones mentales del concepto calor: las fuentes bibliográficas arrojan varios resultados de investigaciones sobre ideas previas, concepciones alternas y enseñanza del concepto calor, pero no hay trabajos que traten las representaciones mentales simbólicas, utilizadas para proceder en cuestiones teóricas del concepto calor³. Esta investigación a tomado las ideas previas y las representaciones mentales como dos cosas diferentes pero donde la una involucra a la otra, Las ideas previas hacen referencia a las concepciones personales sobre la naturaleza de las cosas y los fenómenos basadas en la intuición, la experiencia y lo recibido en el

² Citados por Q. Leticia Cervantes, M. en C. Natalia de la Torre, M. en C. Adriana Verdejo, Dr. Luis Miguel Trejo, Dr. José Luis Córdova y Dr. Fernando Flores. En Memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica. México D.F. del 3 al 5 de septiembre de 2001

³ Conclusión arrojada por el estado del arte hecho para esta investigación.

ambiente de desarrollo, se caracterizan por ser adaptables al contexto en que se utilizan y por constituirse en las creencias⁴, en tanto que las representaciones mentales son manifestaciones que hace un individuo para colocar en escena un objeto, un concepto o una persona habitualmente en su ausencia.

1.3 Las representaciones son vehículos en los que la mente hecha a rodar al pensamiento: descifrar la mente, conocer sus laberintos ha sido el propósito de diferentes estudios en distintas áreas del conocimiento, algunas corrientes filosóficas proponen la mente como el potencial intelectual del alma, pero el interés no es hablar de alma, sino desde el contexto psicológico se propone hablar de la mente como el conjunto de actividades y procesos psíquicos conscientes e inconscientes, especialmente de carácter cognitivo⁵ y que se expresa a través de representaciones, no se puede conocer la mente de una persona pero si se puede examinar las representaciones que dan cuenta de ella.

1.4 Lineamientos curriculares: En el cuarto, quinto y sexto grado los lineamientos sugieren que los Procesos de pensamiento y acción deben llegar mínimo hasta lo que ellos llaman dentro de los lineamientos: el sexto sub. nivel de complejidad en los "Procesos de pensamiento y acción". En otras palabras, los estudiantes deben ser capaces de construir teorías. A cerca de los procesos físicos, químicos y biológicos. Las leyes que hacen parte de estas teorías deben ser expresadas cualitativamente. Las predicciones y el control que gracias a las teorías se puede ejercer sobre los procesos serán, en consecuencia, también cualitativos. Debe hacerse especial énfasis en la crítica de las teorías en función de la predicción y el control que permiten, dentro de las ciencias naturales nos referimos a las teorías construidas por la biología, la física y la química, sería en esta última donde se ubicaría la conceptualización del calor.

⁴ Firma asentimiento y conformidad con algo.

⁵ El aparato cognitivo es donde se dan los procesos de aprendizaje y conocimiento.

Los conocimientos de procesos químicos que se trabajarían en estos grados son: Cambios químicos: Combustión de sólidos y de gases. Calor, temperatura y cambios de estado de la materia. Aprovechando este momento curricular donde los estudiantes tienen su primer encuentro con la conceptualización científica del calor, se decidió que esta investigación estará dirigida al quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN ya que es el colegio donde el investigador realiza sus prácticas profesionales y esta condición favorece el acercamiento a los participantes y demás fuentes informativas⁶.

⁶ La institución educativa “Lorenza Villegas de Santos”, es una entidad perteneciente al sistema educativo de estado Colombiano, por ende es de carácter oficial, y su ejercicio pedagógico está dirigido a la población femenina del barrio Aranjuez y de la comuna nor. Oriental de la ciudad de Medellín, las estudiantes provienen de familias de estratos socio económicos 2 y 3, la conformación de las familias varían notablemente ya que se encuentran hogares tradicionales (padre, madre e hijos), como hogares donde falta uno de los progenitores (padre y madre) y sus funciones son asumidas por otra persona o no es claro quien asume esas funciones.

Las estudiantes tienden a ser cariñosas con las personas que han percibido un buen trato para con ellas, son amables y procuran respetar las normas esto son condiciones para que favorecen el ambiente para la enseñanza de las ciencias naturales, además el estudio de fenómenos o problemas propios de la ciencia son llamativos para la población lo que permite captar su atención y deseos por el aprendizaje de las ciencias.

La sede “Simona Duque” no cuenta con laboratorios de ciencia, la zona vegetal se reduce a unas cuantas matas sembradas en la institución y aun pequeño gramínea ubicada en el costado sur lo que dificulta las experiencias prácticas que son utilizadas para la enseñanza de las ciencias. Las salidas con fines de aprendizaje también son difíciles por que los factores económicos y la disposición de los directivos y de los padres de familia no están orientados para que estas se puedan dar.

2. EJE PROBLEMÁTICO

Las nuevas visiones en educación con respecto a los estudiantes, sugiere que estos antes de abordar un tema académico ya han elaborado un sistema de ideas o creencias que están representadas por cadenas de símbolos o señales, y que según el trabajo de Moreira y greca (1997) pueden convertirse en obstáculos representacionales⁷, es decir en representaciones (internas o externas) que obstaculizan la construcción las nuevas representaciones (principalmente externas). La indagación y comprensión de estos debe formar parte de toda unidad didáctica que desea facilitar la asimilación de los nuevos conceptos.

Cuando los docentes solo utilizan formas de educar y evaluar tradicionales y no consideran los modelos representacionales de los estudiantes, pasara que estos nunca entenderán correctamente los conceptos científicos básico como son: energía, temperatura, etc. Y para este caso el concepto calor, ni los más avanzados (capacidad térmica, calor latente, conductividad térmica, etc.) que se basan en los primeros. El conocimiento que se transmite no permite que se hagan conscientes de sus propias ideas, que adquieran significados nuevos, ni una relación significativa con lo que tienen e inicien la construcción de un modelo más amplio y próximo al aceptado científicamente. (Teresa Delgado, Susana Flores & Luis Miguel Trejo, 2002)

El gran problema es que la concepción personal es difícil de modificar si no se utilizan estrategias de enseñanza adecuadas (Flores, 1996) y diferentes de la clásica transmisión de conceptos, incluso en el nivel universitario (Odetti, 2001). Esta familiaridad particular con los fenómenos térmicos es una desventaja para alcanzar una comprensión científica pero al mismo tiempo es, paradójicamente, una ventaja para el profesor, ya que el educando tiene experiencias previas que pueden potenciar su aprendizaje (Carlton, 2000). Ambos aspectos son importantes desde una perspectiva constructivista en la educación (Arons, 1996; McDermott, 1996; Pozo, 1998) ya que se necesita

⁷ Tomaron como referente la idea de obstáculo epistemológico de Bachelard, (1971).

incidir en el conocimiento que los estudiantes poseen al llegar a la clase y construir sobre él para desarrollar un entendimiento científico del concepto.

2.1 Pregunta central: ¿cuales son las representaciones mentales simbólicas que utilizan las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN para tratar cuestiones teóricas sobre el concepto calor?

2.2 Preguntas de apoyo:

1. al escuchar la palabra calor las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN ¿Qué les invoca o con que la asociación: experiencias vividas, otros conceptos, observaciones, sentimientos, proposiciones o imágenes?

2. las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN ¿hacen alguna diferenciación entre el concepto calor empleado en la cotidianidad y la conceptualización científica de este?

3. ¿se puede establecer algún vinculo de causalidad entre las ideas previas y las representaciones mentales que poseen las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN sobre el concepto calor?

3. MARCO REFERENCIAL

“El cerebro no es un vaso por llenar, sino una lámpara por encender”. (Plutarco)⁸ , el cerebro es un centro nervioso constitutivo del encéfalo, existente en todos los vertebrados y esta situado en la parte anterior y superior de la cavidad craneal, esta parte del sistema nervioso ha sido ampliamente estudiado, una de las razones para este interés, es que en él se ubica algo que no siendo observable, pertenece a los aspectos edificadores de un ser humano: la mente y sus formas; diversas corrientes como son la filosofía, la medicina, la psicología, han tenido como tema de estudio la mente. Esta investigación tomo como punto de partida los estudios hechos desde las ciencias cognitivas a la mente pero de forma más concreta a las actividades que en ella se dan.

La denominación de ciencias cognitivas provienen de la psicología cognitiva, utilizado por primera vez por Ulric Neisse para sus investigaciones recogidas en su libro Psicología cognitiva⁹ (1967). Más tarde, en 1976, se publicó Ciencia cognitiva, primera revista científica que se convirtió en portavoz de esta corriente de investigación.

A lo largo de la evolución de la psicología cognitiva, la investigación científica de los procesos cognitivos superiores fue cada vez más importante, de forma que actualmente la psicología de la memoria, del lenguaje y del pensamiento forman la base de la psicología cognitiva. Otras áreas fundamentales de investigación son la simulación con programas informáticos de los procesos cognitivos, la neuropsicología y la adquisición de conocimientos expertos y de resolución de problemas. La psicología cognitiva, la lingüística (informática), la investigación de la inteligencia artificial, la neuropsicología y la filosofía forman hoy el conjunto ínter disciplinar de las ciencias cognitivas¹⁰.

⁸ 50-125. Escritor griego

⁹ Perteneiente o relativo al conocimiento.

¹⁰ "Psicología cognitiva." Microsoft® Encarta® 2006 [CD]. Microsoft Corporation, 2005.

Dentro de los parámetros de investigación en ciencias cognitivas, en 1983 fueron publicados dos libros sobre modelos mentales, uno escrito por Philip Johnson-Laird, que propone una teoría de modelos mentales y otro editado por D. Gentner y A.L. Stevens, que se centra en el conocimiento que las personas desarrollan sobre fenómenos físicos y especialmente sobre dispositivos mecánicos y tecnológicos, sin presentar ninguna teoría unificada al respecto.

Hoy el término modelo mental aparece cada vez más en los artículos de investigación en enseñanza de las Ciencias y de la Física en particular, sin embargo, aparecen también distintas interpretaciones de lo que es un modelo mental, incluyendo las conocidas preconcepciones y teorías “ingenuas” de los estudiantes; Autores como Gustavo Pérez (2000) definen los modelos mentales como los conceptos o cadena de conceptos que determinan de manera automática nuestra interpretación de la realidad y nos encauzan a tomar decisiones para actuar convenientemente. La automaticidad es una característica enfatizada por el autor como las acciones prefabricadas, que utilizamos para realizar (operar) la mayor parte de las actividades cotidianas como son escribir, caminar, manejar, en este sentido el concepto modelo mental hace referencia a esquemas de la mente. El autor Edgard de Bono¹¹ señala que la importancia de estos radica en que influyen en la vida diaria y en la solución de problemas, es así que sin un modelo mental adecuado quedaríamos paralizados ante los desafíos de la vida.

Teniendo en cuenta la diferencia entre ejercicio y problema el primero involucra una operación automática y el segundo exige un esfuerzo de la capacidad de raciocinio, se puede afirmar que ambos estarán sujetos a esquemas mentales ya que los dos están condicionados por los límites impuestos por la mente.

Otra definición de modelos mentales trabajada en la actualidad es la de Peter Senge¹² quien los ve como imágenes internas profundamente arraigadas de

¹¹ Autor de: “el mecanismo de la mente”, mostró que la creatividad es un comportamiento necesario en un sistema de información organizado. Citado por Pérez Gustavo.

¹² Autor de “la quinta disciplina” revoluciono las teorías de la dirección administrativa, introduciendo el concepto: “organizaciones que aprenden”, cuestiono los paradigmas más aceptados de aprendizaje y

cómo funciona el mundo, que nos limita a pensar y actuar solo dentro de lo que se considera acertado.

Thomas S Kuhn¹³ afirmó que los paradigmas determinan cuales problemas y métodos serán aceptados: *“lo que un hombre ve, depende de lo que mira y de lo que su experiencia visual y conceptual, le haya enseñado a observar”* o como diría Einstein¹⁴: *“nuestras teorías determinan lo que vemos”* es así como el ser humano no es lo que come ni lo que viste sino lo que piensa.

Interactuando con el sistema, la persona continuamente modifica su modelo mental, revisando de forma recursiva esa construcción hasta alcanzar una funcionalidad que la satisfaga. Obviamente, los modelos mentales de un individuo son limitados por factores tales como su conocimiento y su experiencia previa con sistemas semejantes, así como por la propia estructura del sistema de procesamiento de información del ser humano.

Esta investigación asume la propuesta en la que han convergido Marco Antonio Moreira, Ileana María Greca (1996) y Johnson-Laird (1983), el cual se basa en la conceptualización de las representaciones, donde los modelos mentales son considerados como representaciones que las personas construyen, idiosincrásicamente, para representar sistemas físicos (o estados de cosas más abstractos). Éstos no necesitan ser técnicos o precisos (y en general no lo son), pero deben ser funcionales. Ellos evolucionan naturalmente ya que pueden ser construidos como resultado de la percepción, interacción social o experiencia interna, permiten a los individuos hacer inferencias y predicciones, entender los fenómenos, decidir las acciones a tomar y controlar su ejecución.

3.1 Representaciones mentales: Desde antes de la década de los 70 los investigadores cognoscitivos definieron la representación como cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que manifiestan alguna cosa o aspecto

liderazgo, es director del centro de aprendizaje organizacional de la ciudad de Massachussets. Citado por Pérez Gustavo

¹³ (Cincinnati, EE UU, 1922-Cambridge, id., 1997) Filósofo de la ciencia estadounidense. Fue profesor en la Universidad de Princeton y desde 1979 en Massachussets

¹⁴ Nacido el 14 de marzo de 1879, enUlm, Alemania, Fallecido el 18 de abril de1955, en Princenton ,Estados Unidos.

del mundo exterior o del mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) (Eisenck y Keane, 1991)¹⁵ que por lo general no se encuentra presente o no son la cosa como tal. Por ejemplo la palabra amor es una representación de un sentimiento pero en si misma la palabra no es el sentimiento. Las representaciones mentales¹⁶son internas, es decir que tienen lugar en la mente donde se coloca los equivalentes del mundo externo.

Se puede distinguir dos tipos de representación mental: analógicas y proposicionales. La representación mental analógica, donde la manifestación esta guiada por una relación de semejanzas, más empleada es la imagen visual ya que su estructura permite una asimilación del significado rápida y fácil “una imagen vale más que mil palabras” (proverbio popular), pero hay otras como las auditivas, olfativas o táctiles (greca y Moreira 1997). El perfume de una rosa puede ser evocado a través de una imagen olfativa, lo que significaría que estaría internamente representado por una imagen olfativa en la mente.

Las imágenes son representaciones mentales concretas, formas de “ver” las cosas, los fenómenos, se les utiliza para recuperar y captar la esencia de las mismas o los detalles que han resultado relevantes al individuo que las construye.

Las representaciones proposicionales son unidades lingüísticas de estructura oracional, que están constituidas por sujeto y predicado, que se une mediante coordinación o subordinación a otra u otras proposiciones para formar una oración compuesta y con las cuales se propone algo. para Johnson son un tipo de lenguaje de la mente, no conciente, no son frases en un cierto idioma, sino que estarían expresadas en un “código de máquina” propio de la mente; Un equivalente de este código sería las cadenas de unos y ceros, relacionados por las reglas del álgebra booleana que constituyen el código de máquina de nuestros ordenadores, las representaciones proposicionales captan el contenido abstracto, ideativo de la mente que estaría expresado en esa

¹⁵ Citados por moreira y greca 1997

¹⁶ Desde el 2000 la mayoría de investigadores prefieren hablar de de representaciones internas o mentales que de modelos mentales.

especie de lenguaje universal de la mente, cuyos códigos han sido llamado desde la cognición como “los mentalés”; para explicar esta forma Jonson y Laird expone este ejemplo: las frases “el libro está sobre la mesa”, “the book is on the table” y “le livre est sùr la table” no estarían expresadas así mentalmente, no obstante, dichas representaciones son susceptibles de ser expresadas de forma verbal.

Las representaciones mentales proposicionales, son discretas (individuales), organizadas por reglas de combinación (las reglas del mentalés) y abstractas; una proposición admite más de una representación posible (una frase, un principio, un discurso se representa de diferentes maneras en distintas personas).

Antes de los trabajos de Johnson se hacia esta distinción (imagen y proposición), pero había una polémica en la literatura, para algunos autores como Pylyshyn¹⁷(1973), la cognición debe ser analizada exclusivamente en términos de proposiciones y no hay necesidad de considerar las imágenes como un tipo especial de representación mental: “*todo aquello con lo cual nuestra mente se maneja para pensar, comprender, explicar, recordar, puede ser traducido en el código del lenguaje de la mente*”. Es decir, las imágenes también serían procesadas por los “mentalés”, mientras que para otros autores como Paivio¹⁵ (1971), las imágenes tienen identidad y por lo tanto son un tipo separado de representación interna, “*tanto es así que se pueden trasladar y rotar mentalmente*”, la cognición no puede ser reducida a los “mentalés”, sino que postulan que existen otras clases de informaciones, como las relacionadas con cuestiones geométricas, que necesariamente deberían ser procesadas en otro formato (greca y Moreira, 2002).

Intentando dar respuesta a la discusión de considerar o no la imagen como forma de representación aparece en 1983 el trabajo de Jonson y Laird quienes

¹⁷Citado por Marco Antonio Moreira, Ileana María Greca, M^a Luz Rodríguez Palmero I.B. Dr. Antonio González y González en modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias^{1,2}

proponen una tercera alternativa el modelo mental, donde se habla de por lo menos tres formas de representación, siendo estas:

Representaciones proposicionales: Laird y Johnson se unió a la referencia que desde la cognición se hacia de ellas (expuestas anteriormente) y de forma resumida las definió como cadenas de símbolos que corresponde al lenguaje natural.

Modelos mentales: para Johnson y Laird son los análogos estructurales directos del mundo; la semejanza de esta representación con el mundo radica en que el orden y la distribución de sus partes era la misma a las presentadas por el externo siendo iguales sus estructuras, ella refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondiente en el mundo real o imaginario. Pero difieren en su apariencia verdadera o aspecto. “*Un modelo mental representa un estado de cosas, y consecuentemente su estructura no es arbitraria*”, por ejemplo si se lanza la afirmación: “los niños corren”, se podría encontrar múltiples representaciones: niños y niñas corriendo, solo niños que corren, niños corriendo en una cancha, niños corriendo en el campo, pero ante diversa formas de representarlo la idea de niños corriendo es la misma su estructura no cambia.

Para la teoría de modelos mentales una representación proposicional es una descripción que en último término, respecto al mundo es verdadera o falsa, pero los seres humanos no aprenden directamente del mundo sino que poseen una representación interiorizada de él, la representación proposicional será verdadera o falsa según un modelo mental del mundo. Sin embargo ambas formas de representación son diferentes.

Una clara diferencia entre modelos mentales y representaciones proposicionales es que estas últimas poseen una estructura sintáctica¹⁸, mientras que los modelos mentales poseen una estructura analógica y dimensional que permite que sean manipulados según la dimensión.

¹⁸ Las señales son coordinadas para expresar un sentido.

Las imágenes: para Johnson-Laird son producto tanto de la percepción como de la imaginación. Representan aspectos perceptibles de los objetos correspondientes en el mundo real siendo perspectivas particulares de un modelo en particular. En un primer momento corresponden para el autor a vistas concretas de un modelo mental subyacente, a visiones relevantes o “visuales” del mismo; pero en un trabajo más reciente el propio Johnson-Laird (1996) revisa esta idea diferenciando las imágenes de los modelos mentales y no considerándolas solo como vistas de un modelo mental que actúe como sustrato. *“Las imágenes representan cómo algunas cosas son vistas desde un punto de vista particular”* (Johnson-Laird, 1996, p 124) y no suponen necesariamente la construcción o la posesión de un modelo mental explicativo y predictivo del que deriven, una imagen puede operar de forma aislada sin que se le atribuya ningún significado. *“Esta revisión parece pertinente y quizás un ejemplo claro pueda ser el concepto “célula” para el que muchos estudiantes generan una imagen simple, estática: huevo frito”* (Greca y Moreira, 2002).

Ya establecida la diferencia entre imágenes y modelos mentales también es conveniente mencionar su similitud dada en que ambos son formas de representación altamente específicas. Por ejemplo, no se puede formar una imagen de un automóvil en general, sólo de automóviles específicos. Sin embargo, si existiera un modelo, éste tendría todas las relaciones necesarias para definir automóvil y decidir si alguna figura o alguna afirmación respecto a este es verdadera o falsa, otra semejanza es que las imágenes también son susceptibles de ser transformadas de forma continua¹⁹.

Un último para señalar de la teoría de modelos mentales es que esta no considera que las imágenes garanticen una mayor eficacia en los razonamientos, como tampoco se habla de una lógica interna para inferir sino que es necesario representar internamente situaciones concretas (del mundo real o imaginario) para evaluar en función de ellos la validez del razonamiento, además las últimas investigaciones han establecido que las representaciones

¹⁹ tales como la rotaciones, traslaciones o expansiones

internas no pueden ser estudiadas sino que la información que obtenemos es de las representaciones externas. (Greca y Moreira, 1998)

3.2 Representaciones y ciencia: Marco Antonio Moreira y Ileana María Greca definen una teoría científica como un sistema «representacional», externamente representado por su formulación matemática e internamente, “de alguna a manera en la cabeza” de quien la comprende. En este sentido estos autores, hablando desde la enseñanza de la física, afirman: *“resulta interesante preguntarse cuáles son las representaciones internas que los alumnos tienen –tanto las que corresponden a los conceptos «intuitivos» como las que construyen a partir de los conceptos enseñados en el aula, para poder entender cuál es el proceso de construcción y el cambio de esas representaciones”*. (1997)

Pensar, entonces, en términos de una teoría científica implica hacer la construcción de un modelo mental. En cuanto a los conceptos científicos, pueden ser, y de hecho la mayoría de las veces son codificadas proposicionalmente, y al comprenderlos se forman modelos mentales de los procesos que representan.

Galagovsky y Adúris-Bravo (2001) diferencian dos modelos según los procesos que representan, modelos del sentido común y los de la ciencia erudita.

Los modelos del sentido común se construyen según los rasgos distintivos y propios de un individuo o de una colectividad²⁰, parten de la experiencia cotidiana en el mundo natural y de las interacciones sociales, son eminentemente figurativos, casi pictóricos. El sentido común supone una base de realismo ingenuo²¹, por lo cual el modelo funciona como una copia de la realidad tal y como esta es captada por los sentidos. Una de las semejanzas para con el modelo mental, es que los autores consideran el modelo del sentido común, como representaciones análogas de la realidad y son susceptibles de

²⁰ Idiosincrasia.

²¹ sencillo

ser cambiados, pero se diferencia de la teoría de Laird-Johnson²² en que este modelo se pone en acción con una serie de reglas lógicas pero aclaran que estas frecuentemente difieren del pensamiento hipotético deductivo riguroso, siendo a menudo una serie de causalidades lineales e irreversibles, aparte de esto el modelo de sentido común es de primer orden (para Jonson son representaciones internas), no requiriendo de entidades instrumentales y la teoría de modelo mental plantea la interacción tipo dependencia de por lo menos tres formas de representación .

los modelos científicos se construyen mediante la acción conjunta de una comunidad científica, que tienen a disposición de sus miembros herramientas para representar aspectos de la realidad, desde la base teórica de modelos mentales se habla directamente de estas herramientas a las que llaman modelos conceptuales que son representaciones externas (Galagovsky y Bravo las llaman de segundo orden), compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee. Estas representaciones externas pueden materializarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogías o de artefactos materiales. (Greca y Moreira, 1997). Así los modelos resultan de representaciones abstractas, escasamente figurativas, más cercanas a una posición instrumental que al realismo ingenuo.

Superando las antiguas concepciones epistemológicas, donde el modelo científico está estrechamente ligado a la teoría, el autor Adúriz-Bravo (1999) los señala como modelos que contienen en sí mismos formalizaciones e interpretaciones en diversas medidas. Es decir que combinan elementos sintácticos, que son los que hacen el lenguaje en el cual se expresen sus modelos y elementos semánticos, que les dan el significado a sus símbolos y señales, estas entidades lingüísticas son operadores en los modelos que pretenden ser la representación teórica de la realidad.

²² Johnson no habla de lógica interna, sino que se infiere representado

Las representaciones de la realidad tanto en los modelos de la ciencia erudita como en los modelos de sentido común terminan por presentar el producto de la interacción en cadenas de señales y símbolos ya que en últimas estos son la esencia de toda representación.

3.3 Interaccionismo simbólico: Los autores Godino y Llinares (2002), reseñan el interaccionismo simbólico como una de las orientaciones metodológicas que comparten las ideas básicas del proceso hermenéutico²³ o interpretativo. Trata de comprender el proceso de asignación de símbolos con significado al lenguaje hablado o escrito y al comportamiento en la interacción social. Según Williams (1999)²⁴, el interaccionismo simbólico se puede considerar como la escuela más influyente y exitosa de sociología interpretativa, *“si este éxito lo evaluamos por el volumen de trabajos empíricos publicados y por la integración de la teoría y el método”*.

Esta teoría surgió con John Dewey y George Herbert Mead²⁵ con su definición de pragmatismo como una filosofía de la acción, y la acción que tiene lugar en la vida grupal es, de hecho, la interacción y por eso la sociedad humana consiste en gente ocupada en interaccionar.

El aporte más significativo de Mead fue la diferenciación que hace entre señal y símbolo los que presenta como categorías de representación. *“Una señal es algo que se refiere directamente a alguna cosa específica, porque cada señal establece un significado preciso y único, en cuanto al símbolo es una designación arbitraria, ambigua y abstracta de algo -objeto, evento, personas, relación, condición o proceso-, porque tanto como las personas que los usan y las personas que los ven, lo pueden entender e interpretar de distintas maneras”* (Mead, 1925)²⁵. Los símbolos son abstractos y usados para referir el mundo de cada persona y su percepción de las experiencias propias. Palabras como calor, energía, tiempo y espacio son conceptos abstractos. Existen acciones concretas, eventos y objetos que estos términos representan, pero los

²³ Arte de interpretación

²⁴ Citado por Rodino y Llinares en :el interaccionismo simbólico en educación matemática

²⁵ Citado por Luis Gonzáles de su pagina de Internet.: www.ucaldas.edu.co/prop/tsocial/luicom.html

mismos términos son más amplios que cualquier particularidad característica de estas acciones o eventos que representan.

Herbert Blumer²⁶ (González, L. 2004) a inicios de la década de los 50, bautiza este nuevo proceso como interaccionismo simbólico y sintetizó sus fundamentos, en tres puntos:

1.) Los seres humanos actúan hacia los objetos en base a los significados que estos tienen para ellos. Con sus palabras: *“Los seres humanos actuamos hacia las cosas sobre la base de los significados que estas tengan para nosotros”*.

2.) El significado surge en la interacción social. Como lo dice el autor: *“el significado que atribuimos a las cosas surge de la interacción social que uno tiene con sus congéneres”*.

3) Los significados se modifican a través de un constante proceso de interpretación. Precisamente: *“los significados son manipulados y modificados a través del proceso de interpretación utilizado por la persona al relacionarse con las cosas que encuentra en el mundo que le rodea”*.

Según Blumer y otros interaccionistas simbólicos, *“el entendimiento del comportamiento humano debe buscarse en los significados que los seres humanos tienen para los fenómenos de sus propias experiencias. Los factores externos pueden existir, pero hasta no ser interpretados por una persona, éstos no tienen significado. Es la interpretación individual de los elementos externos la que crea un significado para los mismos. Este significado es utilizado por el individuo para guiar su comportamiento. No se puede entender la acción humana si se miran solamente los factores externos o la sola conducta. En su lugar, se debe centrar la atención sobre los significados que los individuos atribuyen a los fenómenos externos, porque son estos significados los que guían la conducta”*, citado por Luis González (2004). En otras palabras la intención de una investigación enmarcada dentro del interaccionismo simbólico

²⁶ discípulo de Mead.

es la de identificar los significados que los participantes le dan a los símbolos que se ponen en escena.

Entre los interaccionistas simbólicos modernos se cuenta E Goffman (1922-1982)²⁵ con su enfoque dramaturgico: él concibe la interacción como un drama donde todos los individuos de un grupo se influyen recíprocamente mediante impresiones cotidianas: los hombres encarnan roles sociales (patrón global de actividad que se prescrito para cada persona en una posición de status particular), usan recursos, etc, y así el actor presenta su actividad ante otros y controla así la impresión de los demás. La organización social resulta de estas interacciones.

Harold Garfinkel (Studies in Ethnomethodology, 1967)²⁵, por su parte trabajó en la “etnometodología” estudiando el análisis de la conversación y las demás prácticas de la vida cotidiana, buscando analizar como la gente construye colectiva y significativamente la realidad y convierten estos significados en la interpretación de sus propias actividades. La sociedad es producto de interpretaciones continuas. Este enfoque etnometodológico trabaja en contextos naturales donde se producen realmente las interacciones, y rechaza aspiraciones como la “objetividad”, ya que son los individuos los que crean las reglas.

La presente investigación no tendrá el carácter etnometodológico ya que en ella el investigador propone actividades orientadas a identificar los símbolos y el significado que estos tienen para los participantes del concepto calor, es así como se pasa de un contexto natural a un contexto intervenido y por otro lado esta investigación parte de un referente²⁷ y son los trabajos donde se reseña las ideas previas y concepciones alternativas que tienen los estudiantes sobre cuestiones teóricas acerca del calor.

3.4 Miradas desde la educación al calor como concepto: En las Memorias del XVI Congreso Nacional de Termo dinámica. México D.F. del 3 al 5 de

²⁷ Estos referentes se convierten en supuestos que el investigador da por ciertos.

septiembre de 2001 los investigadores Cervantes Leticia, de la Torre Natalia, Verdejo Adriana, Dr. Trejo Luís Miguel, Dr. Córdova José Luís y Dr. Flores Fernando. Presentan una propuesta de enseñanza del concepto científico de calor en todos los niveles educativos que tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes (tema controversial hasta el presente). Un año después los investigadores en aspectos educativos de la termodinámica Delgado Teresa, Flores Susana y Trejo Luís Miguel presentaron un análisis sobre las dificultades relacionadas al aprendizaje del tema calor latente y desarrollaron una propuesta didáctica de su enseñanza en los niveles medio superior y superior, en el XVII congreso nacional de termodinámica México.

Dos años más tarde los autores Domínguez Castiñeiras, José, García-rodeja Fernández, Eugenio publican en investigación didáctica un artículo donde a partir de la teoría de los esquemas, diseñaron una nueva estrategia de evaluación esquemas de razonamiento y esquemas de acción para valorar el aprendizaje del conocimiento conceptual y procedimental. Identificaron los posibles esquemas (dilatación y relación entre variables) que usan algunos estudiantes (de 12-13 años de edad) en la interpretación de hechos relacionados con su vida cotidiana centrándose en lo que ocurre en un sistema material cuando recibe energía transferida mediante un mechero. Por último, establecieron ciertas implicaciones para la enseñanza de estos contenidos en la educación secundaria.

Con respecto al calor como fenómeno físico los autores Teresa Delgado, Susana Flores y Luis Miguel Trejo en su trabajo sobre ideas previas presentaron las siguientes, como creencias habituales en la población estudiantil:

a) Se cree que calor es una sustancia líquida, no es energía, es una sensación, es proporcional a la temperatura, no es una cantidad que se pueda medir, es lo mismo que temperatura, es lo opuesto que frío, solo viaja hacia arriba (sube), un cuerpo frío no lo contiene, etc.

b) Se piensa que temperatura es una medida de la intensidad del calor, depende del tamaño del objeto, no posee un límite inferior, puede ser transferida, puede ser determinada con el tacto o la piel, al calentar un objeto siempre aumenta la temperatura, etc.

c) Con respecto al equilibrio térmico se considera que objetos en contacto por mucho tiempo en el mismo medio ambiente poseen diferentes temperaturas si están hechos de materiales diferentes; Los objetos calientes se enfrían naturalmente y los fríos se calientan.

d) Si se habla de fenómenos térmicos asociados a cambio de fase se cree que cuando un cuerpo se encuentra en estado de ebullición, la temperatura no puede ser constante; el punto de ebullición del agua es siempre 100 grados C, el hielo no puede estar a una temperatura diferente de 0 grados C, el agua líquida no puede estar a 0 grados C; el vapor se encuentra a más de 100 grados C, el vapor de agua es visible (no es transparente), ver burbujas indica ebullición, las burbujas del agua en ebullición contienen calor, aire, oxígeno o nada, la materia no se conserva durante una ebullición, los cambios de fase no son reversibles, etc.

El investigador Nachimias²⁸ en estudios hechos en 1990, sobre las concepciones alternativas más comunes sobre calor, indican que un 80% de los estudiantes ignoraban el hecho de que la temperatura del agua permanece constante mientras se mantiene en ebullición.

Las memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica en México, presentan estudios con niños de cortas edades y que no han recibido una enseñanza formal sobre fenómenos térmicos, dichos estudios muestran que los niños han aprendido por experiencia, que ciertas cosas se sienten calientes al tocarlas y otras se sienten frías; Por ejemplo, se encontró que para niños de 4 a 5 años prevalece la noción del calor como una sustancia que poseen los objetos. Así, se establece una relación entre el calor y el material del que está

²⁸ Citado por el congreso de termodinámica, México 2002

hecho el objeto. A la edad de 8 años, la noción del calor como algo más dinámico que fluye se convierte más popular (Albert, 1978)²⁸. En etapas posteriores del desarrollo la idea que prevalece es aquella en la cual se trata al calor como si fuera un fluido que fluye entre los cuerpos (Erickson, 1979)²⁸. Esta idea es consistente con la antigua teoría del calórico. A pesar de que estos estudios se refieren a niños pequeños se ha encontrado que tales conceptos adquiridos por los infantes se mantienen por lo menos hasta los 16 años (Clough, 1985)²⁸. Esto parecería que las ideas sobre fenómenos térmicos se construyen por experiencia durante la niñez y se mantienen hasta que son desafiadas por situaciones que ya no pueden ser explicadas. Se ha recomendado que el papel del profesor sea descubrir las ideas que tienen los estudiantes y presentarles ejemplos concretos que propicien una reestructuración de esta perspectiva sobre los conceptos de fenómenos térmicos y que esto deba hacerse dando a los estudiantes “oportunidades de explorar ideas en una atmósfera no-amenazadora” (Clough, 1985)²⁸.

Esta familiaridad particular con los fenómenos térmicos es una desventaja para alcanzar una comprensión científica pero al mismo tiempo es, paradójicamente, una ventaja para el profesor, ya que el educando tiene experiencias previas que pueden potenciar su aprendizaje (Carlton, 2000)²⁸. Ambos aspectos son importantes desde una perspectiva constructivista en la educación, ya que se necesita incidir en el conocimiento que los estudiantes poseen al llegar a la clase y construir sobre él para desarrollar un entendimiento científico del concepto sin embargo el mismo concepto científico del concepto a estado sujeto a cambios a largo de la historia.

3.5 El calor como energía: si se quisiera hacer una revisión histórica del concepto calor tal vez se debería remitir al hombre primitivo quien ante las bajas temperaturas y desprovisto de pelaje, utilizo las pieles de los animales que cazaba para superar ese indelicado sentir que llamó frío y a lo mejor nombró al sentir contrario como calor y descubrió como hacer fuego para estar caliente durante los periodos en que el sol no le proporcionaba el calor suficiente, se puede sospechar que su íntima colaboradora, la mujer prehistórica de las cavernas, hizo un descubrimiento más: las diferentes

sustancias alimenticias mantenidas durante cierto tiempo sobre la llama o en agua hirviendo sabían mejor y eran mas digeribles. Las nociones de “caliente” y “frío” son innatas en el hombre lo mismo que en todos los demás seres vivientes y la temperatura del ambiente se registra y se señala en el cerebro por millones de nervios que terminan en la superficie de la piel. Pero cuando el hombre viaja a través de climas extremos se percata de que las respuestas fisiológicas a la temperatura engañan a menudo y una persona con los ojos vendados no puede decir si su mano ha sido quemada por un hierro al rojo o congelada por un trozo de hielo seco, en ambos casos las sensaciones son idénticas a causa de que ambas son las respuestas fisiológicas al daño sufrido por los tejidos (gamow, 1968). Sin embargo no deba de ser una sensación que podía ser comparada o medida de alguna manera.

El termómetro: El primer termómetro (vocablo que proviene del griego thermes y metron, medida del calor) se atribuye a Galileo que diseñó uno en 1592 con un bulbo de vidrio del tamaño de un puño y abierto a la atmósfera a través de un tubo delgado. Para evaluar la temperatura ambiente, calentaba con la mano el bulbo e introducía parte del tubo (boca abajo) en un recipiente con agua coloreada. El aire circundante, más frío que la mano, enfriaba el aire encerrado en el bulbo y el agua coloreada ascendía por el tubo. La distancia entre el nivel del líquido en el tubo y en el recipiente se relacionaba con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano y la del aire. Si se enfriaba la habitación el aire se contraía y el nivel del agua ascendía en el tubo. Si se calentaba el aire en el tubo, se dilataba y empujaba el agua hacia abajo.

Las variaciones de presión atmosférica que soporta el agua pueden hacer variar el nivel del líquido sin que varíe la temperatura. Debido a este factor las medidas de temperatura obtenidas por el método de Galileo tienen errores. En 1644 Torricelli estudió la presión y construyó el primer barómetro para medirla.

En 1641, el Duque de Toscana, construye el termómetro de bulbo de alcohol con capilar sellado, como los que usamos actualmente. Para la construcción de

estos aparatos fue fundamental el avance de la tecnología en el trabajo del vidrio²⁹.

Los termómetros tuvieron sus primeras aplicaciones prácticas en Meteorología, en Agricultura (estudio de la incubación de huevos), en Medicina (fiebres), etc., pero las escalas eran arbitrarias: "estaba tan caliente como el doble del día más caliente del verano" o tan fría como "el día más frío del invierno".

Leyes de los gases: A mediados del XVII, Robert Boyle formuló las dos primeras leyes que incluyeron el concepto de temperatura:

En los gases encerrados a temperatura ambiente constante, el producto de la presión a que se someten por el volumen que adquieren permanece constante la temperatura de ebullición disminuye con la presión. Posteriormente se descubrió, pese a la engañosa evidencia de nuestros sentidos, que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura (ley del equilibrio térmico). Al descubrir esta ley se introduce por primera vez una diferencia clara entre calor y temperatura³⁰. Como se cito antes los estudiantes es común encontrara que los estudiantes no están familiarizados con la idea de equilibrio térmico, si nos fijamos en la evolución del concepto calor, esta idea es fundamental para entender la diferencia entre calor y temperatura, también podemos concluir que es por esta idea que los estudiantes tienden a no hacer diferencia entre temperatura y calor.

Junto a boyle varios científicos dirigieron sus trabajos a definir las escalas de medida, la unidad común para calor, aun utilizada hoy en día, deriva su nombre del calórico, se trata de la caloría (cal), que se definió como la cantidad de calor necesaria para elevar 1 grado Celsius³¹ la temperatura de 1 gramos de agua, de 14.5 ° C a 15.5° C. (gamow, 2001)

²⁹ Los datos sobre la temperatura fueron tomados del texto: historia de las ciencias.

³⁰ La temperatura es vista hoy en día como un parámetro termodinámico para caracterizar el calor.

³¹ físico y astrónomo sueco Anders Celsius diseño esta unidad para evaluar a temperatura.

3.6 La revolución industrial: A finales del s. XVII se empezó a utilizar el vapor de agua para mover las bombas de achique de las minas de carbón en Inglaterra. Las primeras máquinas fueron la bomba de Savery (1698) y la de Newcomen (1711). La máquina de Savery consistía en un cilindro conectado mediante una cañería a la fuente de agua que se deseaba bombear, el cilindro se llenaba de vapor de agua, se cerraba la llave de ingreso y luego se enfriaba. Cuando el vapor se condensaba se producía un vacío que permitía el ascenso del agua.

En la máquina de Newcomen el vapor a presión atmosférica (sin recalentar) procedente de una caldera (alambique de cobre de cervecería) se metía en un cilindro y elevaba un émbolo, el émbolo estaba conectado a un balancín, este al quedar libre por el peso de las cuerdas y de los contrapesos accionaba la bomba de achique en la mina en un sentido, luego se cerraba la entrada de vapor y se inyectaba agua fría que ocasionaba un gran vacío en el cilindro. El pistón se movía y arrastraba el balancín en el otro sentido, con lo cual se elevaba el pistón de la bomba (Gamow, 2001).

Esta conversión de energía térmica en energía mecánica, que daba 4 kW con un rendimiento del 1%, fue el fundamento de la Revolución Industrial y dio origen a una nueva ciencia: la Termodinámica, que estudia la transformación de calor (termo) en trabajo (dinámica).

Durante el siglo XVIII se asentaron las bases para utilizar las máquinas de vapor para mover maquinaria industrial, para el transporte marítimo (barcos) y terrestre (locomotoras). En 1769 Watt ideó la separación entre el expansor y el condensador y a partir de entonces empezó la fabricación a nivel industrial. (Carlos Castro, 1989)

3.7 Teoría del calórico: En 1765, el profesor de química escocés Joseph Black (Watt fue ayudante suyo) realizó un gran número de ensayos calorimétricos, distinguiendo claramente entre calor (cantidad de energía) y

temperatura (nivel térmico). Introdujo los conceptos de calor específico y de calor latente de cambio de estado.

Uno de los experimentos de Black consistía en echar un bloque de hierro caliente en un baño de hielo y agua y observar que la temperatura no variaba. Desgraciadamente, sus experimentos eran a presión constante cuando se trataba de líquidos, y a volumen constante cuando eran gases, y el trabajo intercambiado por el sistema con el exterior era siempre despreciable, dando origen a la creencia errónea de que el calor se conservaba en los procesos térmicos, esta creencia quedó impresa en su famosa teoría del calórico, sus postulados son:

- 1) El calórico es un fluido elástico que se expande por todo el espacio, las partículas del cual se repelen fuertemente unas a otras.
- 2) Las partículas del calórico son atraídas por las partículas de la materia.
- 3) El calórico es sensible (se asocia a un cambio de temperatura) o es latente (se almacena).
- 4) El calórico se conserva.
- 5) El calórico tiene peso (Rius de Riepen, 1986)

El calor es movimiento: la representación de calor como movimiento interno del cuerpo material y no una especie de sustancia se le ocurrió a un soldado profesional: Thompson Benjamín quien observando la perforación de los cañones en la fábrica de municiones de Munich se preguntó porqué el hierro se calentaba tanto, especialmente cuando el perforador era romo. Examinó la posibilidad de que los cuerpos materiales tuvieran una capacidad mayor para el fluido calórico cuando constituyen un bloque sólido que cuando están reducidos a pequeños fragmentos; esto explicaría el desprendimiento de calor durante la perforación del cañón, porque entonces se producen gran cantidad de virutas de metal, intentó comparar en peso de cuerpos calientes con su peso cuando

se enfrían a fin de descubrir el peso del fluido calórico escapado, pero el resultado fue negativo (Stephenson, 1986).

Calor y energía: la idea de que el calor se relaciona con la energía la trataron de demostrar varios científicos del siglo XIX; en especial el cervecero inglés James Prescott Joule (1818 – 1889), uno de sus experimentos consistía en un contrapeso que hacía rotar un grupo de paletas dentro de un recipiente con agua. La fricción entre agua y paletas hace que aumente ligeramente la temperatura del agua (la que logró medir Joule) , también podía obtenerse el mismo aumento de temperatura calentado el agua en una estufa; con este y otros experimentos joule encontró que determinada cantidad de trabajo era equivalente determinada cantidad de calor formulando el equivalente mecánico del calor: 4.186 joule (j) de trabajo equivalen a 1 caloría (cal) y fue así como surge la representación más aceptada hoy en día por la ciencia de calor donde no se ve como sustancia ni siquiera como una forma de energía sino que se define como la energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura (Giancoli, 1997).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Establecer cuales son las representaciones simbólicas como también las manifestaciones que las promueven y su uso por parte de las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN, para tratar cuestiones teóricas que impliquen el concepto de calor.

4.2 Objetivos específicos:

Identificar las asociaciones, experiencias vividas, proposiciones e imágenes simbólicas que invoca la palabra calor en las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

Reconocer el tipo de diferenciación si la hay, que las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN, hacen entre el concepto calor empleado en la cotidianidad y la conceptualización científica de este.

Asociar las representaciones simbólicas con las creencias que las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN, poseen sobre fenómenos físicos que involucran al concepto de calor.

5. MARCO METODOLÓGICO

La directriz de la investigación es la descripción de los hechos que se presente ante el investigador y de ser posible dar explicación de estos, por el carácter de la medida y tratamiento de datos, la investigación es de carácter cualitativo, desde este aspecto se pretende que el interaccionismo simbólico sea la metodología interpretativa utilizada, para examinar los modelos representacionales externos y considerados por el investigador como símbolos, empleados por cuatro niñas para tratar el concepto calor.

Según el alcance temporal este trabajo se ubica dentro de las investigaciones transversales, pues examina un aspecto desarrollado de unos sujetos en un momento dado.

El marco en que tiene lugar esta investigación es una situación natural (en el aula), en si será una investigación de campo o sobre el terreno, con una concepción del fenómeno educativo ideográfica ya que se enfatizara en la singularidad de los fenómenos y no se pretenderá llegar a leyes.

POBLACIÓN: 68 estudiantes de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA: “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de la ciudad de Medellín de los grados 5-A y 5-B de educación básica primaria.

5.1 Criterios de selección

1. El centro educativo: “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” es la institución de práctica del investigador, esto permite que el investigador este familiarizado y sea acogido por la comunidad educativa, facilitando el desarrollo de la investigación.

2. Las participantes, pertenecen al grado educativo (quinto) y cuentan con la edad (10 años) características que son de interés para el investigador.

3. Para evitar la influencia de las posibles preferencias del investigador, este le hace la petición a la educadora de ciencias naturales de los grupos 5-A y 5-B de que sea ella, quien seleccione de estos grupos las niñas que participarían en la investigación, la profesora de ciencias naturales, las escogió por ser las chicas que presentaban el mejor rendimiento académico.

4. Se escogieron cuatro niñas, por que se considero que con este número de participantes se puede desarrollar una investigación óptima y más detallada.

5.2 Primer instrumento de medida: la charada.

La charada es un pasatiempo de la familia de los crucigramas, en que se trata de adivinar una palabra, haciendo una indicación sobre su significado, descomponiéndola en partes, que forman por sí solas otras palabras, pero para esta actividad las indicaciones se harán a través de imágenes y la palabra que se adivinara será calor.

La mas simple de las interacciones es la binaria, donde un participante asumirá el rol de emisor³² de símbolos tipo imagen y la otra participante será el receptor³³ de símbolos que los traducirá a proposiciones o palabras, al finalizar la actividad se le preguntara al emisor porque utilizo la imagen empleada.

Objetivos:

- Indagar por las indicaciones simbólicas (imágenes) que hacen las participantes para representar la palabra calor.

- Articular a través de la asignación de significado, los símbolos tipo imagen con las manifestaciones proposicionales emitidas por las participantes.

³² El emisor es quien desea comunicar algo, para este caso, la palabra calor.

³³ El recetor desea descifrar lo que el emisor le esta comunicando.

Resultados:**interactúantes 1 _ receptor: Alejandra y fuente: Michelle***Traducción del receptor*

Escena 1: “hay que calor”.

Escena2: “se esta quemando”

Escena3: “muñeca que se quita la chaqueta por que tiene mucho calor”.

Investigador: limitándose a una palabra, ¿cual sugerirías para los dibujos presentados?

Alejandra: SOL.

Investigador: ¿sugerirías otra palabra?

Alejandra: CALOR.

Explicación de la fuente:

Escena 1: el señor esta caloroso y esta echando humo del calor que tenía.

Escena2: las rayitas significan el sudor consecuencia del calor.

Escena3: se quito la chaqueta por el calor que tenía.

NOTA: Alejandra manifestó que hubiera hecho los mismos dibujos para simbolizar el calor.

Asignación de significados de los símbolos:

Para Michelle el sudor simboliza calor, ya que percibe a este último como una manifestación antropocéntrica del bochorno o sofoco, en tanto que para Alejandra el símbolo que representa el calor es el compendio entre el sol y el sudor ya que su interpretación del símbolo fue centrada en el efecto del sol sobre la persona dibujada.

Los símbolos empleados para referirse al calor están ligado con el sentimiento se bochorno, el sofoco es una experiencia que han tenido las participantes a lo largo de sus vidas es por esto que esta experiencia se cdonstuye en la herramienta que utilizan para simbolizar la palabra calor, el otro hecho llamativo para el investigador es la afirmación emitida por Alejandra, ella hubiera simbolizado de la misma manera como lo hizo Michelle de haber sido la fuente, pero al ser el receptor lo interpreto de manera distinta³⁴; Esto es prueba del

³⁴ Hay que reconocer que no estaba muy distante de la palabra a adivinar.

carácter ambiguo de los símbolos ya que frente a la misma representación los interactuantes pueden presentar diferentes significados.

interactuantes 2 _ receptor: Melisa y fuente: Yessica

Traducción del receptor:

Escena 1: agua estancada, contaminación.

Escena 2: vapor, calor.

Explicación de la fuente:

Escena1: “se echo el agua para refrescar porque tenía mucho calor”.

Escena2: “Una olla con agua hierve porque esta muy caliente”.

Nota: Melisa manifiesta lo siguiente: “*el calor produce vapor, los alimentos se cocinan en las ollas producen vapor porque el calor se encuentra, nosotros sudamos cuando hay calor, nosotros buscamos el agua, los alimentos buscan deshacer el calor*”.

Asignación de significados a los símbolos:

Yessica igual que Michelle simboliza el calor como sudor pero aparte de este emplea otro símbolo que puede ser el agua hirviendo y/o el fogón³⁵.

La primer escena fue interpretada por Melisa en términos ambientalistas “*agua estancada, contaminación*” pero la segunda escena si le sugirió el termino calor como algo de lo cual hay que deshacerse, el sudor y el vapor de agua son manifestaciones de que es así.

Con esta pareja se adiciona otro símbolo aparte al de sofoco y es el de las ollas hirviendo lo que indica que las participantes representan el calor como un fenómeno que no solo las afecta a ellas como es el caso del sofoco sino que se puede apreciar en el mundo externo.

La aclaración de Melisa sugiere que ella simboliza el calor en términos de algo no deseado.

³⁵ El investigador para este momento no esta seguro de cual de los dos o ambos era en realidad el símbolo empleado por yessica.

5.3 Segundo instrumento de medida: carrusel simbólico.

Los mecanismos en los cuales unos caballos u otras representaciones hechos de plástico giran sobre un eje, se conoce como carrusel de niños; la idea de construir este tipo de mecanismo surgió a partir de los juegos que acostumbraban los jinetes de pueblos árabes; en ellos los jinetes giraban en círculos demostrándole a sus competidores y espectadores, sus destrezas y habilidades³⁶.

Este juego como muchos otros se caracteriza por acciones ejercidas de forma reciproca entre los jugadores y el público, es así como el superar lo demostrado por los rivales y los aplausos o rechazos del público se clasifica como interacción que puede ser vista como Interaccionismo simbólico ya que entre las personas que forman este juego se produce una transacción, que Blumer describe como *“la acomodación de la acción en desarrollo de cada uno a la del otro, con objeto de conjuntar o enlazar ambas”* y es una de las condiciones para que se de el interaccionismo simbólico.

Tomando como referente el juego del carrusel se reunió las cuatro participantes (a diferencia del instrumento anterior aquí la interacción es cuantrica) en este instrumento, las participantes cumple de forma simultanea los roles de emisor y receptor de símbolos; a cada una se le entrego una hoja en blanco, colores lápiz y lapicero, se les presento un muñeco llamado pepe y la situación problema: *“teniendo en cuenta que pepe es un muñeco y que no siente como los humanos sienten, ¿ como le explicarías, a donde lo llevarías o que le mostrarías para que él comprendiera lo que es el calor?”*, se les pidió a las participantes que plasmaran sobre el papel sus ideas para resolver el problema y que se las pasaran a su compañera del lado, al recibir la propuesta de su compañera adyacente ellas deberían completar la propuesta , o emitir alguna idea sobre esta adjuntándola en la hoja, cada hoja haría un recorrido por las cuatro participantes hasta llegar nuevamente a la autora inicial la cual después

³⁶ Tomado de <http://delagua.homeunix.org/bitacora>.

de revisar lo que sus compañeras le colocaron sobre el papel haría un comentario o representación final.

Objetivos:

- observar la posible recurrencia de símbolos presentados en el primer instrumento.
- indagar por nuevas indicaciones simbólicas que hacen las participantes para representar la palabra calor.

Resultados. (Observar anexos)

Propuesta de Michelle: la propuesta de Michelle tomo como referente espacios de altas temperaturas, para ella pepe, puede reconocer el calor si observa sudor asociado al desespero y el deseo de tomar algo que provoque la sensación de fresco, yessica acepta la propuesta de Michelle pero le adiciona otro símbolo: los rayos solares alejándose así del contexto antropocéntrico planteado por Michelle , tal adición estuvo respaldada por Alejandra, pero ella vuelve a ubicarse en el contexto antropocéntrico del recibir rayos solares, en tanto que Melisa sugiere que se le muestren fotografías y se enseñen las consecuencias del calor, pero no hace referencia a que tipo de fotografías mostraría ni que consecuencias deben ser enseñadas.

Finalmente Michelle acogió la idea de melisa y represento tres dibujos que le mostraría a Pepito en uno represento una niña (podría ser ella) y el sol dibujado de perfil y de forma de carita en el otro le adiciono un desierto con vegetales propios de estos lugares al paisaje y en el tercer dibujo cambio la niña por Pepito pero no aparecen los vegetales.

Michelle presenta en un principio los símbolos asociados al calor el sudor, el bochorno y se acogió a la sugerencia de sus compañeras adicionando el símbolo de rayos del sol.

Todos los símbolos presentados por esta participante están asociados con el sentir humano.

Propuesta de yessica: yessica presenta definiciones de lo que ella considera es el calor: fuente de rayos solares, provocador del sudor y esta en el fogón y en el microondas pero manifiesta que una representación del calor es el fuego, las otras participantes se mostraron de acuerdo con la propuesta, solo Melisa propone acudir a medios de información.

Yessica finaliza su propuesta mencionando lugares donde llevaría a Pepito, aparte de los desiertos propuestos por Michelle también habla de zonas costeras, el patio de la casa y lugares donde haya incendios. Realiza dos dibujos en el primero dibuja un sol de vista frontal y con una carita con gafas de sol y unas montañas y en el segundo dibuja el mismo sol pero con una niña que se esta recibiendo agua.

yessica al comenzar esta mas ubicada en el calor como fenómeno de la naturaleza sin embargo finaliza asociándola al sentir humano, los símbolos que ella propone son: rayos solares, el sol, el sudor, el fogón y el microondas y en menor medida al fuego.

Propuesta de Melisa: Melisa propone llevar a Pepito a lugares en su casa como son la cocina y el patio, para que este observe la estufa como un proveedor de calor y a los rayos del sol como los que regalan el calor, Michelle le adiciona a los lugares propuestos por Melisa, el desierto como un buen sitio *“para llevar a pepito y este sepa lo que es el calor y el mostrale un muñeco sudando”*³⁷. Las demás participantes se mostraron de acuerdo con la propuesta de Melisa.

Melisa finaliza su propuesta elaborando dos dibujos el primero es un desierto, y el segundo es una estufa y una niña.

³⁷ Palabras textuales de Michelle

Debido a la interacción melisa acoge el desierto como símbolo del calor seguido de la estufa de la casa.

Propuesta de Alejandra: esta participante define el calor como un producto del sol y se encuentra en lugares de altas temperaturas, Melisa menciona que para mostrar donde surge el calor se puede hacer desde la casa, Michelle respalda la propuesta de Alejandra “ya que el sol produce calor porque es demasiado caliente”.

Alejandra finaliza aceptando la sugerencia de melisa pero es la única participante que reconoce que donde se lleva a Pepito este no sentirá nada por carecer de neuronas, realiza dos dibujo uno es una niña y el otro es Pepito y un sol de perfil con una carita. Para Alejandra el símbolo del calor es el sol, si hay sol hay calor.

Es claro que ninguna de las participantes ven el calor como transferencia de energía y hay una fuerte asociación con lugares que presentan altas temperaturas y el sentimiento humano de sofoco, es decir que para las participantes el calor debe su existencia al que se pueda sentir y en esta dirección los símbolos que de ellas surgió, iban con ese referente.

5.4 Tercer instrumento de medida: preguntas

Se realizaron tres preguntas de tipo abierto para ser respondidas en solitario por las participantes, las interrogaciones fueron planteadas y ambientadas como guías con la intención de proveer a la pregunta de una figura consistente en interrogar, no para manifestar duda o para pedir respuesta, sino para expresar indirectamente las afirmaciones, o dar más vigor a lo que se dijo por parte de las participantes en los anteriores instrumentos.

La ambientación y planteamiento de las preguntas obedecen a un interaccionismo unidireccional entre el investigador y las participantes que estuvo marcado por los intereses del instrumento.

Las preguntas guías fueron:

1. Al revolver un jugo de naranja ¿Qué sucede con la temperatura de la jarra (permanece igual, aumenta o disminuye)?
2. ¿Por qué los habitantes del desierto utilizan tantas prendas, una encima de otra, sabiendo que las temperaturas son muy altas?
3. Cuando tu mamá te sirve el chocolate caliente y tú esperas mucho tiempo para tomártelo este se enfría, ¿a que se debe esto?

Objetivos:

- indagar por posibles articuladores de congruencias entre los instrumentos empleados.
- Confirmar con las expresiones emitidas el significado dado para los símbolos empleados para representar el concepto calor.

Resultados:

Las afirmaciones que presentaron las participantes se transcribieron tal como ellas lo escribieron en las hojas que se les suministro para esta actividad (ver anexos).

<u>PARTICIPANTE</u>	Alejandra	Melisa	Michelle	Yessica
PREGUNTA				
Al revolver un jugo de naranja ¿Qué sucede con la temperatura de la jarra (permanece igual, aumenta o disminuye)?	La temperatura se ciera y se reparte en cada espacio de el agua	La temperatura del jugo disminuye debido a los cambios	El jugo cuando uno lo rebuelbe el Jugo es normal la temperatura pero si uno lo mete a la nevera se pone frio o que el agua donde uno lo rebuelbe este fria para poder que quedo mas bien fresca o si lo rebuelbe normal el clima es normal	Que el asiento se empiesa a rebolber y es muy axido.
¿Por qué los habitantes del desierto utilizan tantas prendas, una encima de otra, sabiendo que las temperaturas son muy altas?	Porque las telas les producen sombra y debe ser parte de su cultura bestirse asi	Para que el sol no los quememe.	Porque en el desierto el sol es muy fuerte entonces el sol le quema a uno la piel y ellos se ponen los trapos o telas para podersen cubrir de los rayos del sol	Porque el sol los quema
cuando tu mamá te sirve el chocolate caliente y tú esperas mucho tiempo para tomártelo este se enfría, ¿a que se debe esto?	Porque la temperatura es fria entonces dejando el chocolate en la temperatura lo en fria.	Porque lo dejamos al aire libre	Porque el chocolate necesita estar en el fuego o en donde lo calento para poder estar caliente pero ellos se enfrian porque unos lo sacan del calor se enfria	Porque lo dejaron fuera del fogon y lleva mucho tiempo afuera

Tabla 1

Al revolver un jugo de naranja ¿Qué sucede con la temperatura de la jarra (permanece igual, aumenta o disminuye)?: Alejandra ve la temperatura como una sustancia, “*se reparte en cada espacio de el agua*”, para Melisa y Michelle la temperatura figura como una variable sujeta a los cambios en el ambiente siendo este el que determina la temperatura de los cuerpos, yessica se aleja de forma total del concepto temperatura y opta por describir la acción física y relacionarla con una condición de acides.

Las participantes en sus expresiones, obvian la acción mecánica de revolver, como factor que altere la temperatura del sistema, de forma indirecta ellas están asociando la temperatura como un factor externo a los cuerpos o que no depende de ellos.

¿Por qué los habitantes del desierto utilizan tantas prendas, una encima de otra, sabiendo que las temperaturas son muy altas?: las cuatro participantes se alejan del concepto temperatura para explicarlo a partir del efecto de los rayos del sol, hay que notar que Alejandra complementa su repuesta con el contexto cultural de estos pueblos abriendo la posibilidad de que estos vestidos se usen más por la tradición que por algún efecto en temperatura sobre los cuerpos.

Nótese que en el planteamiento de la pregunta no se hablo de sol o de sus rayos, sino de temperatura pero pese a esto la tendencia en las afirmaciones fue la de involucrarlo para dar las respuestas.

Cuando tu mamá te sirve el chocolate caliente y tú esperas mucho tiempo para tomártelo este se enfría, ¿a que se debe esto?: Melisa, Michelle y Yessica presentaron como referente la fuente de calor (fuego, fogón o

estufa)³⁸ para dar respuesta a la pregunta, “*si no hay fuente de calor la temperatura disminuye*”, lo que hace pensar que para las participantes el calor es una propiedad dada por unos suministros de energía, al parecer ellas perciben una diferencia entre temperatura y calor. Con esta pregunta se constato que para Alejandra la temperatura y el calor son la misma cosa “*la temperatura es lo que enfría el chocolate*”.

5.5 RELACIONES INTER INSTRUMENTALES

De la comparación entre los resultados dados por los tres instrumentos quedan explícitos tres símbolos empleados por las participantes para representar y tratar cuestiones teóricas a cerca del calor, ellos son:

- **Rayos del sol:** en el primer instrumento se observo la utilización de la imagen del sol como símbolo del calor, símbolo que fue ratificado en el tercer instrumento, pero en el segundo instrumento en donde las participantes plasmaron imágenes, evidencio que la referencia exacta no era el sol en si mismo, sino sus rayos, el símbolo incluye el sol para hacer evidente que de él provienen los rayos.

La experiencia ligada a la enseñanza impartida en la escuela han hecho que las participantes vean en el sol fuente de calor el mejor símbolo para representar el calor, canciones infantiles como: “sol, solecito caliéntame un poquito...” Han facilitado que las participantes tengan una asociación directa entre los rayos del sol y calor, tal asociación ha ido más haya de identificar al sol como fuente de energía a verlo como el mismo calor, el asunto es que la fuente no es la cosa, por ejemplo la fuente de agua no es el agua sino que de allí brota. Para este caso la representación simbólica se aleja del motivo a simbolizar.

En el segundo instrumento se hace referencia al desierto, pero si se contrasta con los resultados del primero y tercer instrumento, se puede observar que el

³⁸ En las casas de las niñas se emplea estufa de gas, en la actualidad los niños tienen poco contacto con las estufas eléctricas, es por esto que las niñas al pensar en fuente de calor hablen de fogón o fuego, que es lo que ellas han observado emite la estufa de la casa.

símbolo no es el desierto, sino los rayos del sol y que el desierto es puesto en escena como lugar aquí en la tierra donde el sol presenta sus mayores efectos.

Este referente sitúa el calor como un factor que proviene del externo de una fuente que en este caso son los rayos del sol.

- **Sudor y sofoco:** después de los rayos del sol otro símbolo que estuvo presente en los dos primeros instrumentos fue el sudor, pero el sudor esta simbolizando el sofoco el cual es visto por las estudiantes como una causa del calor, ellas ligaron este símbolo al de rayos del sol, “los rayos de sol producen sofoco” esto quedo en evidencia en el tercer instrumento, que sin hablárseles de sol en la segunda pregunta las participantes utilizaron como respuesta, la asociación del símbolo hizo referencia a una consecuencia percibida por ellas del calor.

Melisa a partir de este símbolo ve el calor como algo que debe ser eliminado del cuerpo la naturaleza de este símbolo esta guiada por el sentir, simbolizaron de acuerdo al sofocamiento que se puede sentir.

- **Estufa:** en el primer instrumento se tiene la sensación de que el símbolo empleado el acto de hervir el agua, pero en los instrumentos dos y tres se constata que el símbolo era el fogón y que el hervir el agua es utilizado para mostrar los efectos de la estufa sobre el agua, este símbolo es de la misma naturaleza que el de los rayos del sol ya que se representa la estufa como fuente de calor.

5.5.1 Símbolos e ideas previas sobre el calor.

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación no era indagar por las ideas previas sino por los símbolos utilizados por una población infantil para representar y tratar cuestiones teóricas con respecto al calor si se busco la forma de dar explicación a través de los símbolos el porque de algunas de las creencias a cerca del calor. Los símbolos son imágenes, representaciones externas sobre formas de “ver” las cosas, los fenómenos, se les utiliza para recuperar y captar la esencia de las mismas o los detalles que han resultado relevantes al individuo que las construye.

Para Jonson-Laird (1996) las imágenes representan cómo algunas cosas son vistas desde un punto de vista particular y no suponen necesariamente la construcción o la posesión de un modelo mental explicativo y predictivo del que deriven, una imagen puede operar de forma aislada sin que se le atribuya ningún significado, el símbolo es una imagen con significado atribuido por el emisor o por el receptor pero la forma aislada en que opera hace el símbolo tenga un carácter ambiguo y además es susceptible de ser transformado de forma continua (Jonson- Laird) ya que los significados se modifican a través de un constante proceso de interpretación. (Blumer). Y de la interacción social, en los dos primeros instrumentos fue notorio como las participantes modificaban sus símbolos y el significado que de ellos se desprendía, sumándole lo que ellas percibían como aportes por partes de sus compañeras de interacción, cabe notar que ninguna participante hizo un cambio radical en sus símbolos o significados.

Dentro de la teoría de modelos mentales no se considera que las imágenes garanticen una mayor eficacia en los razonamientos pero si son puntos de partida en los que se elaboran las ideas por que por su fácil elaboración son las primeras construcciones representacionales hechas por el sujeto.

Los autores Delgado Teresa, Flores Susana y Trejo Luís Miguel en su trabajo sobre ideas previas señalan como creencia de los estudiantes las siguientes:

- **Calor como sustancia:** la realidad es que la investigación no dejó evidencias de que las participantes vieran el calor como una sustancia sin embargo en el instrumento tres se aprecia como Alejandra considera la temperatura como una sustancia, pero no se puede afirmar que para las participantes la temperatura y el calor fueran la misma cosa.

Los símbolos se basaron en las fuentes de calor y en las consecuencias de este, pero no hubo nada que sugiriera el que las participantes estuvieran dibujando al mismo calor o que le percibieran como una sustancia, sin embargo Albert (1978) habla que a la edad de 8 años, la noción del calor esta vista

desde algo dinámico, que fluye; el interaccionismo simbólico mostró una secuencia articuladora de símbolos: sol con rayos solares, estos con sofoco y este con sudor o la estufa con el agua hirviendo, a partir de esta secuencia se puede afirmar que de forma implícita las participantes están considerando una dinámica de flujo del calor, concepción que podría quedar explícita en una indagación de ideas previas.

Mead (1925) señala al símbolo como una designación arbitraria, ambigua y abstracta de algo -objeto, evento, personas, relación, condición o proceso y Blumer dice que los seres humanos actúan hacia los objetos en base a los significados que estos tienen para ellos, es entonces como la formulación de símbolos se hace de acuerdo a un referente percibido del objeto que se desea simbolizar, para el caso se tiene como referentes las consecuencias y su relación con las fuentes de calor, el referente denota un significado que es la antesala para la formulación de una idea previa o una concepción alterna que siguiendo con el caso es asumir el calor como un flujo dinámico; la idea de que ese flujo sea de sustancia obedece más a un razonamiento secundario donde se aprecie el flujo como una característica de algunas sustancia que a una percepción primaria.

- **El calor no es energía:** no se registro en esta investigación ningún intento por parte de las participantes de asociar el calor con la energía o de ver el calor como transferencia de energía pese a que ellas concebían el sol como fuente de energía esto por que las participantes hacen este referente en el contexto de la biología, donde se les ha enseñado que el sol es la fuente de energía de los seres vivos.

Ambos conceptos: calor y energía son altamente abstractos, lo que sugiere que modelo de representación más apto para apropiarse del concepto son las representaciones proposicionales ya que como lo dijo Johnson ellas captan el contenido abstracto, ideativo de la mente que estaría expresado en un lenguaje universal de la mente por lo tanto son discretas y estan organizadas por reglas de combinación admitiendo más de una representación posible (una frase, un principio, un discurso se representa de diferentes maneras en distintas personas). Desde el punto de vista cognitivo el manejo de estas

representaciones va de acuerdo a la edad del sujeto; si bien es cierto que no se debe esperar que niñas de 10 años tengan un manejo eficaz de las representaciones proposicionales, si se puede considerara como lo hizo los lineamientos curriculares, que las niñas empiecen formar conceptos de una alta carga abstracta.

No es extraño que las participantes no hubiesen hecho ninguna asociación simbólica entre el calor y la energía, ni es raro que no consideren el calor como energía, pero este es el momento preciso en sus vidas para formular las representaciones proposicionales que darían cuenta de los conceptos, la no formulación de tales modelos conllevaría a que la concepción alternativa se mantenga a lo largo de la vida académica del sujeto convirtiéndose en un obstáculo representacional (Moreira).

- **El calor es una sensación:** en esta investigación se encontró que la sensación empleada como referente para simbolizar el calor fue el sofoco, al experimentar impresiones por causas externas o internas el sujeto la representa a través de modelos analógicos, donde la manifestación esta guiada por una relación de semejanzas, el modelo análogo mas empleado es la imagen visual, pero hay otras como las auditivas, olfativas o táctiles (greca y Moreira 1997). El sofoco producido por un día de altas temperaturas puede ser evocado por una imagen sensitiva y simbolizado por una imagen visual lo que significaría que estaría internamente representado por una imagen sensitiva y que el símbolo es la expresión para como se comunica el sujeto con el mundo.

Las imágenes son representaciones mentales concretas, formas de “ver” las cosas, los fenómenos, se les utiliza para recuperar y captar la esencia de las mismas o los detalles que han resultado relevantes al individuo que las construye.

- **El calor es proporcional a la temperatura:** uno de los propósitos del instrumento tres era poner en escena de interacción el concepto temperatura, ya que se noto en la aplicación de los instrumentos que las participantes optaron por no emplear el concepto temperatura, sin embargo la tendencia

sigue en el instrumento tres, las participantes no hicieron mayores asociaciones entre calor y temperatura, pero si se puede apreciar que consideran la temperatura como un factor que cambia dependiendo del entorno en que se encuentre el cuerpo *"si el jugo se mete en la nevera se coloca frío"*. con esta afirmación Michelle³⁹, manifiesta que el hecho de que el jugo se vuelva frío al tacto esto implica que la temperatura descendió y si se observa los resultados a la pregunta tres del instrumento tres, donde las respuestas de la pregunta estuvieron orientadas de acuerdo al no contacto con la fuente de calor *"el chocolate se enfría porque deja de estar en contacto con el fogón"* se puede deducir la diferenciación de frío como baja temperatura y caliente como alta temperatura, hecha por las participantes. La ideas previa reseñada por Teresa Delgado y sus compañeros de que el calor es proporcional a la temperatura, de que el calor y la temperatura y el calor son las misma cosa o de que el calor no es una cantidad que se pueda medir, no quedaron explicitas en esta investigación, sin embargo con un instrumento de medida que propicie un interaccionismo más amplio tal vez pueda quedar en evidencia estas concepciones alternativas porque la asociación encontrada (frío baja temperatura, caliente alta temperatura) permitiría en rutar la formación de ideas, similares a las presentada por los autores.

Es posible que esto se deba a que las niñas no estén familiarizadas con mediciones de temperatura, Blumer dice que el entendimiento del comportamiento humano debe buscarse en los significados que los seres humanos tienen para los fenómenos de sus propias experiencias. Los factores externos pueden existir, pero hasta no ser interpretados por una persona, éstos no tienen significado, es así que si no se ha tenido una experiencia con la mediciones de temperatura es difícil que las participantes hayan elaborado significados concretos alrededor de la temperatura y del calor.

- **El calor solo viaja hacia arriba:** en la interpretación de los símbolos se infiere dos direcciones que no son arriba y abajo, sino de lo externo a lo interno (del sol hacia el sujeto) y viceversa (el sujeto suda tiene sofoco) los significados

³⁹ Pregunta uno, instrumento tres.

como la naturaleza de esta dirección pueden ser manipulados y modificados a través del proceso de interpretación utilizado por la persona al relacionarse con las cosas y con sus congéneres (Blumer 1960), es por esto que las participantes en un momento dado podría presentar la creencia de que el calor viaja solo hacia arriba si su único criterio de interpretación es el fuego.

- **Un cuerpo frío no contiene calor:** esta creencia se encuentra soportada por el carácter significativo dado por las participantes a los símbolos, en ellos es importante el involucrar fuentes de calor o suministros, en otras palabras para las participantes un cuerpo tiene calor si hay una fuente de esto se puede hacer la deducción de que un cuerpo que no este expuesto a una fuente no tiene calor o que un cuerpo frío no contiene calor.

Las otras creencias presentadas por los autores se consolidan a partir de las ideas, antes mencionadas pues ellas exigen un mayor nivel de interpretación y por lo tanto modelos representacionales de mayor eficacia que los símbolos.

- Se piensa que temperatura es una medida de la intensidad del calor, depende del tamaño del objeto, no posee un límite inferior, puede ser transferida, puede ser determinada con el tacto o la piel, al calentar un objeto siempre aumenta la temperatura. Estas creencia acerca de la temperatura se establecen por la idea primaria de considerar la temperatura proporcional al calor o igual a este (se asume una dependencia entre ambos), y por no poseer experiencias de mediciones de temperatura que le permita al estudiante inferir límites de temperatura.

- Con respecto al equilibrio térmico se considera que objetos en contacto por mucho tiempo en el mismo medio ambiente poseen diferentes temperaturas si están hechos de materiales diferentes; Los objetos calientes se enfrían naturalmente y los fríos se calientan. Esta idea se origina a partir de la idea de que un cuerpo frío no tiene calor, si se necesita fuentes de calor se supondría que la fuente tendrá una mayor temperatura que el objeto.

- Si se habla de fenómenos térmicos asociados a cambio de fase se cree que cuando un cuerpo se encuentra en estado de ebullición la temperatura no puede ser constante; el punto de ebullición del agua es siempre 100 grados C, el hielo no puede estar a una temperatura diferente de 0 grados C, el agua líquida no puede estar a 0 grados C; el vapor se encuentra a más de 100 grados C, el vapor de agua es visible (no es transparente), ver burbujas indica ebullición, las burbujas del agua en ebullición contienen calor, aire, oxígeno o nada, la materia no se conserva durante una ebullición, los cambios de fase no son reversibles, etc.

6. IMPLICACIONES

Propuesta educativa: aparte de lo mencionado en la justificación de la investigación (la necesidad de indagar por las formas de representación de los estudiantes) y no siendo el propósito de esta investigación entra en la reflexión acerca de posturas didácticas y pedagógicas sobre la enseñanza del calor, se quiere sugerir unas guías para desarrollar actividades y elaborar unidades didácticas para ser aplicadas en el aula. Estos puntos para ser tenidos en cuenta, están inspirados por la evolución que ha tenido el concepto del calor ya que en su revisión se encontraron semejanzas con las ideas sostenidas por los estudiantes, la finalidad de las actividades que se lleven a cabo debe ser la de cambiar la representación simbólica por la representación proposicional que permitiría la aprensión del concepto.

El hombre prehistórico: una actividad de entrada es el estudio del comportamiento del hombre prehistórico ya que fue con él donde empezó “la historia del fuego” esto serviría como parámetro para que los estudiantes reflexionen sobre su concepción de lo “caliente y lo frío”. Las preguntas guías pueden ser: ¿para que utilizo el hombre el fuego? ¿Cómo se percato el hombre de la existencia del fuego?, ¿Por qué tenía que utilizar prendas encima de su cuerpo?

Ojos vendados: se venda los ojos de los estudiantes y se les pone en la mano un hielo, una persona con los ojos vendados no puede decir si su mano ha sido quemada por fuego o congelada por un trozo de hielo seco. En ambos casos las sensaciones son idénticas a causa de que ambas son las respuestas fisiológicas al daño sufrido por los tejidos (Gamow, 1968). Con esta actividad se pretende que los estudiantes se desprendan un poco de la concepción de calor enfrascada en el sentido.

Mediciones con termómetro: si es posible se podría elaborar con los estudiantes termómetros similares al hecho por Galileo, con un bulbo de vidrio del tamaño de un puño y abierto a la atmósfera a través de un tubo delgado. Para evaluar la temperatura ambiente, calentaba con la mano el bulbo e

introducía parte del tubo (boca abajo) en un recipiente con agua coloreada. El aire circundante, más frío que la mano, enfriaba el aire encerrado en el bulbo y el agua coloreada ascendía por el tubo.

La distancia entre el nivel del líquido en el tubo y en el recipiente se relacionaba con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano y la del aire. Si se enfriaba la habitación el aire se contraía y el nivel del agua ascendía en el tubo. Si se calentaba el aire en el tubo, se dilataba y empujaba el agua hacia abajo. En esta actividad se introduce al estudiante en el concepto de temperatura, nótese que en la evolución del concepto calor, este no surgió de forma simultánea con el concepto temperatura sino que este último fue tomando forma con el paso del tiempo.

Ley de equilibrio térmico: la finalidad de estudiar ley del equilibrio térmico es establecer la diferencia entre calor y temperatura.

“En los gases encerrados a temperatura ambiente constante, el producto de la presión a que se someten por el volumen que adquieren permanece constante la temperatura de ebullición disminuye con la presión. Posteriormente se descubrió, pese a la engañosa evidencia de nuestros sentidos, que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura”(Boyle)

Experimento Prescottt Joule: realizar con los estudiantes el experimento de Joule que consistía en un contrapeso que hacía rotar un grupo de paletas dentro de un recipiente con agua. La fricción entre agua y paletas hace que aumente ligeramente la temperatura del agua (la que logro medir Joule) , también podía obtenerse el mismo aumento de temperatura calentado el agua en una estufa; con este y otros experimentos joule encontró que determinada cantidad de trabajo era equivalente determinada cantidad de calor formulando el equivalente mecánico del calor: 4.186 joule (j) de trabajo equivalen a 1 caloría (cal) con esto, los estudiantes podrían asumir la representación mas aceptada hoy en día por la ciencia de calor donde no se ve como sustancia ni siquiera como una forma de energía sino que se define como la energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura

La maquina de Newkomen: En la máquina de vapor hay una conversión de energía térmica en energía mecánica, el estudio de esta maquina sirve como aplicación a la concepción que se tiene hoy en día del calor, se puede hacer énfasis en el uso de la tecnología para la expansión de la ciencia.

6.1 Limitantes del estudio:

Carácter subjetivo del investigador: el investigador es un sujeto y como tal tiene una posición ya elaborada frente a los fenómenos que le presenta el mundo, si bien es cierto que la investigación debe girar frente al objeto de estudio, también es cierto que la aproximación que se hizo estuvo originada a partir de los intereses y de la manera de pensar del investigador.

Equipo de investigación: este trabajo no fue hecho por un equipo de investigación sino por una sola persona lo que limita los referentes y aportes para el proceso de triangulación. Hubiese sido interesante formular esta misma investigación desde un equipo interdisciplinario.

Conocimiento de las participantes: “nunca se termina de conocer alguien” (dicho popular) un conocimiento más detallado de la historia de vida de las participantes, sus miedos, permitiría una mayor aproximación al significado real dado por las niñas a los significados y si partimos que la tendencia es a desconocer que a conocer se tiene un grado de incertidumbre para asegurar los resultados.

Carácter ambiguo del símbolo: el carácter ambiguo del símbolo siempre abre posibilidades de nuevas interpretaciones o consideraciones que no fueron atendidas en el presente trabajo.

6.2 Asuntos pendientes: el concepto calor esta asociado al concepto energía, ambos de naturaleza abstracta, queda pendiente la indagación sobre los modelos representacionales utilizados por los niños para poner en manifestó el

concepto de energía y como estas representaciones pueden influir la concepción de calor o viceversa.

Otro asunto no resuelto fue la concepción simbólica, si la hay, que podrían tener los niños acerca de la temperatura y contrastarlo con los trabajos existentes de ideas previas de la temperatura.

Con respecto a los modelos representacionales y la didáctica de las ciencias se pueden hacer investigaciones acerca del paso de un modelo simbólico a un modelo proposicional y que condiciones facilitan la transferencia.

CONCLUSIONES

Las representaciones simbólicas que utilizan las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN para tratar cuestiones teóricas sobre el concepto calor son:

los rayos solares: dentro de la industria farmacéutica se emplea el término excipientes para referirse a las sustancias que acompañan al componente activo para de esta manera darle volumen y forma al medicamento, si se hace una analogía para con este símbolo se puede afirmar que su excipiente era el sol y que la esencia del símbolo eran los rayos solares.

el sudor: este fenómeno fisiológico destinado a mantener estable la temperatura corporal forma la creencia popular de que mediante la evaporación del sudor se consume el calor sobrante del cuerpo y la experiencia de la sensación de frescura que produce el contacto del sudor con el aire en movimiento son ideas fáciles de plasmar en imágenes de personas sudando.

la estufa: la estufa es uno de los suministros de energía con el cual los estudiantes están más familiarizados, en promedio en toda cocina de estratos socio económicos 2,3 y 4 hay una estufa bien sea de gas o eléctrica.

Al escuchar la palabra calor las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN, la asocian con la sensación de sofoco que suele ir acompañada por el sudor y el enrojecimiento de la piel, la percepción observaciones y experiencias que han tenido con el sol, los desiertos y el cocinar alimentos.

Las estudiantes de quinto grado de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LORENZA VILLEGAS DE SANTOS” de MEDELLÍN no hacen ninguna diferenciación entre el concepto calor empleado en la cotidianidad y la conceptualización científica de este, según los resultados las estudiantes no asocian el calor como transferencia de energía.

Los símbolos son representaciones de fácil elaboración que tienen significado, la simetría entre el significado y las ideas previas (planteadas por los autores)

hizo posible establecer vínculos de causalidad entre ellas, por eso se puede afirmar que a una idea previa le antecede o esta asociada con un símbolo, la idea previa se construye a partir del significado dado al símbolo.

Los conceptos abstractos requieren de representaciones proposicionales para poder ser captados, es decir que en su enseñanza y aprendizaje se hace necesario pasar de la imagen a la conceptualización proposicional del concepto.

BIBLIOGRAFIA

CERVANTES Leticia, Natalia de la Torre. Adriana Verdejo, Dr. Luis Miguel Trejo , Dr. José Luis Córdova y Dr. Fernando Flores. (2001). el concepto de calor en termodinámica y su enseñanza. Memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica, México D.F. del 3 al 5 de septiembre de 2001. Pág. 253 a 289

DELGADO Teresa, Susana Flores y Luis Miguel Trejo. (2002). calor latente. Propuesta de enseñanza del concepto. Memorias del XVII Congreso Nacional de Termodinámica, México D.F. del 9 al 13 de septiembre de 2002. Pág. 327 a 374

DOMÍNGUEZ José, garcía rodeja Fernández y Eugenio. (1999). esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de eso en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. De: investigación didáctica. Pág. 122 a 154.

DUMRAUF Ana y Cordero Silvina. (2004). ¿Qué cosa es el calor? Interacciones discursivas en una clase de física. De: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol 3 #2

GALAGOVSKY, Lydia y Adúris- bravo, Agustin. (2001). "Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico" de: enseñanza de las ciencias, 19 (2), pág: 231-242

GAMOW, George. (1961). "Calor en movimiento". De: Biografía de la física. Décima versión. Madrid: Alianza editorial.

GRECA, i.m. y moreira, m.a. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. De: investigación didáctica. Pág. 283 a 310.

GRECA, i.m. y moreira, m.a. (1997). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, . De: investigación didáctica. Pág. 54 a 77

GIANCOLI, Douglas. (1997). "El calor". De: Física principios con aplicaciones. México: prentice hall

PEREZ Gustavo. (2000). Los modelos mentales y el método del caso. www.istmolinea.com.mx/articulos.

RIUS de Riepen y Castro C.M. (1986). "La química hacia la conquista del sol". De: La ciencia para todos, número 10. México: fondo de cultura económica.

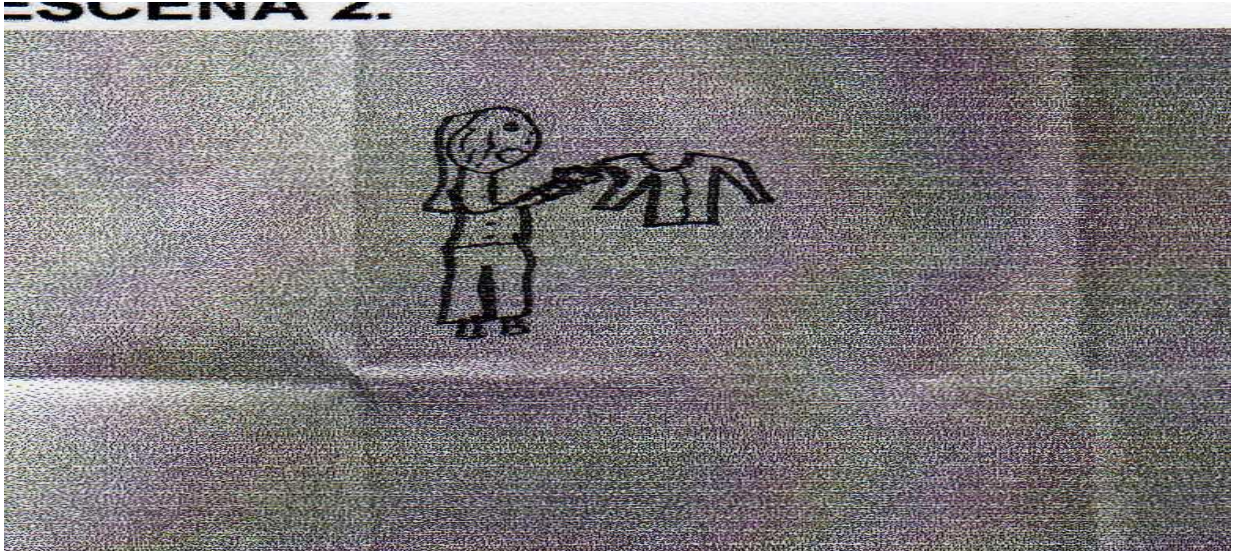
RODRIGUEZ, Ignacio. (2006). Carrusel. Tomado en: <http://delagua.homeunix.org/bitacora>. El 25 de septiembre del 2006.

Inter actuantes 1. anexo 1

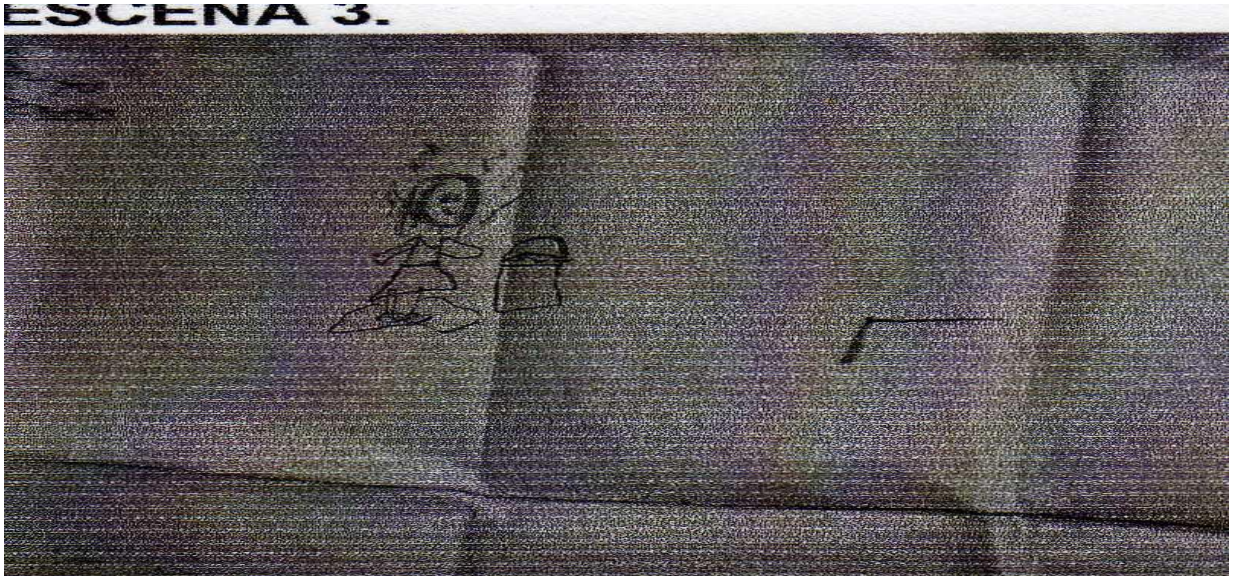
Escena 1



Escena 2



Escena 3

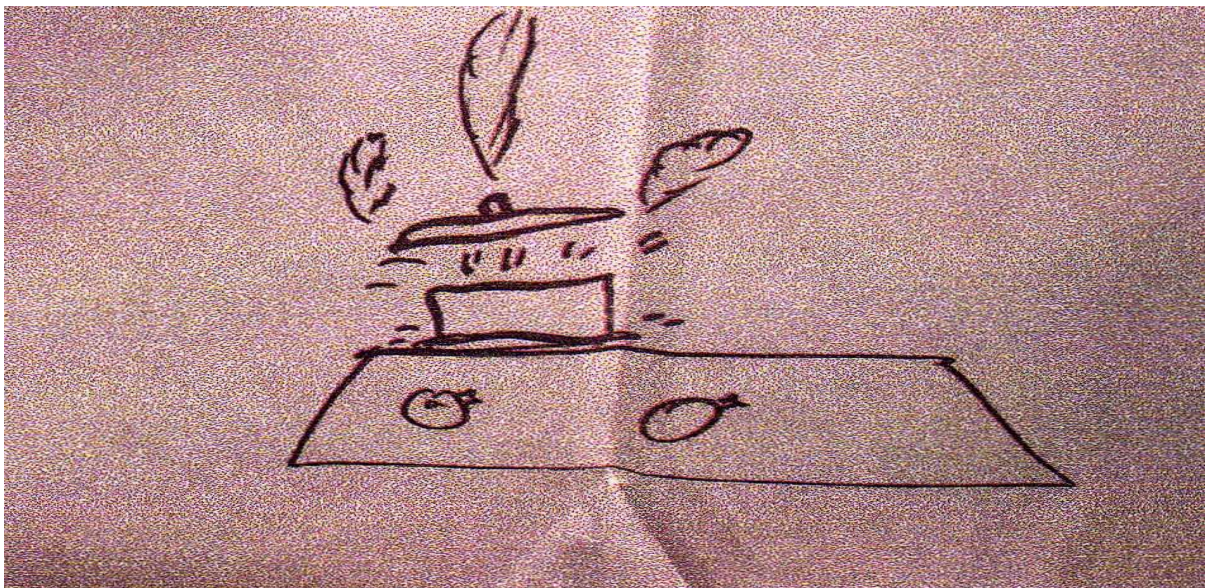


Inter actuantes 2. Anexo 2

Escena 1.



Escena 2



Carrusel simbólico: propuesta de Michelle. Anexo 3

El calor.

Michelle = yo le mostraria como es el calor llevandolo un desierto o a un lugar caloroso, el calor es cuando uno suda o siente desespero y le dan ganas de tomar un liquido o algo que lo refresque,

Jessica
Michelle me parece cierto lo que dices pero tambien te parece que el calor tambien se muestra en varias formas como: rayos sol

Fuego y electrodomesticos

Marta Alejandra Caro Marquez
Michelle me parecio muy bien tu trabajo pero pienso que esta un poco incompleto el calor no es solo cuando uno suda o siente desespero tambien es cuando uno recibe los rayos del sol.

Nombre = Melisa Espinosa Maca.

observación = Tu idea me parece BUENA pero

le mostraria fotografias y le enseñarria las consecuencias del calor.

Nombre = Michelle Arteaga Londono

A pepito le mostraria una o varias fotografias que muestren algo sobre el calor, **Ejemplo** =



Carrusel simbólico: propuesta de Melisa. Anexo 4

nombre: Melisa Espinosa mazo.
 Propuesta= Yo llevara a pepito a diferentes partes de mi hogar por ejemplo: la cocina, al patio, etc.

a la cocina= yo lo llevara a la cocina para que vea que la estufa da calor. capaz de calentar un agua.

y al patio= Para que observara que los rayos del sol nos regalan calor a los organismos vivos y a los climas seres.

Nombre= Michelle Arteaga Londoño

Propuesta= yo tambien llevara a pepito a un decreto para que sepa que el calor.

le mostrara un muñeco sudando para que se de cuenta que cuando uno tiene calor suda.

Nombre= Yessica Marcela Perez

Me parece muy bueno lo que dices

Mario Alejandra Caro Marquez

Melisa me parece excelente tu trabajo

nombre= melisa Espinosa mazo.

Por ultimo yo recogeria todas nuestras ideas y llevara a pepito a cumplir cada una de estas maravillosas ideas



Carrusel simbólico: propuesta de Jessica. Anexo 5

Nombre = yessica marcela Perez osorio

1 el calor es una fuente de rayos solares provocadas por el sol de calor puede aser el sudor, o agua por el cuerpo

2 el calor tambien puede estar en detro de domesticos como fogon y microondas

el fogon tambien es calor solo que esta representado en el y nos puede hacer comidas y en vapor

Estoy de acuerdo con lo que hizo yessica porque hizo muy completo sobre el calor
 Maria Alejandra Caro Maracez

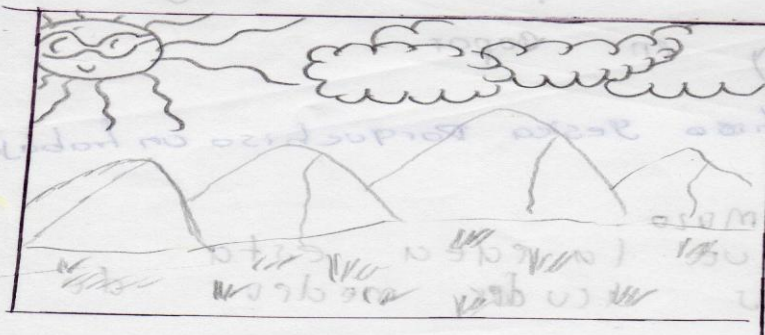
Nombre: Melisa Espinosa Muzo.

observación: Me parece que la idea esta buena. Claro que podrian acudir medecor performance.

Nombre = Michelle Arteaga Londoño.
 Me parece que yessica, Alejandra y melisa tienen la porque tienen muy buenas ideas.

Nombre = yessica = yo llevaria a pepito a

- 1 = la Playa
- 2 = el desierto
- 3 = la costa
- 4 = un patio que este alto
- 5 = un lugar donde alla algun incendio
- 6 = un lugar don allan electrodomesticos que agan
- 7 = y mostrarte como el calor asorbe cosas hum



Carrusel simbólico: propuesta de Alejandra. Anexo 6

Nombre = María Alejandra Caro Marquez

El calor es algo que produce el sol con sus rayos que es caliente para encontrar el sol podemos ir a las Playas y a las partes

Observación: La Pílea de mariposa Alejandra me parece buena clara que teniendo en cuenta que para enseñar de donde surge el calor se puede hacer desde la casa.

Nombre: Melisa Espinosa Maza.

Nombre = Michelle Arteaga Londoño
No estoy de acuerdo con Alejandra porque los rayos del sol produce el calor porque es demasiado calor

Jessica Marcela

Me parece muy bueno lo que digiste María Alejandra pero no se porque Melisa te dijo eso

Lo podría hacer desde mi casa porque si lo voy a hacer a algunos otros lugares seguramente no sentiría calor por las neuronas y no siento nada

