

CIENCIA, LENGUAJE Y CULTURA:
Una reflexión necesaria para la enseñanza de las ciencias

RODRIGO ANDRÉS BAUTISTA RINCÓN
Código 2011146011

ASESORA
ROSA INÉS PEDREROS

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN:
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
2016

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Ciencia, Lenguaje y Cultura: Una reflexión necesaria para la enseñanza de las ciencias
Autor(es)	BAUTISTA RINCÓN, Rodrigo Andrés
Director	PEDREROS MARTÍNEZ, Rosa Inés
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 54 P.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	CIENCIA, LENGUAJE, CULTURA, TERMODINÁMICA, PERSPECTIVA CLÁSICA, PERSPECTIVA DE PROCESOS IRREVERSIBLES, NARRACIÓN, NARRATIVA.

2. Descripción
<p>El trabajo se enmarca dentro de los presupuestos de la línea de investigación Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural, que facilitan una concepción de la relación entre Ciencia y Cultura como un hecho que implica identificar los distintos modos de ver, interpretar y organizar el mundo por parte de agrupaciones de personas cuyos contextos y significados varían, no obstante, esta idea se evidencia a través de la consideración del lenguaje como un elemento fundamental que da indicios de las cosmovisiones y perspectivas de las comunidades en términos de construcciones de conceptos o ideas de mundo.</p> <p>Así pues, se dispone tanto de un contexto de discusión que evidencia las investigaciones y experiencias que han tratado de abordar algunos de los aspectos dispuestos, como un conjunto de referentes conceptuales situados en tres ámbitos: epistemológico, cultural, disciplinar y pedagógico-didáctico, donde se realizan las formulaciones respecto a Ciencia, Lenguaje y Cultura.</p> <p>En este orden de ideas, se presentan las actividades desarrolladas con dos grupos de estudiantes de décimo semestre de Licenciatura en Física y Licenciatura en Artes Visuales de la Universidad Pedagógica Nacional a partir de la disposición de una situación particular que posibilita la</p>

construcción de explicaciones desde la Termodinámica, con el propósito de caracterizar sus perspectivas de mundo para así establecer una relación entre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura.

Posteriormente, se exponen un conjunto de consideraciones finales que tienen como referente la problematización de los elementos mencionados y los hallazgos obtenidos de las actividades desarrolladas con los estudiantes de las Licenciaturas indicadas.

3. Fuentes

1. Balasch, M., y Montenegro, M. (2003). Una propuesta metodológica desde la epistemología de los conocimientos situados: Las producciones narrativas. *Encuentros En Psicología Social*, 1 (2), 44-48. Recuperado de https://www.academia.edu/762651/Una_propuesta_metodol%C3%B3gica_desde_la_epistemolog%C3%ADa_de_los_conocimientos_situados_Las_producciones_narrativas
2. Bruner, J. (2003). *La fábrica de historias. Derechos, literatura, vida*. México: FCE.
3. Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Sociedad colombiana de epistemología*, 3 (10-11), 65-80.
4. Fleck, L. (1986). *La génesis y desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Madrid: Alanza editorial.
5. Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.
6. Geertz, C. (2003). *Descripción densa: hacia una teoría interpretativa de la cultura*. En C. Geertz, *La interpretación de las culturas* (pp. 19-41). Barcelona: Gedisa Editorial.
7. Guba, E., y Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research. En N. K. Denzin y Y.S. Lincoln (Ed), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.
8. Prigogine, I., y Stengers, I. (1997). *La nueva alianza, metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.

4. Contenidos

El documento está organizado en su exposición en seis partes. En la primera, se hace una presentación de los antecedentes como contexto problemático en donde se sitúan la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje como una relación que no ha sido objeto de investigación en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. La segunda parte, relacionada con los referentes conceptuales que son la base del estudio, presenta un conjunto de consideraciones dispuestas en tres ámbitos: epistemológico, cultural y pedagógico-didáctico, donde se establecen formulaciones particulares sobre la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje, así como las concepciones pedagógicas que acompañan el desarrollo del estudio

En la tercera, se presentan las perspectivas que se pueden identificar en una rama de la Física como lo es la Termodinámica y se hace un paneo de los estudios y experiencias en la Universidad Pedagógica, que han tratado el ámbito de la Termodinámica involucrando un análisis de las perspectivas y maneras de hablar de las personas. En la cuarta parte, se plantea la conceptualización metodológica, en tanto aspectos metodológicos, población participante y técnicas de recolección de información que permitan un análisis de la relación de los tres elementos dispuestos en referencia a una situación de estudio propuesta, que es presentada, desarrollada y examinada a partir de las narraciones y narrativas elaboradas en la quinta parte. Por último, en la sexta parte, se hace un análisis general y se establecen las consideraciones finales sobre la investigación y se presentan las referencias bibliográficas de soporte del trabajo de grado.

5. Metodología

El desarrollo del trabajo conlleva la formulación de una metodología de investigación cualitativa con énfasis interpretativo, en tanto descripción de interrelaciones en el contexto concreto del caso, tomando en consideración que los puntos de vista y las prácticas en el campo son diferentes a causa de las distintas perspectivas subjetivas. Dentro del marco del enfoque interpretativo se tiene que el objetivo que se persigue es la comprensión de las construcciones que la gente inicialmente tiene, apuntando hacia el consenso, pero abierto a nuevas interpretaciones, teniendo en cuenta que con el tiempo, todo el mundo formula construcciones más sofisticadas y se vuelve más consciente del contenido y significado de las mismas. De tal forma, el conocimiento se concibe como aquellas construcciones sobre las que hay consenso relativo.

6. Conclusiones

La Ciencia, concibiéndola de una manera tal en la que no se sobrevalore como el sistema cultural más importante, se sitúa como un espacio de encuentro y recreación de la cultura en tanto permite la disposición de negociaciones de significados entre todas las personas, en este sentido, lo que facilita dicho ejercicio, que es el lenguaje, se constituye en una evidencia de la cosmovisión de cada individuo y de las construcciones que se pueden formular dentro de una colectividad.

De otra parte, el lugar otorgado al lenguaje supera lo terminológico para abrazar la esfera del significado, del sentido y la intención, aspectos que influyen en la constitución del yo a partir de la reconstrucción de lo vivido, siendo este un ejercicio que puede tener como base algo que se realiza en la vida cotidiana, particularmente, esto queda en evidencia cuando los estudiantes participes de la actividad manejan términos que en principio resultan diferentes para poder hablar sobre la situación, no obstante, afirman que pensar en algo de la vida diaria como calentar agua supone un conjunto de consideraciones sobre las que regularmente no se reflexiona, y que cosas tan simples pueden conllevar toda una problemática que no es tan fácil de ser abordada, aún más, que la física puede presentarse en eventos demasiado cercanos que no se agotan con respuestas espontáneas.

De una manera similar, la actividad desarrollada con los dos grupos de estudiantes de licenciaturas distintas facilita identificar la variación del significado que se concede a algunas palabras que se manejan al interior de la Ciencia como consecuencia de las imágenes de conocimiento que se manejan, puesto que claramente los estudiantes de Licenciatura en Física hacen distinción de la Temperatura y el Calor, así como de hervir, bullir y evaporar, sin embargo, los estudiantes de Licenciatura en Artes visuales suelen asumirlos como sinónimos.

Situarse en la enseñanza de las ciencias tiene como consecuencia reformular un conjunto de métodos que la convierten en una actividad de un grupo reducido al interior de la sociedad, concibiendo así un proceso donde la Ciencia como sistema cultural ha de observarse como algo dinámico, y así mismo, inacabado, donde tienen lugar las vivencias, creencias y costumbres de una cultura, siendo esta una conjunción que permite el despertar de la investigación en los estudiantes, la consideración de las diferentes cosmovisiones de las personas y los diferentes actos que se dan en la vida cotidiana.

Elaborado por:	Rodrigo Andrés Bautista Rincón
Revisado por:	Rosa Inés Pedreros Martínez

Fecha de elaboración del Resumen:	18	09	2015
--	----	----	------

Contenido

INTRODUCCIÓN	8
1. ORIGEN DEL PROBLEMA	9
2. ANTECEDENTES	11
2.1 Investigaciones.....	11
2.2 Experiencias	15
2.3 Estudios y experiencias sobre la Termodinámica y su enseñanza	20
3. REFERENTE EPISTEMOLÓGICO, CULTURAL Y PEDAGÓGICO-DIDÁCTICO ..	22
3.1 Epistemológico.....	23
3.2 Cultural.....	25
3.3 Pedagógico-didáctico	30
4. PERSPECTIVAS DE LA TERMODINÁMICA Y SU ENSEÑANZA	34
4.1 Termodinámica Clásica.....	34
4.2 Termodinámica de los procesos irreversibles	37
5. CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA	41
5.1 Perspectiva y enfoque investigativo.....	41
5.2 Población participante	42
5.3 Técnica de recolección de la información.....	43
5.3.1 Entrevista semiestructurada.....	43
5.3.2 Narración y narrativa.....	43
6. NARRACIÓN Y NARRATIVA SOBRE LA INQUIETUD ¿QUÉ PASA CUANDO CALENTAMOS EL AGUA?	45
6.1 Descripción de la actividad	46
6.2 Narración de la experiencia con los estudiantes.....	47
6.3 Narrativa de la actividad	50
6.3.1 Experiencia Grupo de estudiantes Licenciatura en Física.....	50
6.3.2 Experiencia Grupo de estudiantes Licenciatura en Artes Visuales	55
7. CONSIDERACIONES FINALES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consideraciones sobre Ciencia, Lenguaje y Cultura dadas en el contexto de discusión.	17
Tabla 2. Síntesis de las consideraciones expuestas en el contexto de discusión	19
Tabla 3. Aspectos de la perspectiva clásica y de procesos irreversibles en termodinámica	40
Tabla 4. Presentación de los momentos que constituyen el desarrollo de la actividad.	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4. Elementos que subyacen en la relación Ciencia, Lenguaje y Cultura.	19
Ilustración 5. Ámbitos que conforman el sustento teórico de la investigación.	22
Ilustración 6. Experiencia estudiantes de Licenciatura en Física.	52
Ilustración 7. Observación movimiento del agua mientras es calentada.	53
Ilustración 8. Gráfica de Temperatura vs Tiempo construida por los estudiantes de Licenciatura en Física.	53
Ilustración 9. Características de la perspectiva mostrada en el primer y segundo momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Física.	54
Ilustración 10. Características de la perspectiva mostrada en el tercer y cuarto momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Física.	55
Ilustración 11. Experiencia estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.	57
Ilustración 12. Descripción del comportamiento del agua de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.	58
Ilustración 13. Determinación de la pérdida de agua que se convierte en vapor.	58
Ilustración 14. Características de la perspectiva mostrada en el primer y segundo momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.	59
Ilustración 15. Características de la perspectiva mostrada en el tercer y cuarto momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.	59

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo establece una relación entre la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje, este es un estudio importante para el Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, porque abre rutas a diferentes estudios que vayan desde lo sociológico hasta lo antropológico, de tal manera que invita a pensar la escuela no sólo como un escenario que facilita la investigación docente, y como una institución que posee un papel dentro de la cultura y que por ello se ve permeada de aspectos subjetivos e intersubjetivos que influyen en la concepción del conocimiento científico e igualmente en su construcción.

En este orden de ideas, esta investigación pone de manifiesto que los estudiantes traen consigo ideas sobre el mundo que se han constituido desde su entorno social y cultural, afirmación que implica concebir a cada individuo como poseedor de una estructura que se formula como la base sobre la cual interpreta y comprende los fenómenos de la naturaleza, hecho desde el cual el docente puede concebir la Ciencia como un constructo con pluralidad de orígenes y prácticas. De esta manera, el conocimiento se concibe como una construcción que obedece a pautas sociales e históricas, que igualmente se puede desentrañar a través del lenguaje, factor que por sí solo denota diferencias entre contextos, hecho que lo establece como un aspecto influyente en la elaboración de las representaciones del mundo.

Una consideración adicional sobre la presente investigación es el valor crítico que pretende identificar en el docente como un sujeto cuya perspectiva se encuentra permeada por dinámicas sociales y culturales, hecho que posibilita que se sitúe al interior de un contexto de tal manera que reconozca que los actores de la vida escolar poseen una mirada sobre el mundo. En un camino similar, el docente a través de estos procesos reflexivos puede entender su disciplina bajo una disposición de elementos sociales e históricos, lo cual conlleva resignificar y redimensionar su formación académica.

1. ORIGEN DEL PROBLEMA

En la Línea Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural, se establece que la ciencia es una actividad cultural que facilita la apertura de espacios en donde se construye y reconstruye las relaciones entre ciencia, conocimiento y sociedad teniendo como referencia el contexto cultural. En este orden de ideas, se constituye en un escenario que suministra unas condiciones para que cada individuo participe en formas de representación que guarden alguna relación con los conflictos que los afectan.

A partir de lo anterior, se tiene que la ciencia se desarrolla en comunidad, y en este proceso se adoptan un conjunto de rasgos y criterios de trabajo. Este hecho permite situar la producción científica como un problema cultural que implica caracterizar el conocimiento como una actividad donde los seres humanos configuran el mundo en el que viven y elaboran explicaciones desde cosmovisiones particulares a través de procesos de negociación con el otro. Ello se encuentra mediado por el lenguaje, que se constituye en un elemento fundamental de la cultura que facilita la construcción de significado al interior de colectividades a partir de la disposición de pensamientos, estableciendo así maneras específicas de pensar, de organizar la percepción, de otorgar sentido.

A pesar de la disposición de estos elementos, es preciso decir que su relación no se ha abordado y constituido como tema de investigación, siendo esta la consideración de la presente investigación tomando como eje central de análisis su ubicación en el proceso de construcción de conocimiento científico en un colectivo dado, identificando el caso particular del análisis de una situación ligada a la Termodinámica, que a través de su perspectiva clásica y de procesos irreversibles, posibilita la configuración de unas maneras de entender el mundo, relacionadas con un contexto histórico, social y cultural, de tal manera que se pueda elaborar una caracterización de la cosmovisión que posee un grupo de personas, implicando así un análisis que ponga en explícito una correlación directa entre Ciencia, Cultura y Lenguaje.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente surge la pregunta de investigación *¿Qué vínculo existe entre el lenguaje, la ciencia y la cultura, y como ello permite configurar una perspectiva del conocimiento en el ámbito de la Termodinámica con estudiantes de*

Licenciatura en física y Licenciatura en artes visuales de la Universidad Pedagógica Nacional?

Como objetivo general *Indagar sobre el vínculo entre lenguaje, ciencia y cultura que presentan los estudiantes de Licenciatura en Física y Licenciatura en Artes Visuales a partir de explicaciones construidas sobre una situación vinculada al ámbito de conocimiento de la Termodinámica.*

Como objetivos específicos:

- Estudiar referentes teóricos que relacionen la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje para aportar en la reflexión de la enseñanza de las ciencias.
- Revisar las experiencias e investigaciones, así como los trabajos en enseñanza de las ciencias en particular la enseñanza de la Termodinámica, que involucren la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje.
- Diseñar e implementar una propuesta de aula con estudiantes de Licenciatura en Física y Licenciatura en Artes Visuales vinculada a la Termodinámica de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Analizar los hallazgos y resultados de la propuesta de aula.

El documento está organizado en seis partes. En la primera, se hace una presentación de los antecedentes donde se sitúan la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje como una relación que no ha sido objeto de investigación en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. La segunda parte, relacionada con los referentes conceptuales presenta un conjunto de consideraciones dispuestas en tres ámbitos: epistemológico, cultural y pedagógico-didáctico, donde se establecen formulaciones particulares sobre la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje, así como las concepciones pedagógicas que acompañan el desarrollo del estudio.

En la tercera, se presentan las perspectivas de la Termodinámica y se exponen estudios y experiencias realizadas en la Universidad Pedagógica. En la cuarta parte, se presentan los aspectos metodológicos del trabajo. En la quinta parte, se establece la situación de estudio y su respectivo análisis realizada con los estudiantes de Física y artes visuales. Por último, en la sexta parte, se hace un análisis general y se establecen las consideraciones finales sobre la investigación y se presentan las referencias bibliográficas de soporte del trabajo de grado.

2. ANTECEDENTES

El contexto de discusión del presente trabajo conllevó la revisión de distintas fuentes, en tanto investigaciones y experiencias en el aula en el panorama nacional como internacional, que pueden arrojar elementos bajo los cuales adquiere un sentido el fundamento y los cuestionamientos que guían esta investigación.

2.1 Investigaciones

La primera investigación se titula *La historia del lenguaje científico como parte de la historia de la ciencia* de Gutiérrez (2003), desarrollada en la Universidad de Salamanca, España, en donde se trata de llamar la atención acerca del hecho de que el lenguaje es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la actividad científica, de ahí que su estudio, realizado desde una perspectiva histórica, deba ser atendido en el marco general de la historia de la ciencia. Se concluye que no se trata sólo de que la ciencia necesite del lenguaje para desarrollarse en cuanto pensamiento y para transmitirse y validarse como tal ciencia, sino que ese lenguaje puede condicionar el desarrollo del pensamiento científico, en el sentido de que cuanto más preciso sea el uno, más lo será también el otro y a la inversa.

En este mismo país, se ubica la investigación *El medio cultural y la formación de los conceptos científicos: una aproximación lingüística* de Jaime y Llorens (1987). El objeto de este trabajo era justificar teóricamente la relevancia de una línea de investigación que, partiendo del análisis semántico del lenguaje del estudiante, permitiera estudiar la interacción entre el aprendizaje y entorno cultural, así como la potencialidad de éste. Para ello, la metodología planteada conllevó el uso de técnicas de asociación libre de ideas, que se basan en principio en presentar al estudiante una determinada palabra, y éste debe escribir cualquier otra que le venga a la mente. Posteriormente se introducen aspectos complementarios como la formación de frases. De esto se observa cómo las diferencias socioculturales que, a través de la experiencia docente, se intuyen entre formación profesional y bachillerato, se traducen en una mayor tendencia a la concreción, con mayor presencia de referencias cotidianas, así mismo se advierte que el contexto cultural del estudiante contribuye a una mayor abstracción y está más influido por lo académico.

De igual manera, en el panorama español, en la Universidad Politécnica de Madrid, se ubica el artículo titulado *Metáfora, ciencia y cultura: propuesta de una nueva tipología para el análisis de la metáfora científica* de Cuadrado (2004), en donde se establece que el modo de pensar y de estructurar la realidad de una determinada cultura no está separado de su manifestación en el lenguaje y, por tanto, de la construcción de concepciones metafóricas. Se concluye que los estudios realizados por la antropología cognitiva sobre los distintos modos en que el hombre ordena, conoce y da significado al mundo como ser social permiten identificar la metáfora como herramienta cognitiva en la conceptualización del mundo de la ciencia y en la estructuración del conocimiento de la realidad externa.

En este mismo escenario, se reconoce la investigación *La naturaleza del conocimiento objetivo: algunas reflexiones en torno a la ciencia y su contexto social* de Carbonell y Hortolá (2009), en donde se afirma que la ciencia es social por su propia naturaleza, puesto que surge de nuestro mecanismo más preciso de adaptación: la selección cultural. Adicionalmente, se establece que la diversidad genética y la educación son factores que facilitan nuestro amplio espectro de capacidades para dominar los distintos campos del conocimiento objetivo del mundo. Por último, se considera que la ciencia es un corpus normativo social, se construye con teorías y las teorías nacen del conocimiento que tiene cada sociedad en un momento histórico determinado.

Dentro del panorama brasileño se ubica la investigación *Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje* de Garay (2011), en el cual se socializan y retroalimentan determinadas reflexiones que surgen en torno de las relaciones existentes entre: Historia de las Ciencias, Contexto Cultural y Enseñanza de las Ciencias, asumidas como perspectivas posibles, que poseen un alto potencial de transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dichas reflexiones adquieren un carácter incluyente que no se limita a la formación de docentes sino que se extiende a la formación en ciencias en general. Se concluye que una educación en ciencias, desde una perspectiva histórica y cultural, permite mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que implica, dotar de herramientas al docente para que pueda reflexionar sobre su quehacer en las aulas de formación, diseñando, formulando y reestructurando metodologías, procedimientos y estrategias de enseñanza, que permitan

procesos de conceptualización más complejos, igualmente, en los estudiantes, permite la contextualización de los saberes y prácticas científicas en contextos únicos y específicos, delimitados por dimensiones políticas, económicas, sociales y culturales, permitiendo entre otras cosas, una reestructuración de la imagen de ciencia y de científicos.

En la Universidad de Guadalajara, México, se ubica la investigación *Lenguaje, aprendizaje y conocimiento* de Ribes-Iñesta (2007), en donde se analizan conceptualmente los términos de conocimiento, aprendizaje y lenguaje, con el objeto de examinar sus relaciones en la comprensión del comportamiento. De esta forma, se distinguen tres funciones psicológicas generales del lenguaje, y se examina cómo el aprendizaje y el conocimiento dependen de los modos del lenguaje participantes. Se establece que en el desarrollo del individuo como un proceso de intrincadas relaciones entre aprendizaje, lenguaje y conocimiento, se podrían destacar cuatro grandes momentos evolutivos y cualitativos: aprendemos aquello con lo que aprendemos (lenguaje); aprendemos aquello sobre lo que aprendemos (reaccionamos ante el mundo y nuestra práctica); aprendemos diversas formas de hacer con lo que aprendemos (actuamos sobre el mundo y los otros); aprendemos un hacer sobre el hacer y sus resultados (actuamos respecto de nuestras acciones y de sus productos).

De otro lado, de la Universidad de Wisconsin, Estados Unidos, se tiene el artículo *La polémica sobre la objetividad de la ciencia* de Galaty (1999), en el cual se estudia el enfrentamiento entre realistas y constructivistas con relación al tipo de objetividad característico de las ciencias. Tras analizar ambas posiciones extremas, se deja abierto un camino aproximativo y creativo que implica tomar en serio el papel del lenguaje metafórico en la ciencia. De ello, se trata de poner en evidencia que la ciencia no es un reflejo de la realidad, y que sus procesos, implican elementos externos que delimitan sus fundamentos teóricos así como sus producciones, esto debido al carácter cultural del ser humano.

Por último, se identifica la investigación titulada *Investigación-acción en la sala de clases sobre las creencias de la cultura de la ciencia en un grupo de estudiantes universitarios y su relación recíproca con el aprendizaje de las ciencias biológicas* de Córdova (2004), desarrollado en la Universidad de Puerto Rico, específicamente en el curso de ciencias biológicas, en donde se explora a través de la investigación-acción, las creencias de los estudiantes y de la profesora sobre la cultura de la ciencia y como desde la perspectiva

personal ven la relación recíproca que la cultura de la ciencia guarda con el aprendizaje. Los resultados obtenidos apuntan a que las creencias de la cultura de la ciencia que tiene el grupo de estudiantes son diversas, puesto que creen que la ciencia tiene una cultura la cual describieron como: complicada y desconocida que evoluciona constantemente, que es un conjunto de métodos, que es altamente tecnológica, que resuelve problemas de salud, ayuda a interpretar la realidad del mundo que los rodea y su origen y que existen unas intersecciones entre la ciencia y el poder.

Ya en el panorama colombiano, particularmente en la Universidad Tecnológica de Pereira, se ubica la investigación *Ciencia y lenguaje en el contexto académico* de Cisneros (2011), en donde se reflexiona sobre la importancia del lenguaje en la construcción, aprehensión y divulgación de la ciencia, haciendo precisiones sobre el lenguaje y la ciencia, sobre la pertinencia de la cultura escrita en el desarrollo de la ciencia, la cultura en el contexto contemporáneo, afirmando que la educación debe de estar comprometida con la cualificación del lenguaje en la comprensión y la producción de textos en los que se evidencie el uso adecuado del lenguaje y de la cultura, entendida esta última como el conjunto de creaciones del ser humano donde una muy importante es la ciencia.

Igualmente, se identifica el artículo titulado *Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y el contexto cultural* de Molina (2010), en donde se discuten aspectos relativos a estos dos elementos, resaltando que cuando nos referimos al mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje no asumimos que las configuraciones sociales, históricas y culturales hacen la diferencia con otras sociedades y países. Se plantea que la educación de las ciencias de la naturaleza y la tecnología requiere ser comprendida dentro de un contexto cultural específico. Para ello, es necesario adoptar una postura en torno a la relación ciencia y cultura, al respecto la crítica de Elkana (1983), según la cual, la cultura occidental le ha otorgado una gran importancia al sistema cultural de la ciencia, colocándola como una supra cultura privilegiándola sobre otros sistemas culturales. La cultura es un sistema abierto de relaciones donde se establece una construcción y resignificación por parte de los individuos y en este sentido, la ciencia como un sistema cultural permite ver toda la cultura y la cultura occidental como una cultura de la ciencia. Igualmente, al ser la ciencia un

sistema cultural, se puede entender como una construcción histórica dentro de un entramado de significaciones creado por el hombre.

2.2 Experiencias

Se destaca un conjunto de experiencias que se pueden tomar como referencia en cuanto problematizan la Ciencia, el Lenguaje o la Cultura, otorgando un soporte a las consideraciones y formulaciones establecidas por los autores desde el desarrollo de actividades con poblaciones participantes.

En la experiencia titulada *La teoría de los códigos desigualdades lingüísticas en educación* de Mayoral (2005), desarrollada en la Universidad de Lleida, España, se recupera la teoría de los códigos de Basil Bernstein desde una perspectiva culturalista tratando de introducir un nuevo modelo de análisis que pone en relación el capital cultural de las familias con el nivel de desarrollo lingüístico de los adolescentes. Se desarrolló teniendo como elemento de análisis el desarrollo del lenguaje de los adolescentes que cursaban primer curso de Educación Secundaria Obligatoria en todos los centros públicos y privados de la ciudad de Lleida. A partir del propósito planteado, se observa que el nivel de estudios alcanzado por los padres adquiere una notable importancia en el desarrollo de la competencia comunicativa, especialmente en el desarrollo de las habilidades correspondientes al lenguaje escrito en los adolescentes de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria.

Por otra parte, en la Universidad Politécnica de Valencia se ubica el documento titulado *La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias* de Jaime y Llorens (1989), donde se plantea que una visión constructivista del aprendizaje de las ciencias implica el conocimiento general de los factores culturales que pueden afectar este proceso. De tal manera que se concibe que las nuevas tendencias en los aspectos teóricos están de acuerdo con la aceptación de la naturaleza interactiva de la relación lenguaje-pensamiento, lo cual conlleva que algunos trabajos de investigación muestren la relación entre el lenguaje y entorno cultural.

En este trabajo se trató de establecer la justificación experimental de la relevancia del análisis semántico del lenguaje del estudiante y para poner a prueba algunas hipótesis sobre el papel del idioma en la toma de concepto. Para poder desarrollar el propósito establecido,

se realizó una prueba de asociación de palabras y formación de frases, la relación entre la presencia de acepciones ordinarias potencialmente susceptibles de generar problemas en la construcción de los conceptos de masa, volumen y densidad con su grado de adquisición evaluado a través de problemas relacionados con la conservación de la masa y el principio de Arquímedes. La experiencia se llevó a cabo con 91 estudiantes pertenecientes a un grupo de octavo grado, con los cuales se observa cómo existe una clara influencia de la presencia de las acepciones cotidianas consideradas problemáticas. Los resultados de esta investigación muestran que la función del lenguaje como expresión de la incidencia de aspectos culturales en el aprendizaje se plantea como relevante, pues puede permitir la delimitación entre los conceptos cotidianos y científicos, de tal forma que la identificación del propio lenguaje del estudiante se pueda emplear como un instrumento desde donde se oriente la construcción de conceptos.

Por otra parte se encuentra la investigación de la Universidad Pedagógica Nacional *Tejiendo cosmologías: educación en ciencias naturales en contextos interculturales, el caso del clima y los ciclos naturales ligados al sol y a la luna en Toribío Cauca* de Ramos (2009), en la cual se reconocen las diferentes formas de transmisión de información sobre ciclos naturales a través de la historia de vida de diferentes personas y del trabajo con niños en el Cauca, de tal forma que se permite un diseño de propuesta educativa que articule saberes locales y saberes científicos en donde se obtenga un contenido educativo ligado al contexto.

En esta misma institución, se puede ubicar la investigación titulada *La ciencia como discurso. Un análisis semiótico de la física* de González (2012), en donde se realiza una caracterización de la física como disciplina científica, de tal manera que la sitúa como una manera de hablar, como un discurso, a partir de lo cual, se dispone a analizar las transformaciones epistemológicas de aquellos elementos que dan dicho carácter discursivo a la ciencia, como lo es la formalización y la abstracción.

A partir de las investigaciones y experiencias identificadas, es posible elaborar una síntesis acerca de lo que se establece en las investigaciones y experiencias respecto a la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura, ejercicio que se ve representado en el siguiente cuadro.

Tabla 1. Consideraciones sobre Ciencia, Lenguaje y Cultura dadas en el contexto de discusión.

FUENTE	CIENCIA	LENGUAJE	CULTURA
<i>La historia del lenguaje científico como parte de la historia de la ciencia</i> (Gutiérrez, 2003)	Precisión del lenguaje determina la precisión de la ciencia, describiendo una necesidad para desarrollarse y transmitirse.	Es el soporte de la lógica que nos capacita para pensar, de ahí que sea la base de cualquier sistema simbólico de referencia a la realidad.	
<i>El medio cultural y la formación de los conceptos científicos: una aproximación lingüística</i> (de Jaime y Llorens, 1987)		Permite la transmisión de los logros culturales de la humanidad. Facilita la sistematización de la experiencia.	Medio cultural condiciona la generación de significados, estos se ven determinados por el contexto.
<i>Metáfora, ciencia y cultura: propuesta de una nueva tipología para el análisis de la metáfora científica</i> (Cuadrado, 2004)		Modo de pensar y estructurar la realidad de una cultura está vinculado con su manifestación en el lenguaje.	
<i>La naturaleza del conocimiento objetivo: algunas reflexiones en torno a la ciencia y su contexto social</i> (Carbonell y Hortolá, 2009)	Ciencia es una construcción social, se construye con teorías que nacen desde el conocimiento que tiene la sociedad en un determinado momento histórico.		
<i>Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje</i> (Garay, 2011)	Ciencia es una construcción que obedece a aspectos: históricos, sociales y culturales. No es ajena a un cotidiano que interactúa con ella, siempre se ve modificada.		Puede ser asumida como realidad mental y como contexto, entendiendo este como lugar de contacto.
<i>Lenguaje, aprendizaje y conocimiento</i> (Ribes-Iñesta, 2007)		Representa una segunda naturaleza en donde la conducta se vuelve significativa, siendo fundamental para conocer y saber nuevas relaciones respecto al mundo, incluyendo aquel que se forma desde	

FUENTE	CIENCIA	LENGUAJE	CULTURA
		teorías.	
<i>La polémica sobre la objetividad de la ciencia</i> (Galaty, 1999)	Ciencia no es reflejo de la realidad, sus procesos están determinados por elementos externos que influyen en sus producciones. La realidad física es en el fondo una construcción social.		
<i>Ciencia y lenguaje en el contexto académico</i> (Cisneros, 2011)	Ciencia se construye desde la historia y desde la interdisciplinariedad.	Lenguaje tiene una triple dimensión: conjunto de potencialidades para facilitar la comunicación; sistema abstracto que organiza la producción verbal; uso individual o acción que se ejecuta en situaciones contextuales.	Conjunto de creaciones del ser humano donde una muy importante es la ciencia.
<i>Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y el contexto cultural</i> (Molina, 2010)	Ciencia es sistema cultural. Al ser sistema cultural, puede ser cuestionado, modificado, enseñado y resignificado y pasar de una sociedad a otra y de una época a otra.	Lenguaje eleva la experiencia del mundo a la articulación del discurso, que funda la comunicación y produce el hombre mientras sujeto hablante.	Cultura no es solo acción simbólica, se refiere al tejido de significados que tejen los hombres y que se constituye en contexto para interpretar el mundo, la sociedad, da sentido a lo que se hace y se piensa.
<i>La teoría de los códigos desigualdades lingüísticas en educación</i> (Mayoral, 2005)		El lenguaje implica aprender una manera determinada de organizar el mundo que le rodea y los significados culturales que son propios de contexto en el que se desarrolla y se crece.	Se entiende como dimensión cultural a las concepciones, creencias, valores e ideas que hay en la sociedad.
<i>La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias</i> (de Jaime y Llorens, 1989)		Lenguaje es la concreción de las influencias culturales	Cultura es el conjunto de experiencias o prácticas cotidianas, ideas transmitidas por el ambiente familiar, social o por los medios de

FUENTE	CIENCIA	LENGUAJE	CULTURA
			comunicación.

Elaborando una síntesis, se tiene entonces:

Tabla 2. Síntesis de las consideraciones expuestas en el contexto de discusión

CIENCIA	LENGUAJE	CULTURA
Ciencia es una construcción que depende de elementos como la historia, la cultura y la sociedad, así mismo, del lenguaje, que le permite transmitirse, discutirse y enseñarse, hechos que le permiten constituirse como un sistema cultural. (Carbonell y Hortolá, 2009) (Garay, 2011) (Galaty, 1999) (Molina, 2010)	El lenguaje es la base de cualquier sistema simbólico que se refiere a la realidad, así mismo, facilita la transmisión de significado y la sistematización de experiencias que se pueden articular en el discurso. De otro lado, refleja la constitución de perspectivas, en tanto la manera de pensar de una cultura y la organización que hace del mundo se manifiesta en el lenguaje. (Cisneros, 2011) (Cuadrado, 2004) (de Jaime y Llorens, 1987) (de Jaime y Llorens, 1989) (Gutiérrez, 2003) (Ribes-Iñesta, 2007) (Mayoral, 2005) (Molina, 2010)	Cultura se refiere al tejido de significados que tejen los hombres y que se constituye en contexto para interpretar el mundo, la sociedad, dar sentido a lo que se hace y se piensa, no obstante, condiciona la generación de significados. (de Jaime y Llorens, 1987) (Garay, 2011) (Molina, 2010)

En este marco de ideas, se tiene la posibilidad de expresar algunos elementos subyacentes en la relación entre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura que se identifican en la consideración del contexto de discusión formulado anteriormente, teniendo así:

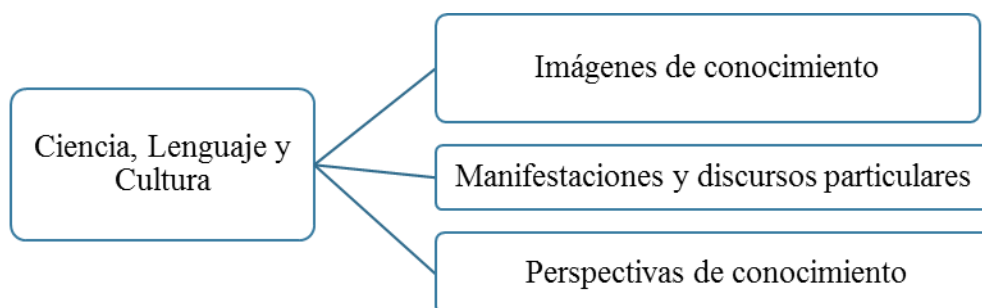


Ilustración 1. Elementos que subyacen en la relación Ciencia, Lenguaje y Cultura.

2.3 Estudios y experiencias sobre la Termodinámica y su enseñanza

A partir de lo establecido previamente, se hace identificación de algunos estudios y experiencias sobre la Termodinámica que permiten visualizar las perspectivas y maneras de pensar que pueden manifestar los individuos en este ámbito.

En primer lugar, se ubica el artículo titulado *Modos de pensar y hablar sobre el equilibrio térmico: significados y contextos de uso en las ciencias de la naturaleza* de Pedreros (2014), es una revisión que se efectuó de manera exploratoria y descriptiva. El análisis realizado sobre el sentido y significado de los modos de pensar y modos de hablar sobre el equilibrio y el equilibrio termodinámico y el fenómeno de equilibrio térmico permite vislumbrar variados ámbitos desde los cuales se piensa y habla sobre el equilibrio relacionados con el estudio de un evento referido a un tipo de equilibrio (mecánico, químico o térmico), la emergencia en los cambios (desplazamientos) y direccionalidad de los procesos. Así mismo, existen diversos criterios para dar cuenta del equilibrio como: la entropía; el desequilibrio; las variables macroscópicas y condición que puede variar, pero que es relativamente constante (en los organismos). Se distingue en el estudio de la palabra equilibrio que se presentan diversas características de modo que todo estudiante puede poseer más de un modelo conceptual que podría ser utilizado en contextos apropiados.

Relacionado con el estudio de situaciones vinculadas a la Termodinámica al interior del aula, resulta preciso resaltar la experiencia *El agua hirviente*, desarrollada por Daza (2004) en su monografía titulada *La teoría del caos: una aproximación al atractor de Lorenz*, que se constituyó como una reflexión sobre la enseñanza de la Física desde una perspectiva cultural, partiendo de la consideración de una perspectiva clásica como aspecto para introducir la nueva racionalidad que permite comprender los eventos caóticos. El autor diseña dos actividades experimentales: *El agua hirviente* y *La campana de vacío*, para visualizar los acontecimientos de convección térmica y los fluidos turbulentos, siendo estas situaciones llevadas a cabo en los coloquios dispuestos por el Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. A partir de ello, la metodología empleada supone la formulación de tres ejercicios: la reflexión, la fundamentación y la conceptualización, que son abordadas desde tres ámbitos: pedagógico, disciplinar y epistemológico. Dada la realización de las actividades y su correspondiente análisis, se establece que la nueva

racionalidad nos ubica en un examen de situaciones del conocimiento contemporáneo, que conlleva transformar las prácticas usuales otorgándole un nuevo lugar a los eventos físicos y a la comprensión del caos.

Igualmente, en la Universidad Pedagógica Nacional, se encuentra la experiencia *Recorriendo diferentes senderos, del equilibrio al no equilibrio* de Perilla (2007), desarrollado también en la Universidad Pedagógica Nacional, que se constituye en la presentación de un proceso descrito con estudiantes de Licenciatura en Química que tuvo como base las ideas relativas a la termodinámica del no equilibrio, para lo cual, fue preciso abandonar las ideas clásica referidas a la conservación y el equilibrio. El desarrollo de esta investigación implicó el diseño de un propuesta de aula estructurada en tres fases: descripción a partir de la experiencia sensible (confrontar a los estudiantes con fenómenos particulares que parecen ser del sentido común); descripción a partir de la formulación de preguntas (tipo de preguntas que los participantes tienen respecto al primer momento, desde un nivel cotidiano y un nivel más científico); descripción a partir de la elaboración de explicaciones (recoger explicaciones elaboradas y caracterizar en ellas las miradas termodinámicas que se abordan al estudiar un fenómeno particular).

A partir de la implementación y del posterior análisis, se evidencia que los estudiantes abordaron no solo eventos cotidianos desde sus conocimientos, sino que también pudieron notar que explicar muchos de estos eventos se torna complicado cuando se empiezan a ver como eventos no idealizados, pues es necesario establecer relaciones entre las variables termodinámicas, entre los sistemas y su entorno, entre los sistemas y los procesos. Fue evidente que como los estudiantes no tenían un criterio desde el cual plantear la idea del equilibrio, este se tornaba como una permanencia de algo, pero a partir de la definición de las diferencias entre fase y estado, entran a tener una mirada desde la cual hablar del equilibrio implica el no cambio, idea que se traduce en la asunción de la constancia en las variables de estado. Se puede apreciar que durante la actividad el lenguaje refleja la constitución de una perspectiva termodinámica, en donde, expresiones como sistema, estado, variables, equilibrio, se presentan de formas más descriptivas y en relaciones que dan cuenta de un proceso.

3. REFERENTE EPISTEMOLÓGICO, CULTURAL Y PEDAGÓGICO-DIDÁCTICO

La formulación de esta investigación implica establecer una relación entre la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje, a partir de la cual se tiene una concepción del sujeto y el conocimiento, elementos que están asociados a un plano intersubjetivo que se constituye en una comunidad y en un contexto, y desde los cuales la relación mencionada inicialmente, adquiere un sentido. De esta manera, en el siguiente apartado se hace presentación del sustento teórico de la investigación, disponiendo un conjunto de referentes asociados a tres ámbitos que se exponen en la Ilustración 5: **Ámbito epistemológico**, en donde se elabora una conceptualización acerca del conocimiento y su relación con las colectividades, esto vinculado al sujeto y estado de conocimiento. **Ámbito Cultural**, en el cual se comprende la ciencia como parte de la cultura y el lenguaje como una de sus elementos fundamentales. **Ámbito Pedagógico-Didáctico**, en el cual se establecen las condiciones que requiere la construcción de explicaciones al concebir la ciencia como una actividad en el aula.



Ilustración 2. Ámbitos que conforman el sustento teórico de la investigación.

3.1 Epistemológico

La presentación del ámbito epistemológico involucra hablar sobre el conocer y la construcción de conocimiento, ello relacionado con una visión del sujeto y de lo intersubjetivo que posibilitan establecer una nueva conceptualización, en este sentido, este conjunto de consideraciones adquieren importancia al momento de pretender establecer una relación entre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura, en tanto permiten dimensionar el primer elemento como producto de una acción recíproca que decanta en consenso.

Conocer es una actividad que implica constatar resultados desde un conjunto de presuposiciones establecidas por una colectividad (Fleck, 1986), de lo cual resulta preciso asumir que el nosotros se encuentra lleno de contenido con anterioridad al yo, por tanto, no se puede concebir la configuración de un yo sin un nosotros. Como consecuencia inmediata se tiene que el conocer es posible ubicarlo como una actividad netamente social que no tiene opción de darse en solitario, ya que la persona adquiere un conjunto de herramientas para interpretar el mundo desde la interacción.

Desde esta mirada, las producciones intelectivas de un sujeto, solo pueden ser entendidas dentro de un marco particular: el contexto en el cual se tuvo su producción, puesto que es éste quien le otorga un sentido a dichas construcciones que están vinculadas al conocimiento, por tanto, la idea de conocimientos arbitrarios los cuales no estén en consonancia con la imagen que una comunidad tiene sobre este campo no tiene lugar. Al respecto, Molina (1994) afirma:

“Significaciones y sentido dados por la cultura, dan contexto a la construcción y a la reconstrucción de conocimiento, originándose un saber socialmente determinado. Esta determinación da origen a las imágenes de conocimiento” (p. 2).

En este orden de ideas, es posible identificar dos factores bajo los cuales se desarrolla el conocimiento: las imágenes socialmente condicionadas de conocimiento, que tienen como fundamento la formulación de una escala de problemas en relación con la importancia que la ciencia escoge del corpus de conocimiento, y la suposición de un estado de conocimiento que conjuga métodos, soluciones y teorías, así como un consenso sobre las imágenes de conocimiento (Elkana, 1983).

Así pues, el conocimiento no solo posee un carácter social, sino también histórico, puesto que su estado, se puede asumir como una valoración sobre el mismo, así como de sus producciones en un determinado período de tiempo. Pero este estado del conocimiento al interior de una colectividad, se convierte en un determinante del nuevo conocimiento, otorgándole un lugar particular al interior de una estructura desde la cual lo conocido adquiere un sentido, hecho que por demás, sobrepasa las capacidades del ser humano, quien en este marco, no es consciente de que su pensamiento se encuentra determinado (Fleck, 1986).

Hacer referencia al pensamiento conlleva asumirlo como una organización de la percepción y de la acción, que se caracteriza por circular de persona en persona, por tanto, se va transformando cada vez un poco, pues cada individuo establece diferentes relaciones con éstos. En este sentido, la palabra se constituye en el objeto que facilita la circulación al interior de una colectividad, llevando consigo un tono estilístico marcado que cambia cuando ocurre una circulación entre colectividades. De esta manera, el transcurso de este proceso conlleva una codificación y objetivación de los pensamientos, los cuales sufren un desplazamiento o transformación que se encuentra acorde a una reformulación que trata de estar en consonancia con un estilo particular de pensamiento, cuyo portador se asume como un colectivo de pensamiento (Fleck, 1986).

Como consecuencia, se tiene que el pensamiento no es de alguien en concreto, se constituye desde un colectivo, que igualmente se puede asumir como una ficción y una personificación del resultado común que surge de la acción recíproca (Fleck, 1986). Tal construcción que se da desde lo intersubjetivo y que posee un estilo particular en el pensar se genera desde aquellos condicionamientos hacia el nuevo conocimiento establecidos por el estado de conocimiento, implicando ello un direccionamiento del percibir, así como de las elaboraciones intelectivas, las cuales no se pueden ligar a la arbitrariedad, ya que al interior del colectivo se presenta un elemento que se opone a ello y que se denomina hecho, cuya concepción está asociada a una especie de sistema de saber regido por unas leyes propias en donde su conservación depende de la interacción continua de los sujetos en tanto cada aviso individual repercute sobre el otro constituyendo un entramado, desde el cual se establece un sentimiento de realidad fija.

Acorde a la perspectiva de Molina (1994) es posible identificar cuatro aspectos que se involucran en la conceptualización del conocimiento:

- El sujeto ya no debe concebirse sin la existencia de otros sujetos, puesto que solo tiene existencia desde la relación intersubjetiva.
- Los sujetos se encuentran contaminados por el contexto, en tanto observan los objetos desde una perspectiva particular, hecho que se asume como natural.
- El acercamiento de los sujetos al mundo se caracteriza porque su experiencia está mediada por perspectivas y modos de ver particulares, de tal forma que diferentes perspectivas configuran diferentes realidades cuya reproducción depende de la acción comunicativa y de los significados.

Cabe decir que las consideraciones presentadas para el ámbito epistemológico dejan entrever que el conocimiento asumido como una construcción manifiesta una dimensión social en donde la individualidad no tiene lugar, por tanto, solo tiene sentido situar dicho proceso de construcción en un plano intersubjetivo y en un contexto específico donde ocurre una circulación de pensamientos que se modifican y se encuentran permeados tanto por las significaciones venideras de la cultura, como por aquellos problemas que se seleccionan del corpus de conocimiento, configurando perspectivas de conocimiento consensuadas desde el intercambio.

3.2 Cultural

El ámbito cultural conlleva la elaboración de una reflexión sobre la Cultura, ejercicio que permite identificar cómo una visión más amplia del concepto de Cultura permite repensar la Ciencia como un lugar desde el cual es posible formular una interpretación del mundo, esto teniendo como base una aproximación a aquello que facilita su configuración en tanto constructor de sentido y significado, es decir, el Lenguaje.

La cultura en cuanto tal suele asumirse como la suma de la religión, la ciencia, la filosofía y el arte, sin embargo, éstas no son más que sus dimensiones y su adición no conlleva la identificación de un sentido que se le puede asociar a los actos humanos. Por ello resulta conveniente, concebir que *“La Cultura es un tejido de significación que el hombre ha elaborado, y su análisis es una ciencia interpretativa en busca de significaciones”* (Geertz, 2003, p.20).

Así pues, la Cultura se formula como contexto desde el cual es posible elaborar una interpretación del mundo apoyada en la significación, que se entiende como el acto de dar sentido, como el contenido intencional de los actos expresivos que perdura más allá de lo verbal. Igualmente, es en éste entramado donde se tiene el potencial para trascender del *homo* al *homo socialis*, y de allí al *homo sapiens*, implicando esto develar aquellas estructuras que rigen la conducta en circunstancias y contextos particulares.

Pero el carácter de la cultura no se puede tomar netamente como un conjunto de conductas o indicadores estructurados, como un ente que rige la mente, como un constructo que posee unos fines propios o como un esquema en donde no se conciben otras perspectivas que contradigan las suyas, puesto que caer en una categorización de esta tipología conlleva minimizar su impacto, por tanto, posee mayor importancia referirse sobre su sentido en cuanto concebirlo como un contexto dentro del cual se hacen inteligibles los actos (Elkana, 1983).

Sin embargo, establecer una teoría de la cultura resulta imposible, debido a que conlleva reconstruir un contexto que contenga todos los contextos posibles, los cuales a su vez presentan variaciones si se refiere a las dimensiones de la cultura ya mencionadas que determinan el comportamiento de los seres humanos. A pesar de esta dificultad, la Ciencia se presenta como un camino alternativo desde el cual poder entender la cultura, desde el cual se puede plantear esa tentativa interpretativa, esto debido a su carácter uniforme dado cualquier contexto, lo que conlleva asumirla como la dimensión más importante que igualmente, puede ser concebida como una construcción arraigada a una serie de modelos de juicio históricamente definidos, que se cuestiona, discute, formaliza, enseña y puede variar de una persona a otra, características de un sistema cultural (Elkana, 1983).

A partir de ello, la relación entre la Ciencia y las visiones de mundo que surgen del medio cultural y las formas de vivir, determinan el desarrollo del conocimiento, esto debido a la configuración de unas tareas que inconscientemente se le otorgan a la ciencia: la constitución de lo que se asume como verdad así como las fuentes del conocimiento y la escogencia de problemas dentro del corpus de conocimiento, en donde la escala de importancia que se les otorga y la imagen del conocimiento como tal, tienen como génesis el plano social.

Establecida la Ciencia como un sistema cultural, se hace necesario resaltar el factor que facilita su constitución, en tanto posee la capacidad de crear realidades propias desde las palabras, refiriéndonos así al lenguaje.

El lenguaje generalmente se asume como un sistema de signos vocales que retoma un carácter comunicativo (entendiendo así los signos como objetivaciones cuya función es expresar una intención), en donde no se presentan cambios en el tiempo en sus elementos constituyentes, fenómeno que sí se produce en sistemas como los gestos y los movimientos, cuya interpretación varía tanto contextualmente como históricamente (Berger y Luckman, 1984).

A pesar de ello, el lenguaje facilita el establecimiento de una visión más amplia que implica situarlo como un medio por el cual se reestructura el pensamiento y se interpreta la realidad. En este orden de ideas, aparece el significado, asumido como un fenómeno cultural que depende necesariamente de un sistema de símbolos compartidos que garantizan su existencia, siendo este el lenguaje, que permite al ser humano otorgar un sentido al mundo que lo rodea. Se entiende el sentido como un sistema dinámico de posibilidades de significación que obedece un proceso de construcción de las relaciones fundamentales del hombre consigo mismo, con el otro y con el mundo, en el marco de una cultura. (Reeder, et al., 2007).

Dentro de los modos de relacionarse característicos de los seres humanos ligados al uso del lenguaje, se pueden identificar las negociaciones de significados, que es posible concebirlas como un trato recíproco basado en un conjunto de supuestos y creencias respecto al mundo (Bruner, 2001), esto desde la expresión de pensamientos propios y la comprensión de otros, en donde las emisiones dependen de la experiencia y adquieren un sentido dadas las circunstancias y el contexto cultural.

Sin embargo, la existencia de negociaciones que no suponen una situación cara a cara es fácilmente identificable, ya que en ámbitos como la ciencia se tiene acceso a experiencias organizadas de personas que no están presentes, lo cual supone pensar en cómo se conservan los pensamientos, siendo este un cuestionamiento que conduce a identificar la capacidad de separación del lenguaje de una situación cara a cara, así como del tiempo,

facilitando de esta manera la interacción con pensamientos que no se dieron en el presente. De este argumento, se puede afirmar que el lenguaje y las negociaciones concretizan formulaciones de un mundo conceptual que de otra manera quedarían en el olvido.

Más allá de esto, el lenguaje posee un lugar privilegiado en un sistema cultural y en la cultura misma, puesto que su posesión conlleva la posibilidad de generación de enunciados desde una visión particular de la realidad:

“No es posible verbalizar la experiencia sin asumir una perspectiva, y el lenguaje en uso favorece estas perspectivas particulares. El mundo no presenta eventos por codificar en el lenguaje. Antes bien, en el proceso de hablar y en el describir, las experiencias se transforman, filtradas mediante el lenguaje, en eventos verbalizados” (Bruner, 2003, p. 106).

Así pues, el lenguaje facilita la imposición de una forma de comprender el mundo, de tal forma que modela la mente y la percepción, idea asociada a la concepción de cosmovisión, la cual se puede caracterizar como una organización fundamental de la mente, generalmente subconsciente y culturalmente dependiente, que establece un conjunto de presuposiciones que predisponen el sentir, pensar y actuar, que de una manera más amplia, se encarga de definir el yo y las relaciones con entornos humanos y aquellos que no lo son, todo ello dentro del marco social (Cobern, 1991).

De esta manera, es posible afirmar que el acercamiento al mundo por parte de un individuo, solo se da a través de las negociaciones establecidas con el otro, de lo cual se tiene una implicación general: la negociación como una manera de posibilitar la interpretación, supone recrear la cultura esto dadas las opciones de renegociar significados y explicar la acción, procesos que permiten percibir la cultura como un constructo ligado a una especie de foro (Bruner, 2001).

Bajo esta disposición y retomando la idea de Cultura que se ha mencionado, cabe decir que no está referida a una figura institucional, sino a una manera de interpretar el mundo de acuerdo con el otro y que por tanto está relacionada con la lectura de intenciones, constituyendo así una esfera de intersubjetividad donde confluye el mundo a partir de relaciones con el yo y con el otro.

En este plano, el lenguaje pareciera una moneda de intercambio, puesto que posibilita el acceso a una vida colectiva, al reconocimiento como parte de una cultura, así como la interacción con el otro, de tal manera que se sitúa la construcción de una identidad a partir de la consideración de convicciones propias y conexiones con los demás, o lo que se reconoce como un plano privado y público, siendo estas dos formas de la experiencia humana cuya distinción se convierte en una convención de la cultura sobre cuándo se negocian los significados.

En este orden de ideas, el plano público se experimenta cuando se hace uso intencional del lenguaje, bien sea para expresar estados subjetivos o para la comunicación, en tanto se hace referencia a un algo, lo cual produce que el lenguaje no sea visto como un sistema de signos vacío que solamente etiqueta, puesto que dota a la vida de cierta racionalidad y cierto sentido.

Por otra parte, lo privado regularmente se asume como la disposición que hace el individuo de un conjunto de evidencias en un plano interno, sin embargo, esta percepción puede ampliarse a un proceso de codificación, organización y procesamiento de las experiencias, a las cuales el lenguaje permite asociarlas a la narración y a la comprensión en tiempo presente.

No obstante, lo privado también puede entenderse como las decisiones que se toman sobre aquello que se ha construido culturalmente y sobre lo cual recae un interés, por tanto, el sujeto que se encuentra inscrito en un universo de lenguaje y sentido, tiene la opción de operar variaciones sobre dicho universo que pueden estar orientadas hacia el otro, valiéndose así de diversos dispositivos como símbolos y signos, así como combinaciones que involucran un sinnúmero de formas de significación, argumento por el cual se retoma la intersubjetividad como una experiencia primordial del ser humano. En este sentido, la distinción de los planos mencionados se oscurece al ir de lo privado a lo intersubjetivo, llegando así a lo público, lo cual supone formular lo público y lo privado como ámbitos del lenguaje que se sobreponen y generan sentido debido a las discordancias entre lo que se dice y se interpreta (Reeder, et al., 2007).

De esta manera y en forma general, se tiene que el yo es producto del lenguaje y de su articulación en los relatos, en la narración, puesto que construimos continuamente el yo desde las situaciones dispuestas, teniendo como determinantes los recuerdos y la organización de experiencias, todo ello generado por las conexiones creadas desde las negociaciones con los otros.

A partir de las consideraciones dispuestas y a manera de esclarecer la relación entre los elementos problematizadores, es posible establecer que la Cultura, entendida como contexto desde el cual es posible interpretar el mundo desde la significación, supone la identificación de una interpretación universal como lo es la Ciencia, pues se constituye en punto de encuentro y consenso, no obstante, los conocimientos de la Ciencia y el conocer se construyen en lo intersubjetivo, donde necesariamente se genera una circulación y modificación de pensamientos, esto apoyado en el lenguaje y las negociaciones de significados, que exponen unas perspectivas permeadas por significaciones dadas por el contexto cultural y que implican la diferenciación de un plano público y privado en donde tiene lugar la ubicación de un sentido desde la organización de experiencias y recuerdos que progresivamente constituyen el yo y que facilitan una interpretación del mundo.

3.3 Pedagógico-didáctico

El ámbito Pedagógico-didáctico plantea una manera de ver la Ciencia como actividad y no como producto, lo cual facilita concebirla como algo inacabado y dinámico que pone en explícito la necesidad de evocar situaciones de la vida cotidiana en tanto generatrices de discursos, enunciados y explicaciones desde perspectivas particulares involucradas con una visión de la construcción de conocimiento como consecuencia del reconocimiento del otro. En este sentido, esta nueva formulación de la Ciencia en el aula deja entrever una relación con el Lenguaje en la cual confluyen las significaciones y significados establecidos en la Cultura.

La ciencia, asumida como una actividad que facilita la construcción de explicaciones al interior del aula, implica concebir aquellos elementos subyacentes vinculados con las visiones del mundo y que están en consonancia con unos aspectos epistemológicos que determinan una relación entre cada persona y el conocimiento. Sin embargo, más allá de

esta consideración, la ciencia como actividad conlleva la conjunción de unas condiciones bajo las cuales se facilita la construcción de un discurso que dé cuenta de una manera de hablar sobre el fenómeno que se propone como objeto de estudio en el espacio de enseñanza de las ciencias.

La construcción de una concepción de ciencia conlleva una reformulación de las formas en que se conoce: no se trata de reproducir un conjunto de explicaciones respecto a un fenómeno, se trata de construirlas y debatirlas desde la experiencia, por tanto, la ciencia no sería un resultado, sería una actividad. Aceptar tal condición, implica que se han de considerar situaciones problemáticas que deben ser elegidas de modo que se conviertan en verdaderos puentes entre el pensamiento del individuo y el pensamiento científico, de tal forma que su selección requiere desarrollar actividades tales como: identificación de las dificultades de los estudiantes en la comprensión de conceptos, análisis de las explicaciones espontáneas de los estudiantes y búsqueda de nexos entre éstas y las explicaciones científicas (Ayala, Guerrero y Malagón, 2004).

Sin embargo, tal construcción que se menciona sobre la ciencia, parte de las interpretaciones de cada individuo sobre acontecimientos y situaciones objeto de estudio, las cuales deben darse desde la libertad y seguridad para exteriorizar un discurso, esto a partir del respeto por la expresión de diferentes interpretaciones que se pueden asumir mejores que la propia, y que por ende, no deben ser descalificadas.

De manera similar, la ciencia como una actividad al interior del aula, tiene como consecuencia disponer un ambiente que facilite la construcción de explicaciones donde se consideren ciertas necesidades particulares del contexto, así como un enriquecimiento de la experiencia:

“Este propósito no se trata únicamente de posibilitarles (a los estudiantes) la observación de cosas y de fenómenos jamás observados por ellos y quizás lejanos de su vida cotidiana. El punto de partida y posiblemente el centro de las actividades deberá relacionarse más bien con aquellos fenómenos y con aquellas cosas que suceden todos los días pero que muchas veces no vemos o vemos mal por mirarlos a través de explicaciones espontáneas de sentido común o por considerarlas evidentes y consiguientemente carentes explicación diferente a la ocurrencia misma del fenómeno.” (Molina y Segura, 1991, p. 28)

De esta manera, la experiencia que viva el individuo en el ámbito de las ciencias, la experiencia vivida mentalmente que no se agota ante respuestas espontáneas y que genera nuevos cuestionamientos, a futuro se constituye en una base para la elaboración de explicaciones, sin embargo, esta elaboración está condicionada por la interacción entre el sujeto y el material de estudio, ya que dotar de un significado a la explicación que se construye e involucrar al estudiante, conlleva que éste manipule el conjunto de elementos que permiten desarrollar la experiencia y no observar pasivamente la exposición de un mecanismo, hecho desde el cual surge un interés y un conjunto de motivaciones particulares en el estudio del fenómeno, entendido como una organización que hace el sujeto de su experiencia que se concibe desde una serie de eventos que clasifica (Molina y Segura, 1991).

En este punto, es donde se empieza a establecer una manera particular de hablar sobre el fenómeno que está ligada a la conciencia que la enuncia, puesto que la organización de la experiencia en primera medida implica conciencia sobre la misma, y en segunda medida, reflexión, teniendo de ello que la realidad es resultado de las construcciones de los sujetos. Sin embargo, estas construcciones, por un lado son sensibles al contexto puesto que éste determina aquello que es observable, determina lo que es el conocimiento y la imagen que se tiene del mismo, y por otro, son diferentes, esto debido a que surgen de la interacción entre cada individuo y lo dado, que se muestra en cuanto tal. De esta manera, se identifican dos características particulares sobre la manera en que se habla del fenómeno:

“Ser un discurso exhibitivo en la medida en que el asunto de que se trata se muestra así como es en sí mismo, esto es como fenómeno; y legitimativo, directo e inmediato del asunto que se muestra en sí mismo desde la realidad misma, en la medida en que todo cuanto se dice del fenómeno está legitimado por el discurrir de la realidad.” (Chaparro, González, Orozco, Pedreros y Vallejo, 1996, p. 20-21).

A partir de ello, si las construcciones de los sujetos son diferentes, también lo son las maneras sobre las que se habla del fenómeno y que se expresan mediante el lenguaje, desde el cual el individuo construye un discurso apoyado en símbolos, gráficos o formalizaciones, esto con el objetivo de facilitar un intercambio de ideas con sus semejantes, establecer un conjunto de acuerdos y validar sus elaboraciones. Este propósito implica que la

construcción de conocimiento se da desde lo grupal, ya que es allí donde el individuo trata de imponer sus construcciones partiendo de la convicción de que son ciertas. Sin embargo, esto requiere que la presentación de sus planteamientos contemple las mejores representaciones de sus conocimientos así como una habilidad para reconstruirlos. De esta forma, el proceso de construcción de conocimiento al interior del aula adquiere un carácter intersubjetivo determinado por lo que se comunica y por un conjunto de intereses, intenciones y valores particulares (Bautista y Rodríguez, 1996).

Dadas las consideraciones expuestas, el ámbito pedagógico muestra una nueva visualización de la Ciencia entendida como una actividad, idea que se encuentra en consonancia con las afirmaciones formuladas en los apartados anteriores en tanto la construcción de conocimiento se da a partir de nuevas consideraciones para el proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que tal construcción se tiene desde lo grupal y teniendo como medio de intercambio el Lenguaje, cuyo papel se pone de manifiesto en la generación de discursos y explicaciones sobre una situación que implica por un lado la reflexión y la búsqueda de sentido de la experiencia y la puesta en explícito de unas perspectivas de conocimiento particulares permeadas por el contexto cultural desde las cuales se trata de entender el mundo, siendo esta la relación previamente identificada entre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura.

4. PERSPECTIVAS DE LA TERMODINÁMICA Y SU ENSEÑANZA

A partir de lo establecido en los apartados anteriores, se hace una disposición de las perspectivas que se pueden identificar en la Termodinámica y que permiten identificar un conjunto de aspectos acerca de la manera en que las personas configuran el mundo esto apoyado en momentos de la historia de la Ciencia, de tal forma que se constituyen en referentes y elementos fundamentales del posterior análisis de la situación diseñada y desarrollada con la población participante, que permitirá identificar la relación entre Ciencia, Lenguaje y Cultura.

4.1 Termodinámica Clásica

La Termodinámica, concebida como una ciencia resultante de la era industrial, trajo consigo la creación de nuevas relaciones del ser humano con la naturaleza que desencadenarían cuestionamientos cuyo abordaje implicaría la formulación de una paradoja vinculada al tiempo, esto desde la concepción de la irreversibilidad y la evolución, así como la precariedad con la que las ideas newtonianas trataban la direccionalidad del tiempo.

Entendida como ciencia de la complejidad, tuvo su primer punto de divergencia hacia 1811, cuando Fourier hace un tratamiento teórico sobre la propagación del calor. En este, afirmaba que la propagación de calor entre dos cuerpos que presentan temperaturas diferentes es un fenómeno que no puede ser reducido a las interacciones dinámicas entre masas y con ello, a las leyes expresadas por Newton.

Así pues, es posible identificar una posición que tenía como punto de partida la creencia en la existencia de una unidad en la diversidad que permanece a pesar de las particularidades de la naturaleza, siendo esto conocido como reduccionismo, que se caracteriza primordialmente por deducir leyes de una teoría a partir de los postulados de otra teoría, para con ello alcanzar una unificación desde la cual poder explicar todos los fenómenos, idea que tiene como consecuencia el establecimiento de una jerarquización de teorías y disciplinas que se empiezan a considerar secundarias.

A la base de ello, la termodinámica clásica se caracterizaba por aceptar la presencia del principio de causalidad en todos los fenómenos que ocurren en la naturaleza, principio que expresa una conexión y acción recíproca entre los diferentes sucesos, puesto que cada uno de ellos está conectado con los demás, constituyendo así un nexo universal donde los movimientos y cambios de una particularidad influyen en las transformaciones de cada suceso y viceversa, siendo esto un condicional desde el cual se concibe la causa y el efecto.

Apoyado en la aceptación de la causalidad, se encuentra el determinismo que plantea la predicción rigurosa del futuro de un sistema conociendo su presente, esto desde la formulación de una descripción matemática que respalda la idea de un mundo ordenado cuyo movimiento es similar al mecanismo de un reloj, no obstante, se establece una oposición a la concepción del azar como algo arbitrario, entendiendo el mismo no como falta de causalidad, sino como la ausencia de necesidad, puesto que se debe a la interferencia de dos cadenas de sucesos independientes que no se determinan (Sepúlveda, 1995).

Al respecto de la ley de Fourier, se sabía que para un cuerpo aislado que presenta distribución de temperaturas no homogénea, se tiene la configuración de un equilibrio térmico, esto desde la propagación del calor que conlleva una igualación progresiva de la distribución de temperaturas hasta lograr la homogeneidad. De ello se tiene, que la ley de Fourier poseía un carácter irreversible, característica que pareciera estar estrechamente vinculada con el calor.

La creación y difusión de las máquinas térmicas se acompaña de nuevos cuestionamientos en el ámbito de la ciencia sobre las transformaciones que el calor hace sufrir a los cuerpos, particularmente, sobre el uso que se le puede otorgar a dicha acción, en este sentido, se trataba de indagar acerca de las condiciones bajo las cuales el calor producía energía mecánica, idea que fácilmente se relaciona y visualiza con la fabricación de motores.

Con el trabajo de Carnot sobre la potencia motriz del fuego, en 1824, se redujo el estudio de las máquinas térmicas al modelo de las máquinas clásicas, de las que su padre había realizado una primera aproximación. Carnot padre concluyó que el óptimo rendimiento de una máquina dependía de la eliminación del contacto de cuerpos que tuvieran diferentes

velocidades y que se manifestara en roces, choques y cambios de velocidad. En ese sentido, dejaba entrever la postura de su época: todos los cambios de movimiento que son abruptos, determinan la pérdida, ello sin posibilidad de retorno.

De esta manera, resulta pertinente examinar la manera en que científicos como Carnot abordaban los fenómenos desde esta perspectiva, puesto que desarrollaban una abstracción de la complejidad que puede presentar aquello que se observa y que por ende demanda una idealización y simplificación de su comportamiento para permitir así la formulación de unas leyes universales, todo ello dentro del marco de un pensamiento lineal cuyo propósito es encontrar y expresar regularidades en lenguaje matemático. En este orden de ideas, la concepción macroscópica del sistema se dispone desde la consideración de lo microscópico como algo fluctuante dado su carácter heterogéneo, que es difícil de traducir en unos términos que se consideren universales, de tal forma que se hace necesario hacer referencia a promedios respecto a una cualidad para poder así hablar de un fenómeno y disponerlo dentro de lo que es el determinismo. Adicionalmente, solo es posible hablar de dos tipos de estructuras, esto desde la necesidad de silenciar las particularidades mismas del fenómeno para así asociarlo a unas condiciones de equilibrio, que se concibe como el estado más probable: aisladas, en las cuales el sistema no puede transferir masa ni energía con el medio rodeante; cerradas, en donde solo se conciben transferencias de energía mientras que la masa se mantiene constante en una región en particular.

Ya en 1850, Clausius abordaría el ciclo de Carnot dentro del marco de la conservación de la energía, identificando que el requerimiento de dos fuentes y la expresión del rendimiento ideal suponen el problema de los motores térmicos que se traduce en la necesidad de un proceso compensador que restituya el motor a su estado mecánico y térmico inicial. Esta interpretación tiene una gran importancia, puesto que pone de manifiesto que no se puede disponer de la energía térmica de forma inagotable sin estar sujetos a condicionamientos. En ese sentido, no es posible concebir que todos los procesos que conserven energía sean posibles.

Dentro de los supuestos del ciclo de Carnot, el trabajo que se produce se traduce en una disminución de la diferencia de temperaturas producto del flujo de calor, de esta manera, el trabajo mecánico y la disminución de temperaturas están asociados idealmente a partir de

equivalencias reversibles, en consonancia con ello, Clausius no manifiesta un interés por las pérdidas expresadas por los motores reales y que conllevan un rendimiento inferior al ideal establecido desde la teoría. En este sentido, la idealización paradójicamente cumple con poner en explícito que los balances reales acarrearán déficit.

No obstante, a lo largo del siglo XVIII la concepción de la idealización cambia, puesto que la nueva ciencia que se formula fundada sobre la base de la conservación de la energía, se propone una descripción de la naturaleza misma que involucra las pérdidas.

Todas las consideraciones establecidas por Carnot y Clausius tienen como consecuencia una concepción ideal acerca de los motores que retoma la conservación y la compensación, no obstante, abordar el caso real conlleva afrontar la idea de la disipación de la energía, que en primera instancia es asumida por William Thomson y plasmada en el segundo principio de la Termodinámica, tal vez con algún conocimiento de las formulaciones de Fourier sobre la propagación del calor, que dentro de la descripción de los motores dada por Carnot, se ubica como una de las causas de disminución del rendimiento en tanto pérdidas por conducción. En ese sentido, el ciclo descrito por Carnot no era ideal, sino real ya desde su formulación y la propagación del calor de carácter no reversible, se traduce necesariamente en disminuciones de rendimiento.

4.2 Termodinámica de los procesos irreversibles

La perspectiva de la Termodinámica de procesos plantea la intención de incrementar el ejercicio descriptivo, hecho que causa la pérdida de predictibilidad al reestructurar las ecuaciones diferenciales, apareciendo así la incertidumbre como un elemento necesario dado el carácter complejo del fenómeno, sin embargo, la predicción sigue siendo posible, pero dentro de los marcos de indeterminación que el propio sistema porta al ser entidad no hecha (Delgado y Sotolongo, 2006, p. 44).

A partir de esta disposición, se tiene que la incertidumbre y la complejidad remiten a una nueva consideración sobre la causalidad, puesto que en este marco, los fenómenos precisan que se amplíe su entendimiento, rompiendo así la linealidad. Particularmente, la causalidad de la que se hace mención conlleva situar la secuencia causa-efecto como inacabada, esto debido a que el efecto actúa nuevamente sobre la causa constituyendo de esta manera una

relación circular que diluye la distinción de lo que es causa y efecto porque dependerá de donde se elabore un corte del proceso, teniendo así que el efecto es la causa de la causa y la causa es el efecto del efecto. El efecto actúa hacia atrás, hacia su origen, se trata así de una retroacción.

Por otra parte, el caos y orden suelen observarse como elementos contradictorios en tanto orden se concibe como antónimo al azar, siendo este un aspecto que conduce a los estados caóticos, donde únicamente se puede contemplar la producción de caos. Similarmente, el orden es identificado como un principio que rige la evolución del mundo y el universo, antes que se rigen por una leyes establecidas donde la incertidumbre no tiene cabida. No obstante, el universo en sí mismo es un todo que involucra tanto orden como desorden, estando ambos aspectos relacionables con la organización. Por un lado, el orden evoca la permanencia y la constancia, aquello que es posible mantener dentro de lo que es la regularidad y que obedece a una ley. Por otra parte, el desorden implica pensar en lo improbable, lo variable, y se puede suponer que existe a la sombra del orden, sin embargo, ambos se necesitan para poder mantener al universo en una especie de juego, puesto que sin orden, no tendría lugar la posibilidad de cambio y no se podría pensarse en la permanencia como un condicional de la transformación.

De ello se tiene la organización, como aquel factor que complementa la interacción entre orden y desorden, conformándose así como un espacio que facilita dicha vinculación en donde se produce constantemente una desintegración y una integración en la que el sistema no desaparece. En este orden de ideas, la asociación de estos tres elementos, orden, desorden y organización conllevan la génesis del todo desde las acciones de los tres sobre los tres, así como el surgimiento de la complejidad en el momento en que se constata la necesidad de los fenómenos desordenados en ciertas condiciones, en ciertos casos, para la producción de fenómenos organizados que contribuyen al incremento del orden (Morin, 1997).

De manera similar, considerar el comportamiento del sistema como no lineal supone identificar dinámicas diferentes que dependen estrechamente de las condiciones iniciales. Estas dinámicas es posible entenderlas como las elecciones de caminos particulares que realiza el sistema, o bifurcaciones, que no se pueden pronosticar y que conllevan tanto un

nuevo orden, como transformaciones, nuevos estados, esto teniendo presente la autoorganización y la irreversibilidad, ya que es imposible que el sistema retorne a su estado inicial.

De otro lado, establecer como relevante pensar en los procesos supone concebir los sistemas de una manera distinta, puesto que no es primordial hacer referencia a su estructura, sino que se hace un tratamiento que involucra identificar los estados fuera o cerca del equilibrio, ya que en el equilibrio encontramos fenómenos repetitivos y leyes universales, pero a medida que nos alejamos del mismo, se tiene un desplazamiento a lo único, hacia la novedad. Este hecho conlleva situar las sustancias como sistemas complejos dados a un dinamismo de transformación que se torna en fenómeno y del cual es posible hablar entendiendo ello como un devenir de estados. Esta idea queda ejemplificada en el pensamiento de Laszlo (1990), quien afirma que

“Tales sistemas (lejos del equilibrio) son no lineales y atraviesan fases indeterminadas. No tienden hacia el mínimo de energía libre y el máximo de entropía específica, sino que amplifican ciertas fluctuaciones y evolucionan hacia un nuevo régimen dinámico, que es radicalmente diferente de los estados estacionarios en equilibrio o cercanos al equilibrio.”
(p. 137)

Por último, la termodinámica de los procesos irreversibles considera la naturaleza como algo real que solo puede ser entendido e interpretado en términos de interacciones, a partir de lo cual, la comprensión de un evento implícitamente conlleva la explicación de un todo en donde cada parte adquiere un sentido. Idea que deja de lado la concepción de la naturaleza como un conjunto de objetos que espera ser asimilado a través de un proceso cognoscente y que conlleva la identificación de las propiedades del mundo en el transcurso de las interacciones. No obstante, asumir estas interacciones entre las partes de un sistema tiene como consecuencia la reformulación de la forma cómo se indaga acerca del mundo, puesto que ya no se toma el objeto como un elemento aislado de su entorno, sino que implica concebirlo abierto al mismo, asumiendo de esta manera el todo como aquel conjunto de interacciones que están alrededor de dicho objeto de estudio. Otro ejemplo de esta visualización del mundo es el pensamiento de Prigogine, quien asumía que la razón tenía un corto alcance en relación con la realidad, de tal forma que la ciencia tan solo era un

acercamiento por parte del hombre a su estructura dentro del cual no podía esperar una respuesta definitiva. En este orden de ideas, el indeterminismo no debía confundirse con ausencia de previsibilidad, sino que es necesario tomarlo como un caso límite, esto fundamentado en la aceptación de la inconmensurabilidad de la realidad que en sí misma sobrepasa cualquier estructura lógica (Prigogine y Stengers, 1997). Así pues, los elementos dispuestos anteriormente, se pueden identificar en el siguiente cuadro poniendo en explícito los contrastes entre las dos perspectivas:

Tabla 3. Aspectos de la perspectiva clásica y de procesos irreversibles en termodinámica

	Termodinámica clásica	Termodinámica de procesos irreversibles
Concepción del sistema	Sistema Aislado y/o Cerrado, en equilibrio.	Sistema abierto fuera del equilibrio o cercano al equilibrio.
Tipo de Descripción	Descripción macroscópica	Descripción microscópica
Naturaleza de las explicaciones	Causalismo, Determinismo Reduccionismo	Retroactividad Bifurcación
Concepción de mundo	Orden	Orden, Desorden, Organización

5. CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA

En este apartado se sustenta el proceso metodológico que soporta la presente investigación, se establece una descripción de la población participante, así como las técnicas e instrumentos vinculados a la recolección de información.

5.1 Perspectiva y enfoque investigativo

La presente investigación se encuentra ubicada dentro de la tipología cualitativa, puesto que permite la descripción de interrelaciones en el contexto concreto del caso y se eleva en relación con él, tomando en consideración que los puntos de vista y las prácticas en el campo son diferentes a causa de las distintas perspectivas subjetivas y los ambientes sociales relacionados con ellas (Flick, 2007).

Dentro del marco del enfoque interpretativo que igualmente es la base del aspecto metodológico de esta investigación, intrínsecamente se tiene que el objetivo que se persigue es la comprensión de las construcciones que la gente inicialmente tiene, apuntando hacia el consenso, pero abierto a nuevas interpretaciones, teniendo en cuenta que con el tiempo, todo el mundo formula construcciones más sofisticadas y se vuelve más consciente del contenido y significado de las mismas. De tal forma, el conocimiento se concibe como aquellas construcciones sobre las que hay consenso relativo, pero que se acumula sólo en un sentido relativo, esto a través de la formación de estructuras cada vez más sofisticadas que se pueden relacionar con el proceso dialéctico/hermenéutico (Guba & Lincoln, 1994).

Así pues la investigación cualitativa puede ser concebida como una perspectiva bajo la cual se pueden establecer relaciones entre los significados y las representaciones culturales, hecho que igualmente implica abordar las problemáticas que se conciben objeto de estudio de una manera interpretativa y abierta. De esta manera, establecer un análisis cultural conlleva desentrañar las estructuras de significación y en determinar su campo social y su alcance, de tal manera que se pueda hacer referencia a la lógica informal de la vida real así como al funcionamiento de la mente respecto al contexto cultural e histórico, mostrando lo que el conocimiento alcanzado supone en la sociedad (Geertz, 2003).

A partir de ello, la metodología formulada supone una manera de abordar la organización, la realización y el análisis de experiencias llevadas a cabo con la población participante seleccionada, de tal forma que este proceso se estructura en una serie de etapas. La primera de ellas vinculada a la elaboración de la propuesta de investigación, que implicó tanto la disposición de consideraciones sobre la Ciencia, la Cultura y el Lenguaje, así como la identificación y diseño de la situación de estudio en el ámbito de la termodinámica.

La segunda etapa, asociada a la realización de la experiencia, relativa a la enunciación de consideraciones y explicaciones que surgen en un grupo de personas sobre el hecho de calentar agua, que en principio permite visualizar la relación del Lenguaje, la Cultura y la Ciencia, pero que igualmente se ubica como una posibilidad dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias al considerar explicaciones alternativas de los fenómenos.

La implementación en sí misma conllevó el desarrollo de cuatro momentos, el primero de ellos, la identificación de lo que pensaba el grupo de personas respecto a la situación planteada que retomaba el comportamiento del agua cuando se le suministra calor. El segundo, la mención de eventos, acontecimientos, preguntas y explicaciones, en donde se identifican particularidades sobre la situación. El tercer momento, la elaboración de un diseño experimental en conjunto, desde el cual se establecieran maneras particulares para la realización de un análisis sobre variables seleccionadas. El cuarto momento conllevó la realización de la experiencia, evidenciada mediante fotos, escritos, dibujos y demás. Por último, el quinto momento estuvo asociado a la organización y análisis de los hallazgos derivados de la actividad desarrollada, siendo estos los insumos para la construcción del documento final.

5.2 Población participante

La población participante estuvo conformada por cinco estudiantes que se encontraban cursando noveno y décimo semestre de Licenciatura en Física y cinco estudiantes de séptimo y octavo semestre de Licenciatura en Artes Visuales de la Universidad Pedagógica Nacional, en el segundo semestre de 2015. Sus edades están ubicadas en el intervalo de 21 a 24 años y particularmente se seleccionaron y conformaron los grupos de dicha manera en

tanto presentan una postura diferente frente a la Ciencia, que se traduce en perspectivas de conocimiento desde las cuales se construyen explicaciones con características particulares.

5.3 Técnica de recolección de la información

Para la obtención de información, se hizo uso de la entrevista semiestructurada y la narración como las técnicas fundamentales en la investigación, las cuales se refieren a continuación.

5.3.1 Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada adopta la forma de un diálogo coloquial, que se asume como una herramienta que permite el conocimiento de los seres humanos y que por ende posee un carácter significativo. Su desarrollo conlleva vislumbrar la estructura de la personalidad del interlocutor, adquiriendo las primeras impresiones con la observación, la audición, la comunicación no verbal y la amplia gama de contextos verbales por medio de las cuales se pueden aclarar términos, descubrir ambigüedades, definir problemas, orientar perspectivas, patentizar presupuestos e intenciones, ofrecer criterios de juicio (Martínez, 2006). Así pues, el objetivo de la entrevista es establecer una descripción del mundo vivido, a partir de lo cual se busca elaborar una interpretación acerca del significado que poseen los fenómenos de los que se hace referencia.

5.3.2 Narración y narrativa

Articuladas al desarrollo de las entrevistas semiestructuradas, se encuentran las narraciones, las cuales son descripciones de modelos de mundo, sin embargo, la narración en sí misma no es el modelo sino la representación de los modelos que se tienen en la mente, permitiendo ello al investigador acercarse al mundo experiencial del entrevistado de un modo más amplio, pues este mundo está estructurado en sí mismo, de tal forma que se deben conjugar tres elementos para la reconstrucción y reconocimiento del mundo: la libertad para contar una historia; intervenciones concretas y estructuradas; preguntas generadores que enfocan la narración en una temática particular (Flick, 2007).

De otro lado, es preciso diferenciar este término de la narrativa. Balash y Montenegro (2003) plantean que la narrativa es una herramienta que facilita la interpretación mediante

la construcción de un texto generado dado el carácter situado de las enunciaciones producidas, lo que permite entenderla como una comprensión elaborada alrededor de una serie de acontecimientos que implica más que un producto y que no conlleva asumirla como un registro de conversaciones, esto debido al flujo de actividad que promueve la metodología y que es resultado de un contexto de interpretación múltiple en el que emerge el relato, de esta manera

“La modalidad narrativa permite llegar a conclusiones no sobre certidumbres en un mundo prístino sino sobre las diversas perspectivas que pueden construirse para que la experiencia sea comprensible” (Bruner, 2004, p. 48).

La narrativa en sí misma, asume el conocimiento como una construcción social y se aproxima al lenguaje de una manera diferente al análisis del discurso, puesto que lo concibe como un proceso relacional activo y abierto en el cual quien habla está localizado en una red de relaciones en la cual circulan acciones entrelazadas, que supone que las enunciaciones que se hacen sobre el mundo deben ser entendidas como producto de una actividad donde se reproducen significados presentes en la vida social, además, dichas enunciaciones se producen desde un lugar particular que no limitarse a la reproducción de un discurso, puesto que esta idea está asociada a una posición construida entre el investigador, el participante y las múltiples voces convocadas para el relato, desencadenando así una actualización de la red de relaciones mencionada (Balash y Montenegro, 2003).

Es pertinente decir que las producciones narrativas al interior de la metodología surgen desde la programación de sesiones en las que el investigador y participantes hablan y comentan diversos aspectos del fenómeno estudiado, produciendo así una reconstrucción de la experiencia. De esta actividad, el investigador realiza un recuento de las diversas ideas utilizando sus propios recursos lingüísticos tratando de recoger la visión de los participantes.

6. NARRACIÓN Y NARRATIVA SOBRE LA INQUIETUD ¿QUÉ PASA CUANDO CALENTAMOS EL AGUA?

La constitución de la actividad relativa al ámbito de la Termodinámica conllevó pensar en una nueva formulación desde donde se facilite la realización de un estudio del fenómeno en el cual se cuestionen las condiciones en que se desarrolla y facilite la emisión de enunciados y explicaciones desde las cuales se puedan caracterizar las perspectivas de conocimiento.

La experiencia propuesta se constituye en un insumo que junto a las consideraciones expuestas y las formulaciones identificadas en las investigaciones y experiencias dispuestas, permiten elaborar una reflexión sobre la relación entre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura. Esto desde la caracterización de las perspectivas que muestran los estudiantes participes de la actividad respecto a la situación planteada, que son posibles de evidenciar mediante las negociaciones que necesariamente se realizan a través del Lenguaje para hablar de la situación, las narraciones que elaboran los estudiantes para reconstruir la experiencia y las narrativas que permiten comprender y otorgarle un sentido a la vivencia, develando así una confluencia del mundo y la cultura en la Ciencia asumida como actividad.

Igualmente, resulta pertinente identificar las razones para examinar la relación entre los elementos mencionados a partir de la caracterización de la cosmovisión que tiene cada grupo de estudiantes teniendo como referencia las explicaciones que se construyen en relación cuando calentamos agua:

- El hecho de calentar agua y discutir sobre ello conlleva indagar la concepción de las comunidades partiendo de un ejercicio que se encuentra en lo cotidiano y que puede entremezclarse con una concepción asociada a la cualidad térmica de los cuerpos.
- Los estudiantes a partir de la interacción, configuran miradas y significados particulares desde los cuales le dan un sentido a su mundo, sin embargo, esta construcción conlleva el uso del lenguaje, y con este la constitución de la narración como un medio bajo el cual el yo se hace real.

- Los contextos donde se hacen uso de determinados conceptos facilitan una mirada a las imágenes de conocimiento que tienen los estudiantes y al proceso de significación en sí mismo.

6.1 Descripción de la actividad

La experiencia tiene como base la disposición de una cantidad particular de agua en un recipiente que puede ser de vidrio o metálico, según la formulación del grupo. Progresivamente se suministrará calor a dicha cantidad de agua mediante una fuente de calor (estufa), y posteriormente se recoge la reconstrucción de la experiencia desde la narración que se elabora en el grupo de estudiantes participantes de la experiencia.

La pregunta generadora fue ¿Qué pasa cuando calentamos agua?, se utilizaron como materiales: agua, un recipiente de vidrio, un recipiente de metal, estufa, termocupla y cronómetro. La actividad con cada grupo de estudiantes se realizó en cinco momentos, en la Tabla 4, se expone cada uno de ellos, la intención, actividades y hallazgos.

Tabla 4. Presentación de los momentos que constituyen el desarrollo de la actividad.

MOMENTO	INTENCIÓN	ACTIVIDADES	HALLAZGOS
¿Qué piensan y dicen los estudiantes respecto a la situación planteada?	Identificar las maneras de hablar y con ello reconocer las cosmovisiones de los estudiantes.	Generación de enunciados sobre el comportamiento del agua cuando se calienta, emisión de preguntas y explicaciones sobre particularidades que se mencionan.	Las primeras aproximaciones en los dos grupos hacen referencia al comportamiento de las moléculas de agua cuando se les transfiere calor o al cambio de temperatura que sufre el agua, lo cual permite una mirada sobre la concepción del sistema que tienen los estudiantes.
Explicación y mención de eventos y acontecimientos		Formulación de eventos, acontecimientos y situaciones de la vida cotidiana que acompañen y complementen las explicaciones previamente establecidas.	Se habla en los dos grupos del punto de ebullición, de la generación de vapor y burbujas, pero también, se retoman situaciones de la naturaleza como la evaporación de los ríos o las corrientes en el océano, para ejemplificar las afirmaciones. En este momento se tiene una primera caracterización de las cosmovisiones que presentan los dos grupos.
Diseño experimental	Formulación de la manera en que se analizará la situación, profundizando sobre la	Consideración de una cantidad de sustancia, así como de un número de muestras. Selección de una	En el grupo de estudiantes de Licenciatura en Física se evidencia una concepción de las variables como medio para predecir y se formula evidenciar movimientos en el agua. El grupo de estudiantes de Licenciatura

MOMENTO	INTENCIÓN	ACTIVIDADES	HALLAZGOS
	cosmovisión que poseen los estudiantes.	variable para el análisis. Elección de un recipiente que contenga el agua. Determinación del ritmo al que se le suministrará calor al recipiente.	en Artes Visuales se interesa por el proceso, los cambios y la no conservación, el movimiento del agua lo relacionan con la generación de burbujas, de las cuales se hacen un conjunto de observaciones.
Vivencia de las explicaciones	Construcción de explicaciones que se articularán en la narración, evidenciando las visiones sobre el mundo.	Realización de lo planteado en el diseño experimental, elaboración de dibujos y escritos en donde se detallen las observaciones. Discusión con los estudiantes sobre lo observado sobre la experiencia.	Se identifica que la manera en que se habla del comportamiento del agua es diferente en los dos grupos, por un lado se hace una presentación cuantitativa que sitúa como variable la Temperatura, mientras que por el otro, se hace una explicación más cualitativa que ubica el tiempo como variable desde la cual se entiende la situación.
Organización de las evidencias	Examen de los hallazgos y resultados de la situación en el aula.	Organización de las narraciones obtenidas, de los diagramas elaborados y diferentes materiales obtenidos para la elaboración de la narrativa.	Se evidencia que no se puede situar cada cosmovisión en una perspectiva en particular, puesto que se involucran aspectos tanto de la termodinámica clásica como de la termodinámica de los procesos irreversibles, no obstante, se puede identificar una tendencia hacia esta última perspectiva en tanto se concibe el sistema como abierto, fluctuante, enmarcado dentro de un esquema orden-desorden y cuyas variables no describen una linealidad.

6.2 Narración de la experiencia con los estudiantes

A partir de lo previamente establecido, se hace presentación de la narración de uno de los estudiantes de Licenciatura en Física, en donde hace una reconstrucción de la experiencia y permite tener una aproximación a la perspectiva de conocimiento que en particular este grupo posee.

“La actividad comenzó con una pregunta ¿Qué pasa cuando calentamos agua? Mis compañeros que se encontraban realizando el trabajo respondieron de primero pues llegué a considerar que quizás mi respuesta podía modificar un poco lo que ellos querían explicar, pues mi trabajo de grado estuvo muy relacionado con el tema de trabajo y la pregunta se me hacía algo fácil de responder.

Mi respuesta fue que habría que considerar muchas cosas: la primera, que es un sistema, entonces toca mirar donde está el agua, el fuego, la olla, y toca mirar

como dos fuentes: agua-olla y el fuego. Entonces la Termodinámica dice que se transfiere calor de la fuente de mayor energía a la de menor energía, por ende se sabe que la temperatura del agua va a aumentar, ¿pero por qué aumenta la temperatura del agua? Es porque la energía cinética de las moléculas va a aumentar conforme se les transfiera calor.

Posteriormente se propuso realizar algunas preguntas en relación a cómo podemos calentar agua y al principio se me hizo un poco complicado pues creo que en ocasiones saber algo del tema limita un poco pensar preguntas que traigan a contexto el tema a trabajar. Pero luego de pensar un poco hice las siguientes preguntas: ¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? ¿Habrá un punto en el que el agua no se caliente? ¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima? Pero el agua en movimiento se calienta, entonces ¿por qué no está más caliente? ¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? ¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal?

Esta pregunta fue a mí parecer la más controvertida de las preguntas que realice, pues se pusieron en discusión algunos conceptos de la Termodinámica que lograron dar respuesta a lo que pregunté, como la parte de la transferencia de calor del cuerpo con mayor calor al cuerpo de menor calor y además de ello se pensó en que si el calor es una forma de movimiento porque el mar estaba más frío que el ambiente cuando este tenía movimiento por el oleaje y su temperatura no es cálida.

Luego cada uno de mis compañeros fue exponiendo sus preguntas y su posterior explicación desde lo que se entendía, y en cada respuesta se generaba una pequeña discusión en donde el grupo intentaba responder la situación ilustrada en las preguntas, teniendo un componente básicamente físico.

Lo siguiente fue comenzar a escribir las respuestas que creíamos de forma grupal y de allí se tomaron algunos datos para realizar la otra actividad en la que nos dispusimos a realizar la actividad en relación a la pregunta inicial, es decir, comenzamos a calentar agua, para ello utilizamos un beaker y una olla de aluminio en las que colocamos iguales cantidades de agua y tomábamos la temperatura del agua cada minuto, para mirar el comportamiento del agua cuando se encontraba en estos recipientes. Se encontró que primero, que depende del recipiente juega un papel esencial a la hora de calentar el agua, pues algunos elementos son mejores transmisores de calor que otros. Lo segundo es que la temperatura del agua aumenta más rápido al inicio que cuando llega a su temperatura límite, que la asociamos al punto de ebullición, otra cosa fue que la cantidad de agua influye en el tiempo que tarda en calentarse, por ejemplo con 200ml llega en menos tiempo a su temperatura límite que utilizando 400ml de agua.

Para realizar esa actividad y llegar a deducir lo ya descrito, requerimos de realizar algunas gráficas, tomar tiempos y temperaturas del agua cuando estaba en el aluminio y el recipiente de vidrio, además de intentar en lo posible colocar los recipientes con el agua al mismo tiempo y que la fuente de transmisión mayor fuera la misma para ambos recipientes.”

De manera similar, se tiene la narración que corresponde a uno de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

“La experiencia que nosotros realizamos partía de una pregunta que orientaba toda la discusión y era ¿qué pasa cuando calentamos agua? Inicialmente esta pregunta se nos entrega a cada uno, quienes de manera individual debíamos responder la pregunta. Posteriormente, cada uno socializaba al grupo su respuesta indicando lo que sabíamos sobre lo que pasaba con el agua cuando la calentábamos. Alrededor de estas ideas, se planteó entonces hacer una discusión alrededor de unas preguntas en base al tema, argumentando cada uno de las respuestas, esto lo realizamos con el fin de determinar cómo íbamos a realizar posteriormente la experiencia.

Posteriormente realizamos la experiencia de hervir agua, para lo cual utilizamos dos recipientes, uno de vidrio y uno metálico, con el fin de ver cuál de ellos permitía que el agua hirviera más rápido, y tuvimos en cuenta la misma cantidad de agua para cada uno de los recipientes. En primera instancia, se midió la temperatura a la cual estaba cada uno de los recipientes, también la temperatura a la que íbamos a trabajar con cada uno de los recipientes para que fuera la misma. Posteriormente analizamos el proceso de una manera detenida, tuvimos en cuenta el origen de las burbujas y su desplazamiento pues en el interior de cada uno de los recipientes, también se observó posteriormente y ya finalizado el proceso, cuánta cantidad de agua se había convertido en vapor, tomando los datos respectivos y posteriormente concluimos algunas cosas, y esa fue la experiencia que realizamos.”

A partir de las narraciones establecidas, es preciso decir que la reconstrucción que los estudiantes realizan evoca dos instancias: en la primera de ellas, la manera en que se aproximan a la situación mediante las negociaciones y las consideraciones del diseño experimental, permiten observar maneras distintas de hablar de la situación, esto desde la identificación de enunciados y la formulación de unas variables que llevan a la idea de sucesivos estados de equilibrio o de proceso. En segunda instancia, la narración deja entrever la reconstrucción de la experiencia en tanto se hace mención de lo vivido y lo vivido mentalmente, así como del sentido que los estudiantes le encuentran a la situación planteada y las relaciones que identifican con la vida cotidiana. Con esto establecido, es preciso decir que la Ciencia se sirve como un escenario donde situaciones cotidianas se disponen como aspectos constructivos de conocimiento, adquiriendo éstas un sentido para las personas y posibilitando la identificación de algunos elementos desde los cuales se

puede caracterizar una perspectiva que se encuentra influenciada por el contexto que rodea a los estudiantes.

6.3 Narrativa de la actividad

A partir de lo establecido en las narraciones, que permiten observar la manera en que los estudiantes reconstruyen la experiencia y teniendo en cuenta las consideraciones establecidas en los momentos anteriores al desarrollo de la actividad, es posible elaborar la narrativa de todo el proceso descrito por los dos grupos de estudiantes, lo cual permitirá observar y caracterizar la perspectiva de conocimiento, esto teniendo como referencia las perspectivas dispuestas en el ámbito de la Termodinámica, en tanto son la base desde donde se facilita identificar la concepción del sistema, el tipo de descripción, la naturaleza de las explicaciones y la concepción de mundo que presentan los estudiantes.

6.3.1 Experiencia Grupo de estudiantes Licenciatura en Física

El desarrollo de la primera actividad con el grupo de estudiantes que tiene formación en física, en su primer y segundo momento relativo a la mención de eventos y acontecimientos, se da el desarrollo de una entrevista semiestructurada desde las preguntas propuestas por los estudiantes como consecuencia de la disposición de la pregunta construida ¿Qué pasa cuando calentamos agua?, de este ejercicio se puede establecer que estas personas a través de una primera consideración sobre la situación y de su posterior discusión, plantean una concepción del sistema mayoritariamente abierto en cuanto se hace referencia a que hubo una influencia de la temperatura del ambiente, también que la temperatura a la que ebulle el agua depende del lugar donde se esté desarrollando ese proceso de calentamiento, se hace referencia a que el humo que sale del agua no se puede decir que sea agua, pudo haber afectado el aire circundante y se plantean preguntas como ¿se conserva más el calor en un recipiente plástico que en uno de metal? Sin embargo, hay una afirmación en cuanto al sistema como cerrado, ya que una de estas personas afirma que:

“Hay que considerar muchas cosas: la primera, que es un sistema, entonces toca mirar donde está el agua, el fuego, la olla, y toca mirar como dos fuentes, agua-olla y el fuego, entonces la termodinámica dice que se transfiere calor de la fuente de mayor energía a la de menor”.

En cuanto al tipo de descripción, todos ellos manifiestan un tipo de descripción microscópica, hacen referencia a que hay un rompimiento de los enlaces de la molécula del agua debido al aumento de temperatura y por eso hay una evaporación, también que hay un cambio en la energía cinética de las moléculas que es lo que hace que aumente la temperatura a medida que se les transfiere el calor y también que hay una aceleración de las moléculas por el movimiento y la fricción entre algunas de ellas como consecuencia del calor lo cual causa un aumento en la temperatura del agua. Posteriormente en la naturaleza de las explicaciones, hay dos ámbitos que tratan ellos en sus afirmaciones, que es la no linealidad y el cambio y el proceso. De otro lado plantean dos preguntas fundamentales, ¿Un centímetro de agua puede hervir en un segundo? ¿Habría un punto en el que el agua no se caliente?, en ese sentido se cuestionan si hay una relación sobre la cantidad de agua y el tiempo de ebullición, si siempre describe el mismo comportamiento el agua en cuanto a dicho fenómeno. Respecto al cambio y el proceso, plantean dos preguntas: ¿Qué cambio tiene el agua cuando se calienta? y ¿Se debe tener en cuenta cuando el agua está caliente o cuando se calienta? esta pregunta particularmente cuando se elabora se hace con el objetivo de cuestionar la manera en que se analiza la situación en cuanto a si se debe tener en cuenta el estado inicial y final para dar cuenta del comportamiento del agua o si es necesario elaborar algunas construcciones respecto a todo el proceso que tiene que pasar el agua para llegar al punto de ebullición y que implica una serie de cambios.

Posteriormente, se identifican un conjunto de afirmaciones respecto a la concepción del mundo que pueden enmarcarse dentro del esquema orden-desorden, en cuanto identifican que si hay un movimiento en el agua y lo relacionan con movimiento del aceite cuando se está calentando, entonces dos las afirmaciones respecto a ello son:

“El agua comienza a circular, tiene que ver con las densidades, una de las dos partes del líquido es más densa que la otra, entonces lo que hace es que cuando se va calentando va circulando y va rotando, son como corrientes, es como cuando se congela el agua, la parte de arriba se congela y baja [...]”

“¿Cómo se produce el movimiento del agua en un beacker y por qué se produce? El aceite se mueve, con el agua es similar”.

También se formula una pregunta muy particular y específica que rompe con un pensamiento homogéneo y es ¿las moléculas de agua en el momento en que se están

calentando, están estáticas? Lo cual está en consonancia con esas explicaciones microscópicas que se daban anteriormente y que conciben ciertas fluctuaciones.

En el tercer momento, relativo al diseño experimental, en el momento en que ellos plantean un conjunto de variables que van a tomar como base de su análisis, que fueron la temperatura del agua, tiempo de ebullición, cantidad de agua, temperatura del ambiente y de la fuente de calor, dan cuenta de un sistema abierto, donde se consideran las condiciones iniciales como punto de partida para la elaboración de reflexiones. De otro lado, en su argumentación respecto a la elección de estas variables y en el proceder que se iba a llevar a cabo para su análisis, se deja entrever que la naturaleza de las explicaciones cambia un poco en cuanto se retoman elementos causales, deterministas y no reduccionistas:

“Las variables a medir) permiten ver el comportamiento del agua al exponerla a una fuente caliente bajo diferentes condiciones iniciales y hacer hipótesis. Permite hacer predicciones sobre el comportamiento del agua.”



Ilustración 3. Experiencia estudiantes de Licenciatura en Física.

No obstante, el no reduccionismo que se identifica en lo que estas personas afirman, es que se pueden concebir distintas cantidades de agua y con ello examinar el punto de ebullición, para comprobar si siempre es el mismo acorde a la teoría o si cambia de acuerdo con las cantidades y al recipiente que se disponga:

“Se quiere ver la variación de comportamiento con diferentes cantidades de agua. Es como cuando uno hace sopa, para muchas personas eso se demora. Podemos ver diferentes cantidades de agua, y con eso el punto de ebullición, para comprobar si es el mismo.”

Sin embargo, la concepción de mundo que se tiene en el diseño experimental sigue acorde al esquema orden-desorden planteada en el primer y segundo momento, en cuanto ellos pretendían evidenciar el movimiento del agua, estableciendo que ello se evidenciaría durante todo el proceso y que el agua iba a empezar a moverse desde antes de bullir, para

ello fue que dispusieron tanto el café como el color y las grabaciones que se realizaron, donde identificaron que si había un movimiento de circulación del agua en el momento en que se estaba calentando.



Ilustración 4. Observación movimiento del agua mientras es calentada.

Posterior al diseño experimental, después de haber elegido las variables, identificar los recipientes donde se iba a calentar el agua, los instrumentos de medición y la evidencia de ese diseño, que básicamente fue colocar un recipiente de aluminio y uno de vidrio con una cantidad conocida de agua, ellos eligieron particularmente 200, 300 y 400 ml como casos particulares de estudio, después de esa disposición, determinaron la temperatura del agua con una termocupla durante un tiempo específico, todos estos datos consignados en tablas de tiempo y de temperatura para cada recipiente respecto a una temperatura de la fuente, datos que posteriormente les permitirían elaborar gráficas de temperatura contra tiempo que les posibilitaron deducir que no hay una proporcionalidad lineal cuando se calienta el agua, porque al inicio, ellos establecieron que no había dicha tendencia pero a ciencia exacta no sabían cómo era.

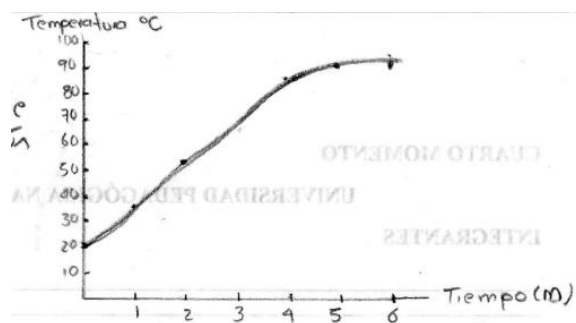


Ilustración 5. Gráfica de Temperatura vs Tiempo construida por los estudiantes de Licenciatura en Física.

También identificaron una variación de lo que es el tiempo que se demora el agua para llegar a su punto de ebullición esto en cuanto a las cantidades de agua, puesto que si la

cantidad era menor, el tiempo para que el agua aumentara su temperatura era menor e igualmente establecieron el efecto de los recipientes, afirmando que el aluminio permitía que la temperatura del agua aumentara más rápido que en el recipiente de vidrio. En este análisis, la temperatura del ambiente se estableció como una condición inicial que infiere en el comportamiento del agua, ya que previamente se hizo referencia a ella en tanto se identificó que calentar agua no es igual en invierno que en verano, deduciendo que se necesitaría un tiempo diferente de exposición del agua ante la fuente que le suministra calor para cada caso, también, que la humedad del ambiente influye cuando se calienta agua.

A partir de dicho desarrollo, la entrevista semiestructurada, las narraciones y la narrativa, todas ellas en conjunto, permiten la elaboración de los siguientes diagramas que caracterizan su perspectiva de conocimiento.

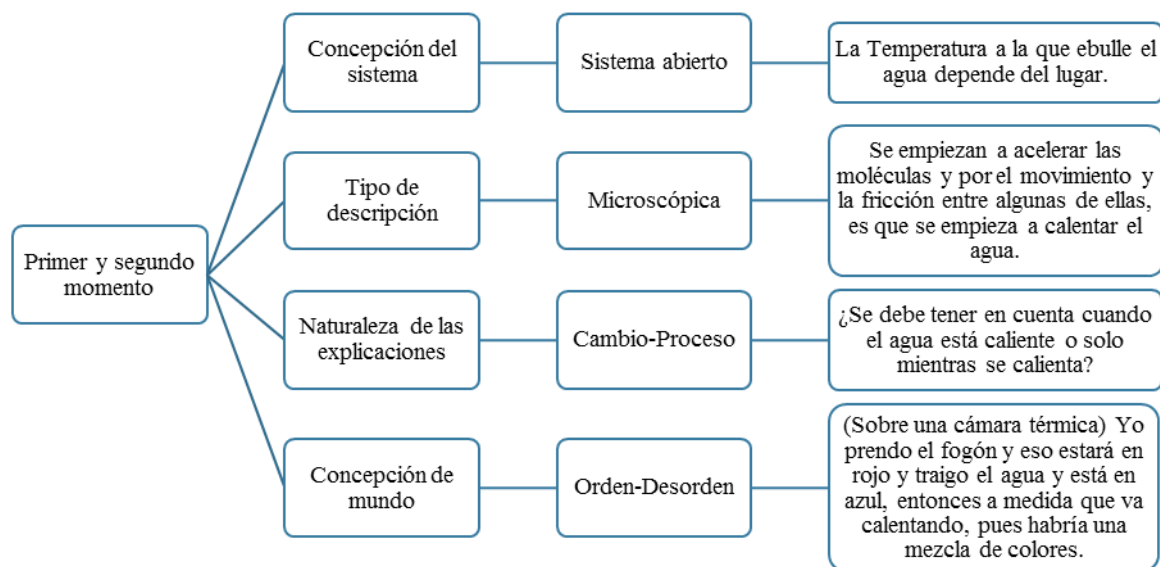


Ilustración 6. Características de la perspectiva mostrada en el primer y segundo momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Física.

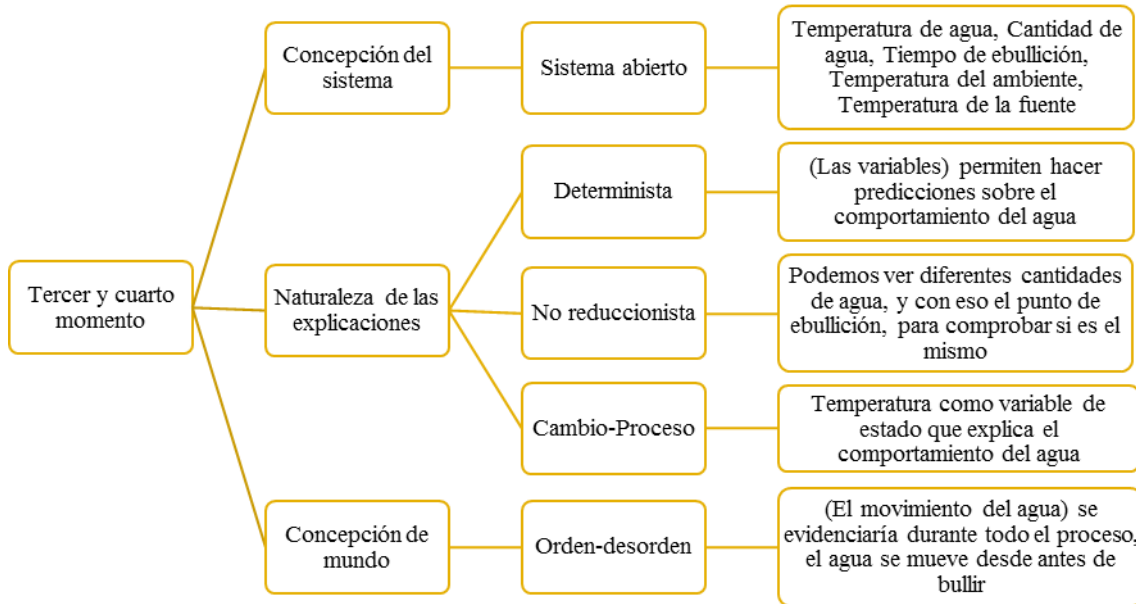


Ilustración 7. Características de la perspectiva mostrada en el tercer y cuarto momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Física.

Con estos elementos establecidos, es preciso mencionar que la experiencia desarrollada con los estudiantes de Licenciatura en Física permite la caracterización de una perspectiva de conocimiento a partir de un dinamismo entre Ciencia, Lenguaje y Cultura, puesto que la relación entre estos tres elementos se expresa en la construcción grupal de explicaciones que se vinculan a la Termodinámica sobre el comportamiento del agua cuando es calentada, involucrando situaciones contextuales, así como en la organización y reconstrucción de la experiencia articulada en el discurso y la narración, aspectos que posibilitan la distinción de un conjunto de particularidades que se traducen en maneras de entender el mundo, no obstante, este ejercicio de identificación y caracterización sobrepasa lo referencial del Lenguaje, abarcando lo ideal en búsqueda del sentido que las personas otorgan a los fenómenos, que por demás, se encuentra enmarcado dentro de esa red de significación que denominamos Cultura.

6.3.2 Experiencia Grupo de estudiantes Licenciatura en Artes Visuales

El desarrollo de la actividad con los estudiantes de Licenciatura en Artes partió de la consideración de la pregunta generadora ¿Qué pasa cuando calentamos agua? En principio estas personas lo asociaron a la vida cotidiana, al hecho de preparar café o alimentos, pero posteriormente establecieron que de la situación se podían decir muchas cosas, por tanto,

tomaron un tiempo para pensar en una respuesta. De esta manera, en el primer y segundo momento de la actividad, en donde se identifican eventos y acontecimientos tales como la ebullición y hervir, palabras que suelen tener el mismo significado para ellos al igual que calor y temperatura, se establece una discusión desde la generación de preguntas dada la situación, lo cual se constituye en una entrevista semiestructurada direccionada por los participantes.

Es así como se puede identificar una concepción del sistema claramente abierto, puesto que se hacen afirmaciones sobre la influencia de la temperatura del ambiente en el momento en que se calienta el agua, así como situaciones análogas al comportamiento de ríos y cantidades de agua dejadas a la intemperie.

“Hay un choque de temperaturas, frío y caliente. La olla primero tiene que empezar a calentarse para poder calentar el agua. El agua empieza a tomar la temperatura de su ambiente.”

En el momento en que se habla de las moléculas y los átomos, es posible tener un tipo de descripción microscópica, no obstante, el hablar de la temperatura como algo que da cuenta del agua, puede concebirse como una descripción macroscópica, siendo esto un hecho que está en consonancia con la heterogeneidad que se puede presentar en los grupos al explicar una situación. De otro lado, cuando los estudiantes de artes mencionan relaciones proporcionales entre temperatura, tiempo y cantidad de agua, dejan entrever una mirada causal que puede ser consecuencia de una educación en ciencias que se limitaba a la expresión de ecuaciones, sin embargo, para ellos calentar agua no termina en el momento en que se convierte en vapor, sino que son conscientes de que luego esto puede ascender y convertirse en lluvia, cumpliendo así con una serie de cambios, siendo ello la naturaleza de sus explicaciones:

“Debe haber alguna relación de proporción entre temperatura, tiempo y cantidad de agua, y depende de la temperatura a la que uno lo ponga.”; “El agua se evapora y sube, y se transforma en nubes. En el mar y los ríos nada los calienta pero la temperatura hace que el agua se convierta en vapor y suba.”

Por último, cuando discuten sobre el movimiento en el agua, que asocian a la generación de burbujas que fue el acontecimiento que identificaron y les causó mayor inquietud, establecen que si se da un movimiento pero hasta cuando hierve, no obstante, se hace una

distinción entre hervir y bullir, en donde consideran que el primer término designa el proceso cuando se le aplica calor, mientras que el segundo está relacionado a la generación de vapor, por tanto se admite que el agua no está estática, facilitando ello la ubicación de la concepción dentro de un esquema de orden-desorden que da cuenta de una particular concepción de mundo.

En el tercer y cuarto momento de la actividad, en donde se establece el diseño experimental así como la vivencia del mismo, se plantean tres experiencias: la determinación del tiempo de ebullición de medio litro de agua en un recipiente de aluminio, la comparación de dicho registro con el tiempo de ebullición de la misma cantidad de agua en un recipiente de vidrio así como la descripción de su comportamiento en términos de generación de burbujas y vapor teniendo como referencia el tiempo, y la determinación de la cantidad de agua que se convierte en vapor posterior a la ebullición.



Ilustración 8. Experiencia estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

Así pues, se conserva una concepción del sistema abierto en tanto se hace medición de la temperatura ambiente, de la temperatura del vapor y de la temperatura del agua cuando se le transfiere calor, identificando que son diferentes y que hay una relación entre las mismas, lo cual les permite a los estudiantes tener argumentos para superar una imagen homogénea y reduccionista de la situación. De otra parte la medición de la temperatura inicial, final y del medio, que establecen al registrar la temperatura de ebullición en la primera experiencia, se podría pensar no está asociada con la idea de proceso, sin embargo, las descripciones que se realizan, la identificación de los cambios que tiene el agua indican todo lo contrario, en ese sentido, para ellos el tiempo fue la variable que les permitió explicar el comportamiento del agua y la situaron como explícita, mientras que la

temperatura ocupó un lugar secundario, todo ello configurándose como la naturaleza de las explicaciones para los momentos mencionados:

“Observamos los cambios que tenía el agua y los apuntamos para obtener los resultados y experiencias físicas cuando hervía el agua y los cambios que obtenía el agua al generársele calor, o sea se miró todo el proceso y se comparó con las preguntas que se habían realizado anteriormente.”

5:35 → Metal
6:35 → Vidrio
Al poner el medidor en el fondo aumenta 1°C la temperatura. Se evaporan 5ml en el de vidrio
Exp 3.
Después de hervir, + 5°C. Burbujas mucho + grand
Y se originan de puntos específicos. Vapor: 70°C,
H₂O en movimiento. Desminuye 50 ml aprox en vidrio

Ilustración 9. Descripción del comportamiento del agua de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

Por último, la concepción de mundo ligada al esquema orden-desorden no cambia en absoluto, puesto que se ubica la generación de burbujas como un acontecimiento importante que permite dar cuenta del movimiento del agua, aún más, los estudiantes identifican que dicho evento va describiendo unos cambios en términos de tamaño, velocidad y ubicación, los cuales asumen como indicadores de progresivos nuevos estados que va tomando el agua para alcanzar la ebullición:

“Analizamos el proceso de una manera detenida, tuvimos en cuenta el origen de las burbujas y su desplazamiento pues en el interior de cada uno de los recipientes, también se observó posteriormente y ya finalizado el proceso, cuánta cantidad de agua se había convertido en vapor.”



Ilustración 10. Determinación de la pérdida de agua que se convierte en vapor.

A partir de lo mencionado en la narrativa, y apoyados tanto en la entrevista semiestructurada como en las narraciones, es posible elaborar una caracterización de la perspectiva de conocimiento de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

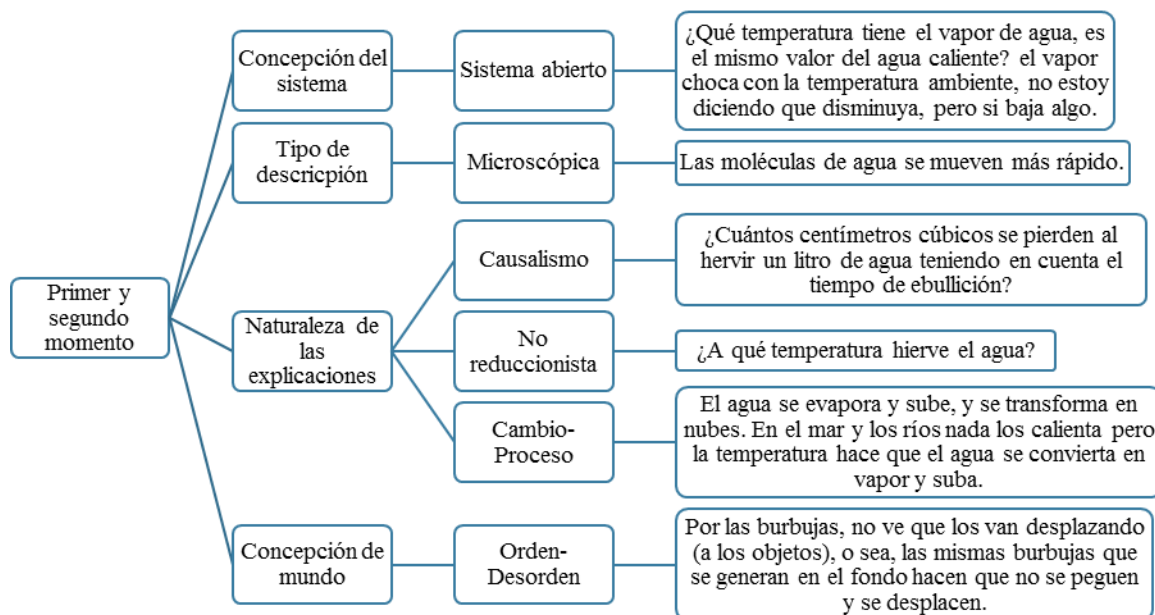


Ilustración 11. Características de la perspectiva mostrada en el primer y segundo momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

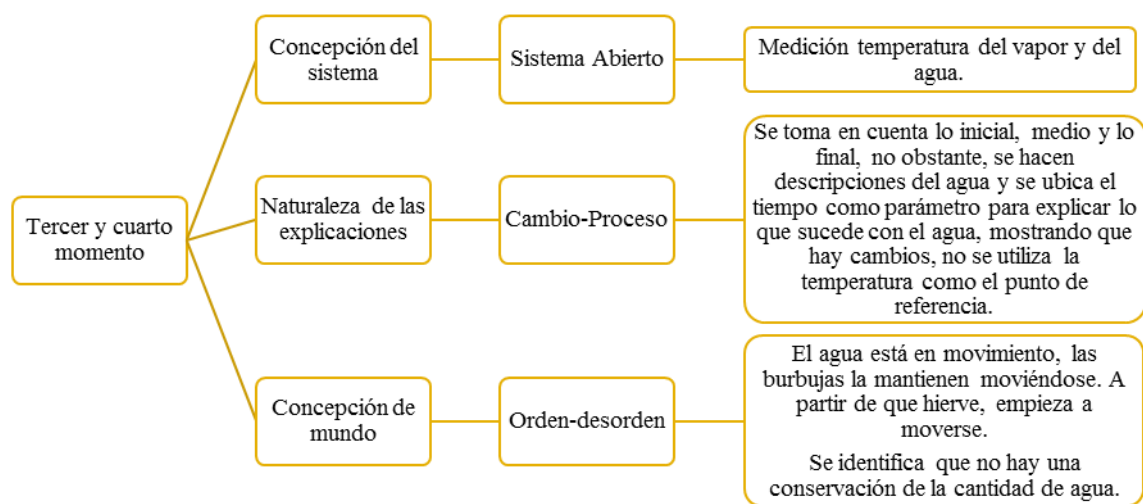


Ilustración 12. Características de la perspectiva mostrada en el tercer y cuarto momento por parte de los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales.

La experiencia desarrollada con los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales presentó marcadas diferencias respecto a la experiencia llevada a cabo por los estudiantes de Licenciatura en Física, puesto que se presenta un distanciamiento de la Ciencia por considerarla un conjunto de ecuaciones a las cuales es difícil encontrarles un sentido, no obstante, la actividad conlleva una nueva formulación donde se observa la disposición de un escenario de construcción de conocimiento en donde todas las personas pueden participar.

De otra parte, el análisis realizado por este grupo de estudiantes se elaboró de una manera cualitativa, sin uso de tablas o gráficas, hacia las cuales no sienten preferencia alguna, no obstante, esta construcción pone en explícito una relación con la perspectiva de los procesos irreversibles al establecer el tiempo como una variable explicativa del comportamiento del agua cuando se estaba calentando y que se describe al hacer alusión a los cambios que los estudiantes observan en términos de generación de burbujas, generación de vapor, movimientos en el agua y demás.

Por último, teniendo en cuenta las formulaciones establecidas en la revisión de las investigaciones y experiencias sobre la Ciencia, el Lenguaje y la Cultura, en donde se evidencia que no se ha establecido una relación entre estos elementos, así como la constitución de los referentes teóricos y el análisis de la actividad formulada y desarrollada desde la cual fue posible configurar una perspectiva de conocimiento para dos grupos de estudiantes, es posible afirmar que la relación existente parte de la consideración de la Cultura como contexto, en donde la Ciencia, se asume como actividad en tanto construcción de conocimiento que se da desde lo colectivo, constituyéndose dicho carácter a partir de la configuración de negociaciones de significados y circulación de pensamientos mediante el uso del Lenguaje expresado en discurso, el cual deja entrever las perspectivas de conocimiento particulares de las personas, la organización de experiencias y la búsqueda de un sentido coherente con una red de significación construida por el hombre.

7. CONSIDERACIONES FINALES

A partir de las consideraciones formuladas respecto a Ciencia, Cultura y Lenguaje, así como la situación dispuesta y desarrollada por los estudiantes de Licenciatura en Física y Licenciatura en Artes Visuales, fue posible identificar una relación entre los tres elementos dispuestos, en la medida que la Ciencia, concibiéndola de una manera tal en la que no se sobrevalore como el sistema cultural más importante, se sitúa como un espacio de encuentro, de recreación de la Cultura y de interpretación, en tanto permite la disposición de negociaciones de significados y la consecución de consensos entre todas las personas dado el carácter social del conocimiento, así como la expresión, circulación y modificación de pensamientos, en este sentido, lo que facilita dicho ejercicio, que es el lenguaje, se constituye en un medio que facilita el intercambio, sirviéndose así como evidencia de la perspectiva de conocimiento de cada individuo, que se da desde las consideraciones dentro de una colectividad, que por demás, pueden presentar particularidades y aspectos en común, esto en consecuencia del contexto desde el cual se configura una perspectiva de conocimiento.

Esta aseveración es posible visualizarla cuando se desarrollan los respectivos momentos de la actividad propuesta en cada uno de los grupos, teniendo como base la discusión, donde se hacen afirmaciones que involucran hechos de la vida diaria o de lo que deviene del sentido común, pero desde donde también es posible identificar algunos elementos particulares que dan cuenta de una concepción del sistema, un tipo de descripción, una formulación acorde a las explicaciones dadas y una concepción de mundo, aspectos que conjugan la perspectiva clásica y la perspectiva de procesos irreversibles al interior de la Termodinámica, pero que no se reducen en conjunto a alguna de las dos debido a que cada perspectiva contiene vestigios dados por un desarrollo histórico, en ese sentido, siempre se conservará algo de las maneras de pensar anteriores.

De otra parte, el lugar otorgado al lenguaje supera lo referencial, para abrazar la esfera del significado y el sentido, aspectos que influyen en la constitución del yo a partir de la reconstrucción de lo vivido, siendo este un ejercicio que puede tener como base algo que se realiza en la vida cotidiana. Particularmente, esto queda en evidencia cuando los

estudiantes participes de la actividad manejan términos que en principio resultan diferentes para poder hablar sobre la situación, puesto que en un grupo se tienen conceptos tales como calor específico, capacidad calorífica, estado, energía, fricción y demás, mientras que el otro grupo habla desde lo vivencial y lo aprendido en la educación secundaria, no obstante, afirman que pensar en algo de la vida diaria como calentar agua supone un conjunto de consideraciones sobre las que regularmente no se reflexiona, específicamente, los estudiantes de Licenciatura en Física plantearon que a pesar de su formación, habían temáticas y fenómenos que se escapaban a sus conocimientos, y que cosas tan simples pueden conllevar toda una problemática que no es tan fácil de ser abordada.

De una manera similar, la actividad desarrollada con los dos grupos de estudiantes de licenciaturas distintas facilita identificar la variación del significado que se concede a algunas palabras que se manejan al interior de la Ciencia como consecuencia de las imágenes de conocimiento que se manejan, puesto que claramente los estudiantes de Licenciatura en Física hacen distinción de la Temperatura y el Calor, así como de hervir, bullir y evaporar, sin embargo, los estudiantes de Licenciatura en Artes visuales suelen asumirlos como sinónimos, esto claramente por la formación que han tenido, por la selección y constitución de los problemas de conocimiento que realizan, que no involucran el ámbito de la Ciencia y que se expresan en una actitud distanciada hacia lo metódico-formalizado, así como el manejo que se tiene de dichos términos en la vida diaria y que en algún momento se reconoce como indiscriminado.

De otro lado, pensar en la educación implica situarla como un camino de vinculación de la persona con la cultura, en tanto hacer a cada individuo participe del espíritu de foro en el que esta se recrea, de la negociación, de la recreación del significado. Pero esta conclusión contradice un conjunto de tradiciones de la pedagogía heredadas de otras épocas, que se sustentan en otra interpretación de la cultura y en una concepción de la educación desde la autoridad, siendo esto una pedagogía que concebía el proceso de enseñanza solamente como transmisión de conocimientos de aquellos que sabían más a aquellos que sabían menos.

En este orden de ideas, situarse en la enseñanza de las ciencias tiene como consecuencia reformular un conjunto de métodos que la convierten en una actividad de un grupo reducido

al interior de la sociedad, concibiendo así un proceso donde la Ciencia como sistema cultural ha de observarse como algo dinámico, y así mismo, inacabado, donde tienen lugar las vivencias, creencias y costumbres de una cultura, siendo esta una conjunción que permite el despertar de la investigación en los estudiantes, la consideración de las diferentes cosmovisiones de las personas y los diferentes actos que se dan en la vida cotidiana. De esta manera y como lo afirman Chaparro, González, Orozco, Pedreros y Vallejo (1996): “Los propósitos centrales de la enseñanza de las ciencias consisten precisamente en contribuir a inscribir la cultura de la cotidianeidad en un contexto donde la ciencia contemporánea haga sentido a las nuevas generaciones” (p. 27).

Por último, resulta preciso decir que el presente trabajo aporta a la Línea de Profundización La Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural y al Departamento de Física en cuanto presenta una reflexión en donde elementos que parecieran cumplir papeles secundarios en la configuración e institucionalización de la Ciencia, se convierten en piezas fundamentales para comprender la construcción del conocimiento dentro de esta área, ejercicio que permite superar la concepción de la Ciencia como reflejo de la realidad, completamente objetiva y separada de los individuos, para darle paso a una visión en donde se pueden identificar conexiones entre: Ciencia, Sociedad, Contexto Cultural e Historia, todo ello vinculado a una visión más general, sistémica, que se encuentra enmarcada en una nueva racionalidad, el pensamiento complejo. En este orden de ideas, en futuras investigaciones valdría la pena preguntarse ¿De qué manera se configuraron las ideas relativas al pensamiento complejo? ¿Qué relación puede describir este proceso con la Filosofía de la Ciencia? ¿Qué elementos pueden acompañar una nueva conceptualización de la Ciencia?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala, M., Guerrero, G., y Malagón, J. (2004). La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. *Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 7, 80-91.

Balash, M., y Montenegro, M. (2003). Una propuesta metodológica desde la epistemología de los conocimientos situados: Las producciones narrativas. *Encuentros En Psicología Social*, 1 (2), 44-48. Recuperado de https://www.academia.edu/762651/Una_propuesta_metodol%C3%B3gica_desde_la_epistemolog%C3%ADa_de_los_conocimientos_situados_Las_producciones_narrativas

Bautista, G., y Rodríguez, L. (1996). La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. *Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 2, 65-73.

Berger, P., y Luckmann, T. (1984). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Bruner, J. (2001). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.

Bruner, J. (2003). *La fábrica de historias. Derechos, literatura, vida*. México: FCE.

Bruner, J. (2004). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.

Carbonell, E., y Hortolá, P. (2009). La naturaleza del conocimiento objetivo: algunas reflexiones en torno a la ciencia y su contexto social. *ARBOR ciencia, pensamiento y cultura*, 185 (738), 853-859. Recuperado de <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewArticle/335>

Chaparro, C., González, J., Orozco, J., Pedreros, R., y Vallejo, J. (1996). *Introducción a la física de procesos desde una perspectiva fenomenológica*. Bogotá: El fuego Azul.

Cisneros, M. (2011). Ciencia y lenguaje en el contexto académico. *Lenguaje*, 36 (1), 117-137. Recuperado de

<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2799/2/Rev.%20Lenguaje.No.36%281%29,p.117-137,2008.pdf>

Coburn, W. (1991). *Worldview theory and science education research: fundamental epistemological structure as a critical factor in science learning and attitude development*. Manhattan, KS: National Association for Research in Science.

Cuadrado, G. (2004). Metáfora, ciencia y cultura: propuesta de una nueva tipología para el análisis de la metáfora científica. *Ibérica*, 7, 53-70. Recuperado de <http://www.aelfe.org/documents/text7-Cuadrado.pdf>

Córdova, L. (2004). Investigación-acción en la sala de clases sobre las creencias de la cultura de la ciencia de un grupo de estudiantes universitarios y su relación recíproca con el aprendizaje de las ciencias biológicas (Tesis de Doctorado). Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/305118982>

Daza, E. (2004). *La teoría del caos: una aproximación al atractor de Lorenz* (Monografía). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Delgado, C., y Sotolongo, P. (2006). La complejidad y el nuevo ideal de racionalidad. En: C. Delgado y P. Sotolongo. *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*, (pp. 35-45). Buenos Aires: Colección campus virtual de CLACSO.

De Gortari, E. (1960). Causalidad y determinismo. *Diánoia*, 7(6), 22-43.

de Jaime, M., y Llorens, J. (1987). El medio cultural y la formación de los conceptos científicos: una aproximación lingüística. *Infancia y aprendizaje*, 39-40, 47-55. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=749242>

de Jaime, M., y Llorens, J. (1989). La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias. *Investigación y experiencias didácticas*, 7 (2), 111-119. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51244/92988>

Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Sociedad colombiana de epistemología*, 3 (10-11), 65-80.

Fleck, L. (1986). *La génesis y desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Madrid: Alanza editorial.

Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.

Galaty, D. (1999). La polémica sobre la objetividad de la ciencia. *Contextos*, 17-18 (33-36), 13-29. Recuperado de dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/853178.pdf

Garay, F. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Ciencia & educação*, 17 (1), 51-62. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019455004>

Geertz, C. (2003). *Descripción densa: hacia una teoría interpretativa de la cultura*. En C. Geertz, *La interpretación de las culturas* (pp. 19-41). Barcelona: Gedisa Editorial.

González, L. (2012). *La ciencia como discurso. Un análisis semiótico de la física* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Guba, E., y Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research. En N. K. Denzin y Y.S. Lincoln (Ed), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.

Gutiérrez, B. (2003). La historia del lenguaje científico como parte de la historia de la ciencia. *Asclepio*, 55 (2), 7-25. Recuperado de <http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/viewArticle/101>

Laszlo, E. (1990). *La gran bifurcación*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista IIPSI*, 9 (1), 123-146. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf

Mayoral, D. (2005). La teoría de los códigos desigualdades lingüísticas en educación. *Revista internacional de sociología*, 63 (41), 109-135. Recuperado de <http://revintsociologia.revistas.csic.es/index.php/revintsociologia/article/viewArticle/216>

Molina, A. (1994). Algunas consideraciones acerca del conocimiento desde la perspectiva de la cultura.

Molina, A. (2010). Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y el contexto cultural. *Revista EDUCyT*, 1, 86-104. Recuperado de <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/1809>

Molina, A., y Segura, D. (1991). Las ciencias naturales en la escuela. *Investigación en la Escuela*, 14, 19-34.

Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Ciudad de México: Editorial Gedisa.

Pedrerros, R. (2014). Modos de pensar y hablar sobre el equilibrio térmico: significados y contextos de uso en las ciencias de la naturaleza. *Tecné, epistemé y didaxis*, 35, 113-132. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n35/n35a06.pdf>

Perilla, L. (2007). *Recorriendo diferentes senderos, del equilibrio al no equilibrio* (Tesis de Especialización). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Prigogine, I., y Stengers, I. (1997). *La nueva alianza, metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Ramos, C. (2009). *Tejiendo cosmologías: educación en ciencias naturales en contextos interculturales, el caso del clima y los ciclos naturales ligados al sol y a la luna en Toribío Cauca* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Reeder, H. (2007). *Lenguaje: dimensión lingüística y extralingüística del sentido*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Ribes-Iñesta, E. (2007). Lenguaje, aprendizaje y conocimiento. *Revista mexicana de psicología*, 24 (1), 7-14. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2430/243020635002.pdf>

Sepúlveda, A. (1995). Sobre causalidad y determinismo. En: A. Sepúlveda. *Los conceptos de la física evolución histórica* (pp. 152-156). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

ANEXOS

ANEXO 1

Actividades desarrolladas con los estudiantes de Licenciatura en Física Entrevista semiestructurada

Estudiante	Consideraciones
Estudiante 1	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Hay que considerar muchas cosas: la primera, que es un sistema, entonces toca mirar donde está el agua, el fuego, la olla, y toca mirar como dos fuentes, agua-olla y el fuego, entonces la termodinámica dice que se transfiere calor de la fuente de mayor energía a la de menor energía, por ende se sabe que la temperatura del agua va a aumentar, ¿pero por qué aumenta la temperatura del agua? Es porque la energía cinética de las moléculas va a aumentar conforme se les transfiera calor.</p> <p>Preguntas construidas ¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? ¿Habrá un punto en el que el agua no se caliente? ¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima?</p> <p>¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? Depende de la cantidad de calor que se le está transfiriendo a ese centímetro cúbico de agua, es decir, se puede calentar en un segundo o en menos de un segundo, o no, porque depende de la fuente, porque si la fuente de calor es menor al calor específico del agua y a la cantidad de agua, entonces no puede calentarse en un segundo, y también depende en donde esté el recipiente. Al principio tiene que hervir porque si está en contacto hierve rápido, pero después pasa por un proceso de refrigeración porque viene la otra oleada y está más fría.</p> <p>¿Habrá un punto en el que el agua no se caliente? El hielo no significa que el agua esté fría. En perspectiva puede que esté más caliente en relación a algo más hielo, pensemos en las capas de hielo.</p> <p>¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima? Pero el agua en movimiento se calienta, entonces ¿por qué no está más caliente? Según los trabajos de Joule, solo en la caída de agua, su temperatura aumenta por lo menos un grado Celsius.</p> <p>¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? Cuando está caliente, el humo tiende a subir. La única función del recipiente es contener el agua y transferir el calor.</p> <p>¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal? Se conserva más en uno plástico, porque no se enfría tanto como un recipiente metálico. Hay dos fuentes, la del agua y la del ambiente, ¿Pero cuál es más grande? La del ambiente, entonces se va a equilibrar térmicamente con la del ambiente.</p>
Estudiante 2	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? El agua comienza a circular, tiene que ver con las densidades, una de las dos partes del líquido es más densa que la otra, entonces lo que hace es que cuando se va calentando va circulando y va rotando, son como corrientes, es como cuando se congela el agua, la parte de arriba se congela y baja... hay diferencias de densidades a medida que se calienta el agua.</p> <p>Preguntas construidas</p>

Estudiante	Consideraciones
	<p>¿Cómo se vería el proceso de calentar agua en una cámara térmica? ¿Las moléculas de agua al momento de calentarla son estáticas? ¿Cómo aumenta la temperatura al calentar el agua? ¿Cada minuto calienta lo mismo? En algunos lugares de la naturaleza el agua está a temperatura alta, ¿Esta se calienta de la misma forma que en un recipiente? ¿Es lo mismo calentar agua salada que agua dulce? ¿Cómo se relacionan las corrientes marinas con calentar agua?</p> <p>¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? Si yo quisiera calentar un tornillo pues lo caliente, pero si yo quisiera calentar la cúpula del campín, es muy grande (sobre la cantidad de agua). ¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima? Eso tendría que ver con la presión atmosférica, porque lo caliente fluye hacia arriba, entonces digamos que en el mar toda la presión atmosférica actúa sobre el mar. ¿Cómo se vería el proceso de calentar agua en una cámara térmica? Yo pensaría que es ascendente, igual es complicado ver más allá del agua, porque como está en un recipiente. Yo prendo el fogón y eso estará en rojo y traigo el agua y está en azul, entonces a medida que va calentando, pues habría una mezcla de colores, puede ir ascendiendo o pueden irse mezclando. ¿Cómo aumenta la temperatura al calentar el agua? ¿Cada minuto calienta lo mismo? Nosotros hicimos el experimento pero no me acuerdo cómo es la gráfica. ¿Cómo se relacionan las corrientes marinas con calentar agua? Son corrientes de agua dentro del mismo océano que son calientes y van rápido. Entonces cuando uno calienta agua, pasa lo mismo, se generan corrientes que son cíclicas. ¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? Es igual que cuando uno se entra a bañar, que le sale humo del cuerpo. Una cosa es humo y otra es vapor.</p>
Estudiante 3	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Hierve.</p> <p>Preguntas construidas ¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? ¿Influye en algo si se calienta el agua en una estufa eléctrica o una a gas? ¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal? ¿Se debe tener en cuenta cuando el agua está caliente o solo mientras se calienta?</p> <p>¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? Se evaporan las moléculas del agua. ¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal? Se conserva más en uno plástico, porque no se enfría tanto como un recipiente metálico. Hay dos fuentes, la del agua y la del ambiente, ¿Pero cuál es más grande? La del ambiente, entonces se va a equilibrar térmicamente con la del ambiente. ¿En invierno el agua se calienta de igual forma que en verano? Tiene que ver con la humedad.</p>
Estudiante 4	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Aumenta la temperatura cuando se le aplica calor.</p> <p>Preguntas construidas ¿Qué cambio presenta el agua cuando se calienta?</p>

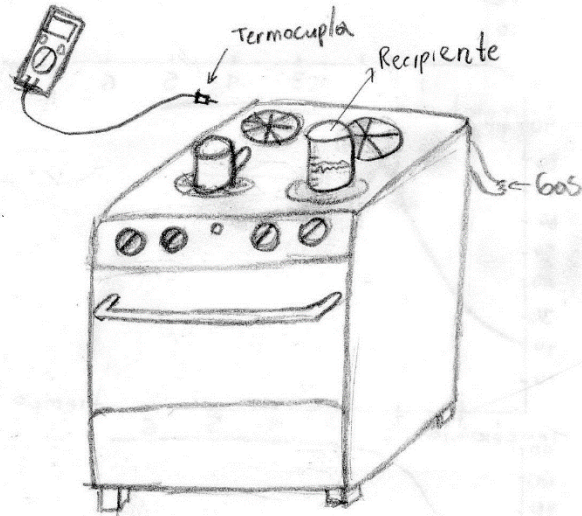
Estudiante	Consideraciones
	<p>¿De qué maneras se puede calentar el agua? ¿Es lo mismo calentar agua que otra sustancia?</p> <p>¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? Si el agua se mantuviera estática, uno pensaría que la temperatura llegaría a ser mayor a la que uno nota, porque si daría la oportunidad de que la temperatura del ambiente influyera, pero además es muy grande (sobre la cantidad de agua en el mar). No alcanza a ser suficiente la temperatura para calentar el agua.</p> <p>¿Habrá un punto en el que el agua no se caliente? El de ebullición, el agua no se va a calentar a más de esa temperatura. La temperatura del agua puede ser mayor a su punto de ebullición dependiendo del lugar en donde esté, si es un lugar más húmedo, la sensación de lo caliente de esa agua es mayor.</p> <p>¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima? Se debe al oleaje, hace que el agua vaya circulando. Tiene que ver más con las corrientes marítimas. Es muy diferente si yo caliento agua teniéndola concentrada, a cuando llega agua que se está moviendo, diferente a la que estoy calentando.</p> <p>¿Cómo se vería el proceso de calentar agua en una cámara térmica? La parte de abajo es la que está más cerca a la fuente de calor, entonces es la que más rápido se debe calentar.</p> <p>¿Cómo aumenta la temperatura al calentar el agua? ¿Cada minuto calienta lo mismo? No es lineal la gráfica. Al principio se demora más pero cuando llega al punto de ebullición es más rápido.</p> <p>¿Es lo mismo calentar agua salada que agua dulce? No porque su densidad va ser diferente y también su capacidad calorífica pues va cambiar.</p> <p>¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? Debido al cambio de estado del agua, hay un cambio de estado debido al aumento de temperatura. El humo no significa que la temperatura haya aumentado, porque cuando uno ve hielo, también ve humo. No se puede decir que es agua, se puede decir que esa temperatura afectó el aire circundante e hizo que se viera así, más no se podría decir que es agua. Es como si se rompieran los enlaces de la molécula del agua debido al aumento de temperatura y por eso se evapora. Pero es incongruente con lo que habíamos dicho, porque si la de abajo está más caliente, ¿Por qué la de arriba es la que primero se evapora? ¿Esas burbujas son las que terminan siendo el humo? ¿No se podría pensar que (el humo y las burbujas) son efecto del recipiente?</p> <p>¿Influye en algo si se calienta el agua en una estufa eléctrica o una a gas? No son la misma fuente de energía, una puede transferir calor mayor que la otra</p> <p>¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal? Se conserva más en uno de metal.</p> <p>¿De qué maneras se puede calentar el agua? Pues de muchas maneras. Se puede disminuir o aumentar la presión. Puede ser por una fuente de energía eléctrica, o a gas, cualquier tipo de energía. Digamos aislar este vaso, ir disminuyendo su presión eso aumenta su temperatura. Pienso el frío de acuerdo a mi temperatura, más no con la medida del termómetro.</p> <p>¿En invierno el agua se calienta de igual forma que en verano? En Bogotá el agua hierve a una temperatura y en la costa a otra. Yo podría pensar que la temperatura a la que ebulle el agua, independiente de si es verano o invierno, depende de la altura a la que se caliente.</p>
Estudiante 5	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Aumenta la temperatura hasta que hierve, molecularmente se empiezan a acelerar las moléculas y por el movimiento y la fricción entre algunas de ellas, es que se empieza a</p>

Estudiante	Consideraciones
	<p>calentar el agua.</p> <p>Preguntas construidas Al calentar agua, ¿Se calienta igual una cantidad de agua mayor a una menor (considerando el tiempo y un mismo recipiente)? ¿En invierno el agua se calienta de igual forma que en verano? ¿Cómo se produce el movimiento del agua en un beacker y por qué se produce?</p> <p>¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? (Sobre la cantidad de agua) tiene que ver más con la superficie de contacto con la fuente, pero igual, un volcán comparado con la superficie del mar, es un pedacito de nada.</p> <p>¿Cómo aumenta la temperatura al calentar el agua? ¿Cada minuto calienta lo mismo? Yo creo que es primero rápido y después lento. (Sobre la gráfica de Temperatura vs Tiempo).</p> <p>En algunos lugares de la naturaleza el agua está a temperatura alta, ¿Esta se calienta de la misma forma que al hervir agua en un recipiente? Lo que pasa es que es agua en menor cantidad, como debajo de las capas de la tierra hay huecos, a veces la lava o cualquier rastro volcánico hace que el agua se caliente.</p> <p>¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? El vapor de agua es diferente al agua.</p> <p>¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal? Los recipientes metálicos tienen mayor capacidad de absorber calor. Por eso las neveras no son en metal. Comprueba que el movimiento genera calor.</p> <p>¿De qué maneras se puede calentar el agua? ¿Se necesita del contacto con una fuente para que el agua se caliente? ¿Se puede calentar agua sin necesidad de una fuente que esté caliente?</p> <p>¿En invierno el agua se calienta de igual forma que en verano? A nivel del mar es a 100°C. El agua queda en equilibrio con todo. Podríamos pensar que el punto de ebullición no cambia, el problema serían los tiempos. En invierno se tendría que tener mayor tiempo de exposición.</p> <p>¿Cómo se produce el movimiento del agua en un beacker y por qué se produce? El aceite se mueve, con el agua es similar.</p>

DISEÑO EXPERIMENTAL

CONSIDERACIONES		
VARIABLES A MEDIR	Tiempo de ebullición Temperatura del agua Cantidad de agua Temperatura de la fuente Temperatura de ebullición	Dan respuesta a las diferentes preguntas que se plantearon. Permite ver el comportamiento del agua al exponerla a una fuente caliente bajo diferentes condiciones iniciales y hacer hipótesis. Permite hacer predicciones sobre el comportamiento del agua.
RECIPIENTES-MATERIALES	Vaso de precipitado Olla de aluminio Cronómetro Termocupla	Colocados al mismo tiempo, permiten evidenciar los cambios de un recipiente a otro. La conductividad del material puede cambiar el tiempo de calentamiento del agua.
CANTIDADES DE AGUA	200 ml 300 ml 400 ml	Se quiere ver la variación de comportamiento con diferentes cantidades de agua. (Es como cuando uno hace sopa, para muchas personas eso se demora). Podemos ver diferentes cantidades de agua, y con eso el punto de ebullición, para comprobar si es el mismo.
MOVIMIENTO DE AGUA	Comino y café	Por las burbujas, van de abajo hacia arriba. El comino y el café, permite ver el movimiento en el momento en el que el agua hierve. Se evidenciaría durante todo el proceso, el agua se mueve desde antes de ebullición. ¿Hierve o ebulle? El cambio de palabra se utiliza de manera indiscriminada a veces, para ciertos contextos eso confunde, puede significar lo mismo. Ebullición es cuando llega a los 100°C y hervir es todo el proceso de calentar el agua.
ANÁLISIS PLANTEADO	Cantidad de agua-tiempo de ebullición Temperatura de la fuente- tiempo de ebullición Temperatura del agua-tiempo	

ANÁLISIS Y EXPLICACIONES



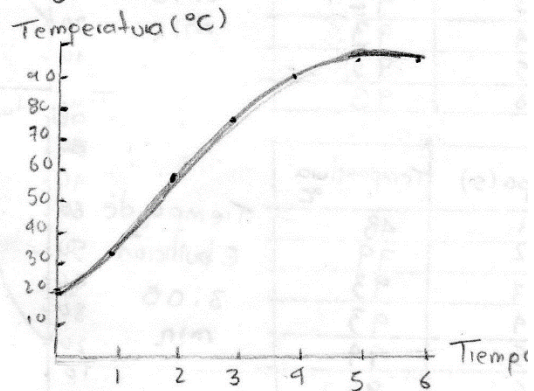
Inicialmente la estufa se coloca a su mayor capacidad

Temperatura de la fuente 870 °C

Cantidad de Agua 400ml

Aluminio	
Tiempo(s)	Temperatura (°C)
1	31
2	60
3	79
4	91
5	94
6	94

Tiempo de
Ebullición
4:37 min

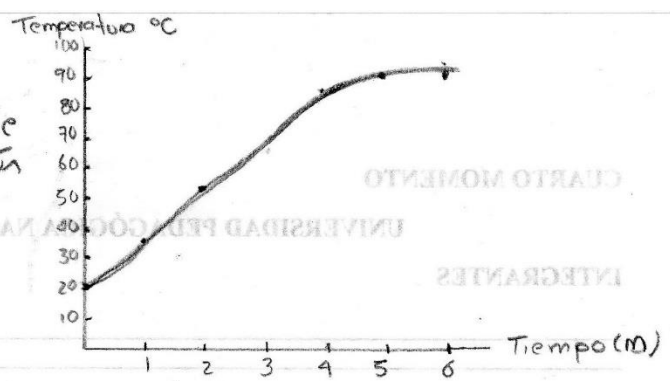


Temperatura inicial 21

Vidrio

Tiempo(s)	Temperatura °C
1	39
2	57
3	72
4	91
5	96
6	96

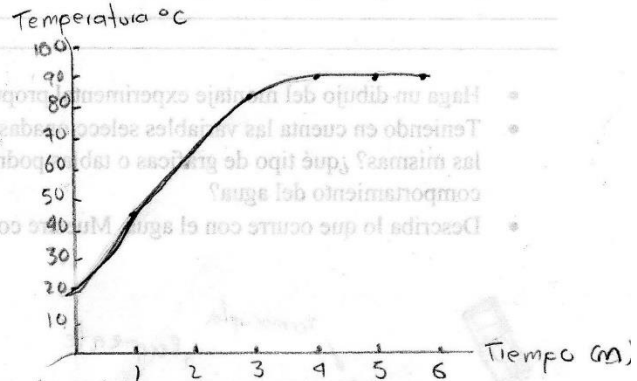
Tiempo de Ebullición
4:30 min



Cantidad de agua 300 ml
Aluminio

Tiempo(s)	Temperatura °C
1	48
2	67
3	89
4	94
5	94
6	94

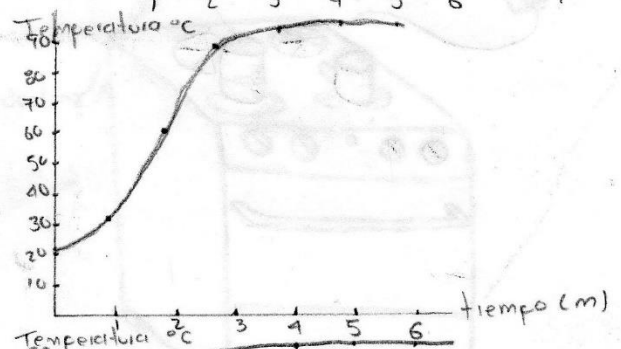
Tiempo de Ebullición
4:02 min



Vidrio

Tiempo(s)	Temperatura °C
1	34
2	60
3	90
4	96
5	96
6	96

Tiempo de Ebullición
3:52 min

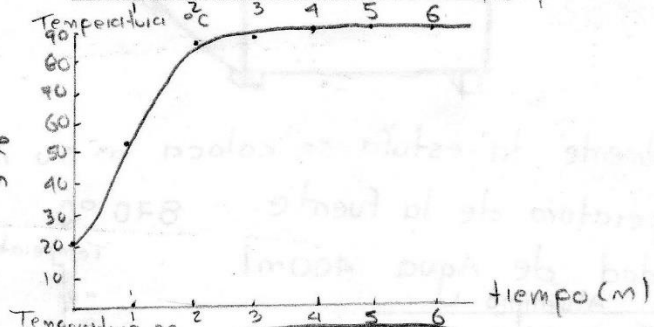


Cantidad de agua 200 ml

Aluminio

Tiempo(s)	Temperatura °C
1	55
2	90
3	92
4	93
5	93
6	93

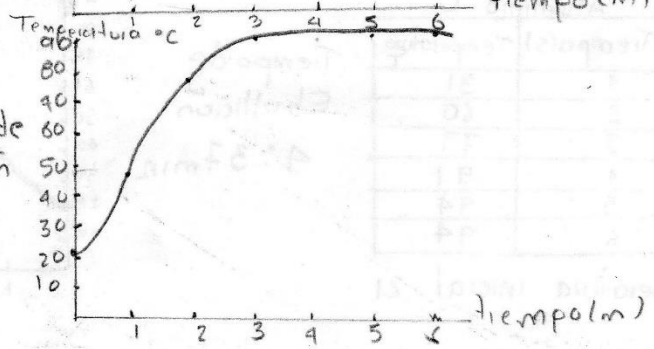
Tiempo de Ebullición
2:40 min



Vidrio

Tiempo(s)	Temperatura °C
1	48
2	79
3	93
4	93
5	94
6	94

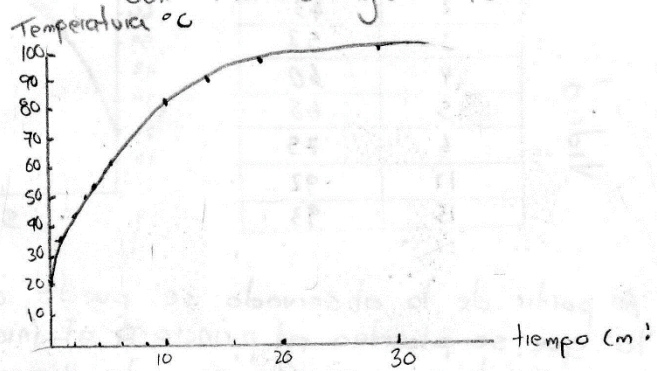
Tiempo de Ebullición
3:00 min



Temperatura de la fuente 700°C - Cantidad de Agua 400 ml

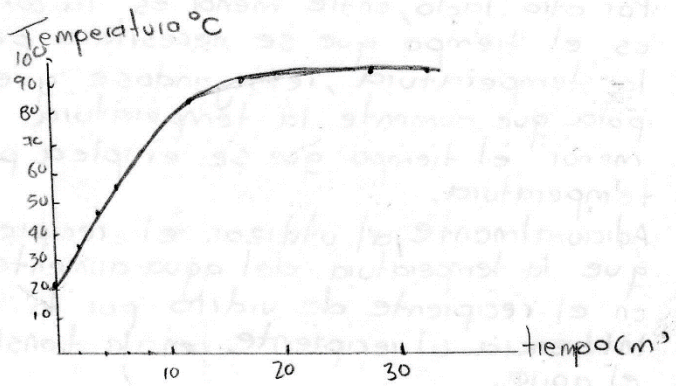
Aluminio

Tiempo	Temperatura °C
1:18	35
2:20	42
3:36	48
4:30	51
5	55
6	60
12	81
15	89
20	93
26	93
32	93



Vidrio

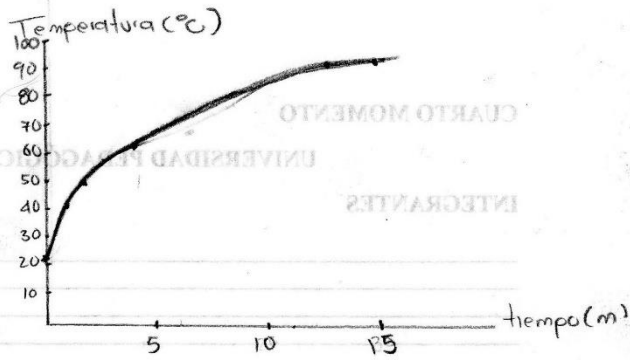
Tiempo	Temperatura °C
1:18	28
2:20	36
3:36	42
4:30	47
5:30	51
6	55
12	83
15	88
20	91
26	94



Cantidad de Agua 200 ml

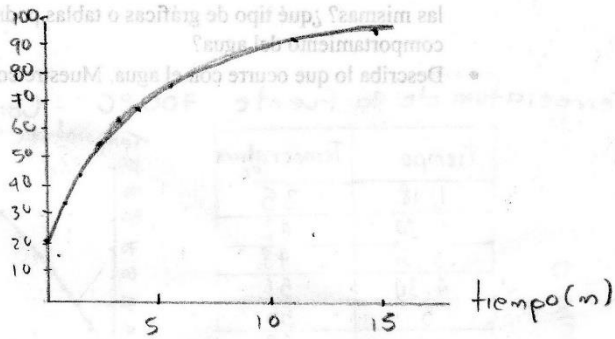
Aluminio

Tiempo	Temperatura
1	40
2	48
3	56
4	61
5	69
6	75
12	93
15	93



Vidrio

Tiempo	Temperatura
1	34
2	43
3	52
4	60
5	68
6	75
12	92
15	93



→ A partir de lo observado se puede evidenciar que al contrario de lo que se planteo al principio al inicio la temperatura aumenta mas rápido que cuando se esta llegando a su punto limite, lo cual es evidente en cada una de las graficas.
 Por otro lado, entre menor es la cantidad de agua menor es el tiempo que se necesitara para que el agua aumente la temperatura, reflejandose que 400ml es más demorado para que aumente la temperatura mientras que 200ml es menor el tiempo que se emplea para llegar a la misma temperatura.
 Adicionalmente, al utilizar el recipiente de aluminio permite que la temperatura del agua aumente un poco más rápido que en el recipiente de vidrio por lo cual se puede ver como influencia el recipiente en la transferencia de calor para el agua.

Narraciones estudiantes de Licenciatura en Física

Estudiante 1

La actividad comenzó con una pregunta ¿Qué pasa si calentamos agua? Mis compañeros que se encontraban realizando el trabajo respondieron de primero pues llegué a considerar que quizás mi respuesta podía modificar un poco lo que ellos querían explicar, pues mi trabajo de grado estuvo muy relacionado con el tema de trabajo y la pregunta se me hacía algo fácil de responder.

Mi respuesta fue que habría que considerar muchas cosas: la primera, que es un sistema, entonces toca mirar donde está el agua, el fuego, la olla, y toca mirar como dos fuentes, agua-olla y el fuego, entonces la termodinámica dice que se transfiere calor de la fuente de mayor energía a la de menor energía, por ende se sabe que la temperatura del agua va a aumentar, ¿pero por qué aumenta la temperatura del agua? Es porque la energía cinética de las moléculas va a aumentar conforme se les transfiera calor.

Posteriormente se propuso realizar algunas preguntas en relación a cómo podemos calentar agua y al principio se me hizo un poco complicado pues creo que en ocasiones saber algo del tema limita un poco pensar preguntas que traigan a contexto el tema a trabajar. Pero luego de pensar un poco hice las siguientes preguntas.

¿Un centímetro cúbico de agua puede hervir en un segundo? ¿En un volcán que está en el mar, qué pasa con la temperatura? ¿Habría un punto en el que el agua no se caliente? ¿Por qué el agua del mar no es caliente como el clima? Pero el agua en movimiento se calienta, entonces ¿por qué no está más caliente? ¿Por qué sale humo luego de que el agua está caliente? ¿Se conserva más el calor del agua en un recipiente de plástico que en uno de metal?

Esta pregunta fue a mí parecer la más controvertida de las presuntas que realice, pues se pusieron en discusión algunos conceptos de la termodinámica que lograran dar respuesta a lo que pregunté, como la parte de la transferencia de calor del cuerpo con mayor calor al cuerpo de menor calor y además de ello se pensó en que si el calor es una forma de movimiento porque el mar estaba más frío que el ambiente cuando este tenía movimiento por el oleaje y su temperatura no es cálida.

Luego cada uno de mis compañeros fue exponiendo sus preguntas y su posterior explicación desde lo que se entendía, y en cada respuesta se generaba una pequeña discusión en donde el grupo intentaba responder la situación ilustrada en las preguntas, teniendo un componente básicamente físico.

Lo siguiente fue comenzar a escribir las respuestas que creíamos de forma grupal y de allí se tomaron algunos datos para realizar la otra actividad en la que nos dispusimos a realizar la actividad en relación a la pregunta inicial, es decir, comenzamos a calentar agua, para ello utilizamos un Baker y una olla de aluminio en las que colocamos iguales cantidades de agua y tomábamos la temperatura del agua cada minuto, para mirar el comportamiento del agua cuando se encontraba en estos recipientes. Se encontró que primero que depende del recipiente juega un papel esencial a la hora de calentar el agua, pues algunos elementos son

mejores transmisores de calor que otros. Lo segundo es que la temperatura del agua aumenta más rápido al inicio que cuando llega a su temperatura límite, que la asociamos al punto de ebullición, otra cosa fue que la cantidad de agua influye en el tiempo que tarda en calentarse, por ejemplo con 200ml llega en menos tiempo a su temperatura límite que utilizando 400ml de agua.

Para realizar esa actividad y llegar a deducir lo ya descrito, requerimos de realizar algunas gráficas, tomar tiempos y temperaturas del agua cuando estaba en el aluminio y el recipiente de vidrio, además de intentar en lo posible colocar los recipientes con el agua al mismo tiempo y que la fuente de transmisión mayor fuera la misma para ambos recipientes.

Estudiante 2

Al momento de realizar la sistematización pensé en como pues cosas que uno asume que son algo fácil porque lo hace a diario pero no se pregunta el porqué de muchas cosas, así que para plantear las preguntas partí de esto y de cómo poder hacer preguntas análogas a situaciones de la naturaleza.

Luego calentamos agua en distintas cantidades y a diferentes llamas en una estufa asumiendo como temperatura alta y a temperatura baja la idea era tomar la medida de la temperatura del agua y mirar su comportamiento en función del tiempo eso nos serviría para contestar una de las preguntas de cómo era el comportamiento al calentar el agua si lineal o de que tipo daría la gráfica de esto además se intentó echarle colorante al agua la idea de esto era tratar de observar las corrientes de convección que se crean al calentar el agua, ya que el agua fría es más densa cuando comenzamos a calentarla esta se calentó haciendo que esta parte sea menos densa y suba y la que está en la parte superior del recipiente más fría más densa baje. Y aunque no se logró ver de todo si veíamos que se formaron algunas partículas y estas subían y bajaban por un momento, aunque de pronto fue como la mente de querer observar eso que en realidad nunca pasó, con la disposición experimental adecuada de pronto lo hubiéramos podido observar adecuadamente.

De las gráficas pues al observarlas lo que pude deducir fue que en un tiempo determinado de calentado la gráfica tiene un comportamiento lineal y luego de esto tiene un comportamiento constante el cual sería cuando llega al punto de ebullición, también la pendiente de esa parte lineal de la gráfica depende del calor que se le aplique suponiendo que al aumentar el calor la pendiente aumenta y al disminuir la pendiente es menor.

Estudiante 3

Primero se hace la medida de la cantidad de agua que se va a usar para el experimento, en cada proceso se establecen ciertos cambios que se puedan generar al calentar el agua y que se puedan medir; además se usaron dos tipos de recipientes diferentes en el experimento, uno de vidrio y otro de aluminio, seguido a esto se procedió a calentar el agua, a hacer la toma de datos y posibilidades de cambio que se habían propuesto previamente y que se podrían generar en esta al calentarla.

Cada uno de los integrantes observó los fenómenos y cambios que se presentaron al empezar a calentar el agua; por ejemplo, el cambio de temperatura en la misma, la

ebullición y el movimiento con burbujas que se presentó en el agua, se pudo hacer evidente cuando a esta se le añadió color, esto hizo un poco más sencilla la visualización del proceso al calentarla, porque al ponerle tonalidad y es más fácil poder ver cómo se van generando la hervor y la generación de burbujas de tamaño muy mínimo en el agua que se van generando a medida que aumenta el calor en la misma, también se evidenció el vapor que se va generando a medida que se aumenta la temperatura en el recipiente que contenía el agua.

Estudiante 5

Durante la actividad se tienen en cuenta tres momentos: en el primero, nos preguntamos sobre ¿qué sucede al calentar agua? Aunque al principio era algo bastante obvio para muchos, pues empezamos a decir calentar agua es simplemente ponerlo en el fogón y ya con eso tenemos estudiado el fenómeno pero, nos dimos cuenta que es un poco más complicado porque se deben tener en cuenta muchos factores como por ejemplo la cantidad de agua, a qué temperatura la vamos a calentar, qué sucede internamente en el agua, todo lo que tiene que ver con la transferencia de calor, pues desde la fuente hasta nuestro receptor que en este caso sería el agua. Entonces fue así como nos planteamos algunas preguntas con estas consideraciones, como por ejemplo si era lo mismo hervir un centímetro cúbico de agua a un litro de agua, también otras consideraciones como por ejemplo qué sucedía si cambiábamos la fuente que tenemos, si tenemos primero una fuente que no es tan caliente y otra que sea más caliente. Para las preguntas también tuvimos consideraciones sobre los tiempos y es así como entramos a una tercera parte que es la del laboratorio, donde planteamos una relación entre variables que son por ejemplo la temperatura, los materiales en los que está contenida el agua, la fuente de calor que utilizamos, el tiempo que tarda el agua en calentarse, pues los contrastes que tienen todas estas variables que ya mencioné.

Básicamente lo que hicimos fue eso, la acción de calentar agua y entonces, elaboramos algunas predicciones sobre el comportamiento del agua, por ejemplo que no todos los grados de temperatura del agua son iguales, para algunos requiere más tiempo que otros y aunque al inicio dijimos que era pues que cuando está iniciando el proceso es más rápido que cuando está terminando y pues nos dimos cuenta que era todo lo contrario. En las predicciones también teníamos otra que era que iba a ser más rápido calentar poca agua que una gran cantidad y nos dimos cuenta que efectivamente sucedió así, se puede contrastar con las gráficas que hicimos de tiempo contra la temperatura que va alcanzando, y pues también lo hicimos con diferentes cantidades y ahí nos dimos cuenta que variaba mucho. También lo hicimos con diferentes fuentes de calor que nos proporcionan las estufas a gas de las casas que tienen una forma de graduar la llama, muy pequeña o grande, nosotros supusimos que eran fuentes de calor totalmente distintas y que unas son más grandes que otras. Pues la ejecución era esa, calentar diferentes cantidades de agua, a ciertas temperaturas y en dos recipientes, uno de aluminio y otro de vidrio. También pudimos darnos cuenta que el aluminio de cierta forma lleva el calor de la fuente al agua mucho más rápido que el vidrio, pues aunque no fue mucha la diferencia, supongo que en grandes cantidades puede notarse muchísimo más.

ANEXO 2

Actividades desarrolladas con los estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales Entrevista semiestructurada

Estudiante	Consideraciones
Estudiante 1	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Cuando se calienta el agua se llega un punto que se denomina de ebullición. Sube de temperatura.</p> <p>Preguntas construidas ¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? ¿Cuántos centímetros cúbicos se pierden al hervir un litro de agua teniendo en cuenta el tiempo de ebullición?</p> <p>¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? Por el punto de ebullición del agua.</p> <p>¿A qué temperatura hierve el agua? Yo diría que la temperatura para lograr hervir cierta cantidad de agua sería por lo menos 150°C. Hervir sería cuando llega a cierta temperatura y evaporar es el resultado de la ebullición.</p> <p>¿Por qué las primeras burbujas están en el fondo del recipiente? Porque es la parte donde se recibe toda la temperatura para que pueda hervir.</p> <p>¿Por qué cambia de sabor el agua? El agua cambia de sabor porque cuando está cruda y se hierve, mata microorganismos que pueda contener el agua.</p> <p>¿Por qué flotan los objetos en agua caliente? Yo diría que por el gas o vapor que genera el agua al recibir calor, eso hace que los cuerpos floten.</p> <p>¿Por qué el agua se evapora al calentarse? Recibe una mayor temperatura.</p> <p>¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? El vapor debe conservar la misma temperatura del agua.</p> <p>¿El agua se calienta más rápido en recipientes metálicos o que otro tipo de material puede calentar rápidamente el agua? En los metales, por ejemplo el radiador de un carro, eso no tiene fuego por debajo para que hierva pero el agua es muy caliente.</p> <p>¿Qué pasa cuando el agua no hierve? El agua se evapora y sube, y se transforma en nubes. En el mar y los ríos nada los calienta pero la temperatura hace que el agua se convierta en vapor y suba.</p>
Estudiante 2	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Hay un choque de temperaturas, frío y caliente. La olla primero tiene que empezar a calentarse para poder calentar el agua. El agua empieza a tomar la temperatura de su ambiente.</p> <p>Preguntas construidas ¿A qué temperatura hierve el agua? ¿Por qué las primeras burbujas están en el fondo del recipiente? ¿Por qué cambia de sabor el agua? ¿Por qué salen burbujas mientras el agua hierve? ¿Por qué flotan los objetos en agua caliente?</p> <p>¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? Cuando el agua se calienta se convierte en vapor.</p> <p>¿A qué temperatura hierve el agua? Yo pensaría que 110°C. Hervir y evaporar son distintos, uno puede dejar un vaso al sol</p>

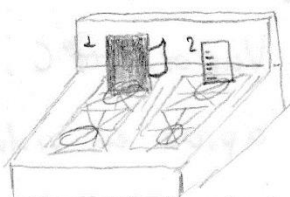
Estudiante	Consideraciones
	<p>y se evapora sin necesidad de hervirlo, o ¿por qué se evapora un río si no tiene un fogón por debajo? (Por la temperatura del ambiente).</p> <p>¿Por qué las primeras burbujas están en el fondo del recipiente? De pronto sería por microporos del recipiente y empiezan a salir las burbujas</p> <p>¿Por qué cambia de sabor el agua? Mata los microbios que le pueden dar sabor al agua, pero no se transforma, cambian sus propiedades.</p> <p>¿Por qué flotan los objetos en agua caliente? Las burbujas los desplazan, como salen de abajo, no los dejan quedar en el fondo.</p> <p>¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? El vapor debe tener menor temperatura que el agua.</p>
Estudiante 3	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? La temperatura de los átomos o moléculas aumenta y por eso se calienta el agua y eso hace que empiecen a salir burbujas en el agua, o sea que llegue al punto de ebullición.</p> <p>Preguntas construidas</p> <p>¿Por qué se generan burbujas al calentar el agua? ¿Por qué el agua se evapora al calentarse? ¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? ¿El agua se calienta más rápido en recipientes metálicos o que otro tipo de material puede calentar rápidamente el agua?</p> <p>¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? Por el punto de ebullición, por alcanzar la máxima temperatura.</p> <p>¿Cuántos centímetros cúbicos se pierden al hervir un litro de agua teniendo en cuenta el tiempo de ebullición? Debe haber alguna relación de proporción entre temperatura, tiempo y cantidad de agua, y depende de la temperatura a la que uno lo ponga.</p> <p>¿A qué temperatura hierve el agua? (A cualquier temperatura) Si claro, finalmente va hervir. Hervir es cuando se somete al calor y genera burbujas y evaporar, se necesita que llegue a una temperatura.</p> <p>¿Por qué las primeras burbujas están en el fondo del recipiente? Porque el calor está en la parte de abajo, aunque sería bueno hacer la experiencia de calentar la olla solo por un lado a ver qué pasa.</p> <p>¿Por qué cambia de sabor el agua? El calor altera las propiedades de las cosas</p> <p>¿Por qué salen burbujas mientras el agua hierve? Salen y van aumentando de tamaño. El agua no se transforma. Hay una reacción química, porque el agua es Hidrógeno y Oxígeno, entonces las burbujas finalmente son capsulas de Hidrógeno u Oxígeno.</p> <p>¿Por qué flotan los objetos en agua caliente? Por las burbujas no ve que los van desplazando, o sea, las mismas burbujas que se generan en el fondo hacen que no se peguen y se desplacen.</p> <p>¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? Yo digo que tiene menor temperatura, no varía mucho pero varía, porque el vapor choca con la temperatura ambiente, no estoy diciendo que disminuya 10, 15 °C, pero si baja algo.</p> <p>¿El agua se calienta más rápido en recipientes metálicos o que otro tipo de material puede calentar rápidamente el agua? Yo creo que son los metales porque son los mejores conductores térmicos. Pero por ejemplo la cerámica, ahí también se puede calentar agua, y en vidrio también. Pero los que tardan menos, son los metales.</p> <p>¿Qué pasa cuando el agua no hierve? (O sea cuando se le aplica temperatura y no hierve) yo creo que eso ocurre a</p>

Estudiante	Consideraciones
	temperaturas bajas.
Estudiante 4	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Sube la temperatura pero vuelve a bajar cuando se va enfriando.</p> <p>Preguntas construidas ¿Por qué cuando el agua hierve suelta vapor? ¿Qué pasa cuando el agua no hierve?</p> <p>¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? Por el calor.</p> <p>¿Cuántos centímetros cúbicos se pierden al hervir un litro de agua teniendo en cuenta el tiempo de ebullición? Si es en una hora, queda por ahí en la mitad. Creo que disminuye la cantidad.</p> <p>¿A qué temperatura hierve el agua? Yo diría que a cualquier temperatura.</p> <p>¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? Yo digo que el vapor tiene menos temperatura que el agua hervida, porque el vapor choca con el ambiente y la temperatura ahí baja.</p> <p>¿Qué pasa cuando el agua no hierve? Por ejemplo si yo dejo un vaso de agua afuera, salga por la tarde y ya está caliente.</p>
Estudiante 5	<p>¿Qué pasa cuando calentamos agua? Las moléculas de agua se mueven más rápido.</p> <p>Preguntas construidas ¿Por qué salen burbujas mientras el agua hierve? ¿Por qué el agua se evapora al calentarse? ¿Es lo mismo calentar agua en tierra fría que en tierra caliente?</p> <p>¿Por qué el agua al subir de temperatura se convierte en vapor? Llega al punto de ebullición y ahí se debe volver gas.</p> <p>¿Cuántos centímetros cúbicos se pierden al hervir un litro de agua teniendo en cuenta el tiempo de ebullición? Si eso debe disminuir algo, entre más tiempo más se pierde.</p> <p>¿A qué temperatura hierve el agua? Yo diría que 100°C, pues eso es lo que me enseñaron.</p> <p>¿Por qué flotan los objetos en agua caliente? Yo también diría que es por las burbujas, como van hacia arriba no dejan que se vayan hacia el fondo.</p> <p>¿Qué temperatura tiene el vapor de agua, es el mismo valor del agua caliente? Yo digo que no es el mismo, debe cambiar por el aire.</p> <p>¿Es lo mismo calentar agua en tierra fría que en tierra caliente? No es lo mismo, el agua en tierra caliente creo que se demora</p>

DISEÑO EXPERIMENTAL

CONSIDERACIONES		
VARIABLES A MEDIR	<p>Cantidad de agua inicial Cantidad de agua final Temperatura inicial Temperatura al medio Temperatura final Tiempo</p>	<p>Establecer el tiempo para hervir el agua, la temperatura que se necesita para hervir y el tiempo que tarda el proceso. No va durar lo mismo calentar un litro de agua que dos, por eso la cantidad de agua. Se establece en cuanto mermó el agua al convertirse en vapor.</p>
RECIPIENTES-MATERIALES	<p>Recipiente de metal y vidrio Cronómetro Termocupla</p>	<p>El metal es un buen conductor térmico, contrastar resultados. Observar el proceso con detenimiento. No necesariamente tiene que ser de metal, también de vidrio. Ahí se mira cual hierve más rápido. Los dos al mismo tiempo teniendo en cuenta el tiempo y la temperatura del fogón. Calentamos durante cinco minutos más después de hervir, y miramos la cantidad de agua que se evapora.</p>
CANTIDADES DE AGUA	<p>Medio litro</p>	<p>Es una cantidad susceptible de ser medida en un buen lapso de tiempo. Pero digamos 100 cc también, lo que pasa es que toca tener en cuenta que no hierven más rápido 1000 cc que medio litro.</p>
ANÁLISIS PLANTEADO	<p>Hervir el agua depende del tiempo y la temperatura, y se debe tener en cuenta la cantidad. Se calentará cinco minutos más después de hervir.</p>	<p>Determinar la cantidad de agua que se evapora.</p>

ANÁLISIS Y EXPLICACIONES



1. Olleta
2. probeta
3. Cronometro
4. Multímetro

$\approx 600^{\circ}\text{C}$

Exp. 1. Burbujas en el fondo y alrededor a los 2'

Burbujas más grandes suben a superficie, pequeñas se quedan. Después de 4'30" las burbujas empiezan a desaparecer. 5'35" Burbujas desaparecen a los 5'35" y empieza a hervir. Temperatura del $\text{H}_2\text{O} = 92^{\circ}\text{C}$. Bajó el nivel del H_2O entre 5 y 10 ml.

Exp 2: $\approx 600^{\circ}\text{C}$.

Se coloca recipiente metálico y de vidrio al mismo tiempo.

	Metal	Vidrio
2'45" →	54°C	51

A los 2'40 se sueltan burbujas del fondo

	Metal	Vidrio
Final →	92°	93°

+ Burbujas en metal que en vidrio
En metálico sale vapor, en vidrio NO

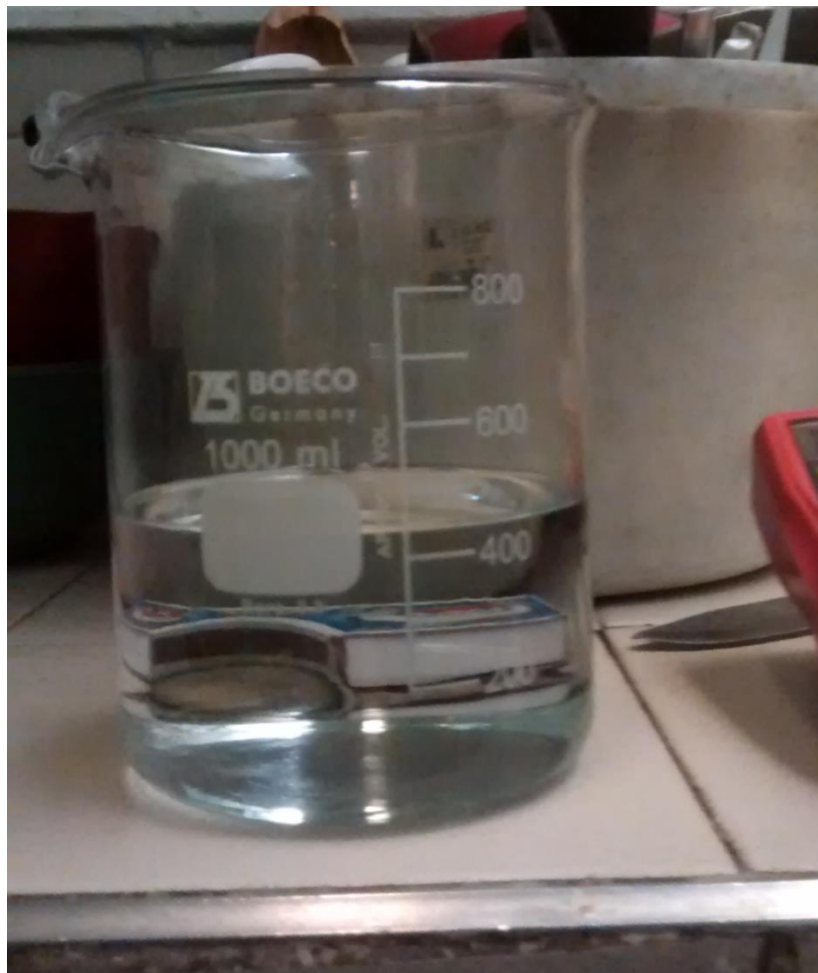
5'35" → Metal

6'35" → Vidrio

Al poner el medidor en el fondo aumenta 1°C la temperatura. Se evaporan 5ml en el de vidrio

Exp 3.

Después de hervir, $t = 5^{\circ}$: Burbujas mucho + grand
Y se originan de puntos específicos. Vapor: 70°C ,
 $\frac{1}{2}$ en movimiento. Disminuye 50 ml aprox en vidrio



Narraciones estudiantes de Licenciatura en Artes Visuales

Estudiante 1

Inicialmente nos reunimos cinco personas y se tomaron conceptos de cada quien sobre el proceso de calentar agua, cada uno pues dio un concepto diferente, pero resumiendo todo daba a un solo concepto, de que la temperatura del agua teniendo en cuenta los grados el agua hervía y se evaporaba. Se hicieron preguntas también entre sí y algunas ideas fueron cercanas, otras en principio distanciadas, pero pues todo apuntó al hervir el agua.

Nosotros hicimos tres experiencias, una para mirar en cuanto hervía el agua, que fue medio litro y al cabo de cierto tiempo empezaron a salir burbujas pequeñas, después ya salían burbujas grandes, también se le tomó la temperatura al vapor que expedía y el termómetro marcó que era menor la temperatura del vapor que la del agua, otra para mirar lo mismo pero en el recipiente de vidrio y en la olla, y otra para mirar cuanto se perdía de agua cuando hervía. Ya en la experiencia, miramos que la temperatura del calor que recibía el recipiente era de 900 o 100°C y que al hervir el agua, disminuía, pero no recuerdo cuánto, también que hervía más rápido en la olla que en el recipiente de vidrio. Eso se vio en la experiencia.

Estudiante 2

Primero respondimos la pregunta ¿qué pasa cuando calentamos agua? Después, se nos repartió una hoja donde formulamos preguntas sobre cómo y por qué se calienta el agua. Redactamos nuestras preguntas y cada uno las leyó dando respuesta grupal a cada una, es decir, las intercambiamos y respondimos a sí mismos cosas como por qué hierve el agua en forma de debate. Luego pensamos el experimento, entonces definimos la cantidad de agua y los recipientes, y lo que íbamos a medir, entonces colocamos medio litro de agua a la temperatura del fogón que eran 600°C. Luego hicimos el experimento físicamente, entonces pusimos a hervir cierta cantidad de agua en un recipiente metálico y observamos los cambios que tenía el agua y los apuntamos para obtener los resultados y experiencias físicas cuando hervía el agua y los cambios que obtenía el agua al generársele calor, o sea se miró todo el proceso y se comparó con las preguntas que se habían realizado anteriormente. Luego se hizo el mismo procedimiento con el recipiente de vidrio y se colocaron observaciones de la experiencia y de esa forma terminamos el experimento.

Estudiante 3

La experiencia que nosotros realizamos partía de una pregunta que orientaba toda la discusión y era ¿qué pasa cuando calentamos agua? Inicialmente esta pregunta se nos entrega a cada uno, quienes de manera individual debíamos responder la pregunta. Posteriormente, cada uno socializaba al grupo su respuesta indicando lo que sabíamos sobre lo que pasaba con el agua cuando la calentábamos. Alrededor de estas ideas, se planteó entonces hacer una discusión alrededor de unas preguntas en base al tema, argumentando cada uno de las respuestas, esto lo realizamos con el fin de determinar cómo íbamos a realizar posteriormente la experiencia.

Posteriormente realizamos la experiencia de hervir agua, para lo cual utilizamos dos recipientes, uno de vidrio y uno metálico, con el fin de ver cuál de ellos permitía que el agua hirviera más rápido, y tuvimos en cuenta la misma cantidad de agua para cada uno de los recipientes. En primera instancia, se midió la temperatura a la cual estaba cada uno de los recipientes, también la temperatura a la que íbamos a trabajar con cada uno de los recipientes para que fuera la misma. Posteriormente analizamos el proceso de una manera detenida, tuvimos en cuenta el origen de las burbujas y su desplazamiento pues en el interior de cada uno de los recipientes, también se observó posteriormente y ya finalizado el proceso, cuánta cantidad de agua se había convertido en vapor, tomando los datos respectivos y posteriormente concluimos algunas cosas, y esa fue la experiencia que realizamos.

Estudiante 5

Bueno pues la actividad que hicimos comenzó desde una pregunta: ¿qué pasaba cuando calentábamos agua? Es una pregunta de la que se pueden decir muchas cosas, se le ocurren a uno muchas respuestas, yo por ejemplo pensé en cosas de la vida diaria, como hacer café o cuando uno pone a calentar algo en un fogón, pero la respuesta que mejor me pareció fue hablar de las moléculas, eso es lo que a uno le enseñan. Después de eso, hicimos algunas preguntas sobre el tema, en principio no se me ocurría nada porque es una situación como tan obvia, pero pues hice tres preguntas que después todos tratamos de responder y discutir, más las de ellos.

Después de eso, hablamos sobre cómo íbamos a hacer la experiencia de calentar agua, entonces dijimos que íbamos a medir con el aparato del que no sé el nombre, la temperatura del inicio, del medio y del final, con la misma cantidad de agua pero en una olla de aluminio y en una especie de probeta, las dos al mismo tiempo. Hicimos eso y miramos que en cada recipiente, el agua hervía en un tiempo diferente, y nos pusimos a mirar las burbujas y eso era diferente también en la olla y la probeta. Al final también miramos que tanta agua se perdía cuando uno calienta agua durante cierto tiempo y a cierta temperatura hasta que hierve, y siempre se pierde, no queda lo mismo, y también ese vapor, miramos que la temperatura no era la misma que la del agua, es más, el agua no tenía la misma temperatura porque en el fondo era mayor, me imagino que es porque está cerca a la llama y el vapor por el ambiente, y ya eso fue lo que hicimos.