



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE SIMULTANEIDAD DE
EVENTOS EN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD
ESPECIAL: UNA TENTATIVA PARA LA FORMACIÓN
DE SUJETOS POLÍTICOS**

Luisa Bustamante Correa

Duban Aristizabal Rendón

Juan Esteban Palacio Ríos

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019



Enseñanza del concepto de simultaneidad de eventos en la Teoría de la Relatividad

Especial: una tentativa para la formación de sujetos políticos

Luisa Bustamante Correa

Duban Aristizabal Rendon

Juan Esteban Palacio Ríos

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Licenciado(a) en Matemáticas y Física

Asesores (a):

Yirsén Aguilar Mosquera, Magister en Educación

Línea de Investigación:

Historia y epistemología de la enseñanza de las ciencias

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019

Resumen

Esta investigación busca explicitar la relación existente entre la enseñanza *en y sobre* ciencia y la formación de sujetos políticos, todo esto en pro de ayudar a crear una cultura de paz. Para esto, se implementó el concepto de simultaneidad de eventos de la Teoría de la Relatividad Especial planteada por Einstein. Además, se propone la enseñanza de la ciencia desde un enfoque sociocultural como propiciador de la formación de un sujeto que responda a una cultura de paz, puesto que esta asume el conocimiento como una construcción social, donde los sujetos están en relación directa con los fenómenos; asimismo, permite la formación de un sujeto activo, con la capacidad de tomar decisiones informadas, de utilizar sus conocimientos en favor del desarrollo de su entorno y capaz de moldear y sustentar su pensamiento por medio de la argumentación. De esta manera, se implementó una serie de instrumentos a tres estudiantes de grado undécimo, donde se pretendía identificar aspectos de la simultaneidad relativista que fomenten actitudes de sujeto político y tras el posterior análisis de la información se estructuró una secuencia didáctica.

Palabras clave: Teoría de la Relatividad Especial, sujeto político, sociocultural, simultaneidad, enseñanza.

Tabla de contenidos

Introducción.....	4
Capítulo uno: Contextualización	6
1.1. Planteamiento del problema	6
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Objetivo general.	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
Capitulo dos: Marco teórico	16
2.1. Concepciones de ciencia en el contexto de la enseñanza	16
2.2. Reflexiones metacientíficas como eje articulador entre formación <i>en y sobre</i> ciencia y la formación de sujetos políticos.	22
2.3. La enseñanza de la física centrada en el uso de fragmentos históricos para evidenciar las dinámicas de la actividad científica y algunas interacciones sociales del sujeto político.....	29
2.4. Uso de narrativas científicas como alternativa en la experimentación mental para la construcción de explicación de fenómenos y la toma de decisiones informadas.	33
Capítulo tres: Marco metodológico	39
3.1 Enfoque y método	40
3.2 Contexto de investigación.....	41
3.3 Casos y criterios de selección:	42

3.4 Recolección de la información	43
3.5 Sistematización y análisis	46
Capítulo cuatro: Análisis	49
4.1 Las teorías científicas como fundamento para establecer consensos	49
4.2 El análisis de la simultaneidad de eventos como propiciador de la flexibilidad de pensamiento	54
4.3 La experimentación mental como estrategia para fomentar la toma de decisiones informadas	60
4.4 La construcción de conocimiento científico como elemento transversal para la transformación social	64
Capítulo cinco: Reflexiones de la investigación	71
5.1 Reflexiones del qué hacer docente	71
5.2 Secuencia didáctica	74
Capítulo 6: conclusiones.....	83
Bibliografía.....	87
Anexos.....	94

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Reflexiones metacientíficas</i>	25
Tabla 2. <i>Categorías de análisis</i>	48
Tabla 3. <i>Actividades de exploración</i>	76
Tabla 4. <i>Actividades de nuevos modelos explicativos</i>	77
Tabla 5. <i>Actividad de estructuración</i>	79
Tabla 6. <i>Actividades de generalización</i>	80

Lista de anexos

Anexo A. Protocolo de entrevista	94
Anexo B. Protocolo de debate I	97
Anexo C. Protocolo de debate II.....	103
Anexo D. Protocolo de debate III.....	107

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito explicitar la relación existente entre la enseñanza *en y sobre* ciencia y la formación de sujetos políticos, todo en función de una cultura científica de la paz. Para esto se implementó el concepto de simultaneidad de eventos y los principios de la constancia de la velocidad de la luz desarrollada en la Teoría de la Relatividad Especial, planteada por Albert Einstein.

La importancia de estudiar esta relación, recae en el Acuerdo final de paz firmado en el mandato presidencial de Juan Manuel Santos con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia y Ejército del Pueblo, el cual tuvo como objetivo principal promover y garantizar el derecho fundamental superior a la paz, tras dar final largo periodo de violencia que vivió Colombia. Atendiendo a estos objetivos, la formación que presentan los sujetos, necesita resignificarse para responder a los nuevos retos que enfrenta la sociedad.

Asimismo, esta investigación asume que según la manera en que se piense la ciencia, se puede formar un determinado sujeto para la sociedad. Ante este planteamiento, se propone la concepción sociocultural de la ciencia como propiciadora de la formación de un sujeto que responda a la paz, puesto que esta concepción asume el conocimiento como una construcción social, donde los sujetos están en relación directa con los fenómenos, debido a que se contempla al sujeto como constructor de su propia realidad, es decir, permite la formación de un sujeto activo, con la capacidad de tomar sus propias decisiones previamente reflexionadas, capaz de hacer uso de sus conocimientos científicos para transformar su entorno, y reconocer diferentes formas de razonar con el fin de fundamentar su posición.

Es así como se piensa esta perspectiva, con el fin de brindar una posible solución a la violencia cultural que se ha instaurado en el pueblo colombiano, debido a los largos periodos de conflicto que ha tenido, esto significa, utilizar la violencia como único mecanismo para la resolución de conflictos. Para esto, se realizó un rastreo de diversos autores que establecen la importancia de la visión sociocultural en la enseñanza de las ciencias. Además, de construir una fundamentación teórica acerca de algunos conceptos de la Teoría de la Relatividad Especial, como lo son los principios de la constancia de la velocidad de la luz, el principio especial de la relatividad y el concepto de simultaneidad de eventos, con el objetivo de plantear una relación entre la formación de sujetos políticos y este último concepto.

Para poder establecer esta relación, se desarrollaron e implementaron varios instrumentos, con el fin de caracterizar los discursos de tres casos de la Institución Educativa Comercial de Envigado, en torno a la formación de sujetos que utilicen sus conocimientos en ciencias para el avance del país. A partir de los instrumentos desarrollados, se realizó el análisis de los mismos y con los datos obtenidos se formuló una secuencia didáctica donde se logró evidenciar aspectos científicos con aspectos sociales, es decir, se querían lograr relaciones dialógicas, las cuales permitieran el desarrollo de características de sujeto político a raíz de conceptos científicos.

Capítulo uno: Contextualización

En este capítulo se realiza una breve descripción sobre los intentos de los procesos de paz realizados en diversos mandatos presidenciales de Colombia para dar fin al conflicto interno del país, enfatizando en el Acuerdo Final de paz entre el gobierno de Juan Manuel Santos y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, así como los desafíos que este acuerdo impone. Partiendo de este acuerdo, se analizan las implicaciones que tiene el conflicto interno en aspectos socioculturales. También se examina cómo, con la enseñanza tradicional se favorecen actitudes pasivas e individualistas que conllevan a validar la violencia como un mecanismo legítimo para la resolución de conflictos. Igualmente, se aborda lo insuficiente que resultan algunos aspectos relacionados con la enseñanza de la ciencia, para responder a las necesidades actuales del país. En este sentido, se plantea un interrogante sobre la enseñanza del concepto de simultaneidad de eventos en la Teoría de la Relatividad de Especial y los aportes a la formación de un sujeto político.

1.1.Planteamiento del problema

Queremos iniciar diciendo que Colombia ha vivido un largo periodo de violencia, protagonizada por diferentes actores, entre los que se destacan: Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, Ejército del Pueblo (en adelante FARC -EP), Ejército de Liberación Nacional (ELN), bandas criminales, grupos de autodefensa, entre otros. El problema de violencia, generado por estos grupos, ha sido de tal magnitud que por más de medio siglo se ha impuesto en la agenda política del país y, los esfuerzos por resolver esta problemática, en algunos casos, se han centrado en la confrontación armada y en otros, mediante negociaciones entre el Gobierno Nacional y los diversos actores.

No obstante, los intentos de lograr un acuerdo, en torno al conflicto armado, han generado diferentes resultados, por ejemplo, en el periodo presidencial de César Gaviria (1990-1994), se adelantaron negociaciones con las FARC-EP, negociaciones que se vieron abruptamente finalizadas por el atentado de este grupo al congresista Aurelio Iragorri. Por su parte, el presidente Andrés Pastrana (1998-2002), en su gobierno, retomó los diálogos con este grupo armado, creando una zona de distensión en San Vicente del Caguán (Caquetá-Colombia). Estos diálogos también fracasaron debido a ciertos incumplimientos, la no asistencia a la instalación de la mesa de negociación por parte de Manuel Marulanda (comandante principal del grupo subversivo), en principio generó incertidumbre y, pese a esto se instala la mesa de negociación. Estando en marcha el proceso, el estado verifica el uso inadecuado de la zona de distensión: la permanencia en la zona fue utilizada para el fortalecimiento militar del grupo armado, lo cual se tradujo en una preocupación en torno a la seguridad nacional como problema de orden público.

Contrario a los enfoques anteriores, el gobierno de Álvaro Uribe Vélez (2002-2010) se centró en la confrontación armada, que se materializó en la denominada Política de Seguridad Democrática y, según este gobierno, el propósito central de esta política era brindar protección y seguridad a todo el país. Complementario a lo anterior, este gobierno adelantó un proceso de desmovilización masiva de las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC). No obstante, debe advertirse que, pese a estos esfuerzos, al finalizar estos periodos presidenciales, continuaron las manifestaciones violentas en el país (Pabón, 2014).

Por su parte, el presidente Juan Manuel Santos (2010-2018), replantea el camino para la construcción de la paz a partir del reconocimiento del estatus político de las FARC -EP, lo que se traduce en una posibilidad real de negociación con este grupo. Esta negociación se

concretó con un Acuerdo para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera, teniendo presente el Artículo 22 y 95, los cuales estipulan la paz como un derecho y deber de obligatorio cumplimiento, además de establecer que todos los miembros de la comunidad deben velar por el cumplimiento de los derechos reconocidos en la Constitución (Const., 1991, art. 22, art. 95)¹.

Uno de los puntos fundamentales del Acuerdo final de paz se centra en la Participación política como apertura democrática para construir la Paz, en este se establece que:

La construcción y consolidación de la paz, en el marco del fin del conflicto, requiere de una ampliación democrática que permita que surjan nuevas fuerzas en el escenario político para enriquecer el debate y la deliberación alrededor de los grandes problemas nacionales y, de esa manera, fortalecer el pluralismo y por tanto la representación de las diferentes visiones e intereses de la sociedad, con las debidas garantías para la participación y la inclusión política. (Poder legislativo, 2016, p.7)

Ante este escenario, conviene decir que, el Acuerdo de Paz impone un gran cambio en la sociedad colombiana, dado que plantea la necesidad de implementar proyectos que favorezcan la construcción y participación ciudadana en torno a una paz estable y duradera, que permita a los colombianos promover un desarrollo socioeconómico sostenible, situación que también supone una mirada distinta y reconciliadora del ciudadano colombiano actual.

¹ Toda la descripción realizada sobre el recorrido del acuerdo final de paz se aborda desde el documento: Pabón, C. (2014). Análisis crítico del discurso sobre el conflicto armado y desarrollo en los presidentes Álvaro Uribe Vélez y Juan Manuel Santos en Colombia entre los años 2002 y 2013. Maestría. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

No obstante, Galtung (1989) advierte los peligros de la violencia cultural: el ciudadano tras estar inmerso en largos periodos de conflicto armado adopta creencias sociales que promueven y legitiman los actos violentos como un mecanismo adecuado y aceptable para la resolución de conflictos.

Por otra parte, debe reconocerse que, las instituciones educativas no son ajenas a esta violencia cultural. Al respecto, Moya (2018) señala que, la violencia cultural ha permeado las aulas de clase y que esta se manifiesta en casos de matoneo y riñas en los colegios.

La contextualización anterior permite decir que la situación de violencia que ha caracterizado al país y al ciudadano colombiano, tiene manifestación en diversos contextos: en los contextos familiares, sociales, en el contexto escolar, entre otros. El asunto es de tal magnitud que una gran cantidad de la población vive inmersa en una cultura de violencia que, esto pareciera ser normal y justificable. Al respecto Guzmán, Fals y Umaña (2005) señala:

La violencia se encuentra tan arraigada, que el miedo natural que provoca se ha convertido en indiferencia, en falta de asombro, donde se ve normal presenciar cuando los niños juegan a asesinarse mutuamente, cuando un ladrón es vapuleado hasta el cansancio como consecuencia del delito cometido, o cuando una mujer es violentada por su esposo en aras de la dominación y el machismo.
(p.3)

En este contexto, debemos advertir que el análisis de estas situaciones tiene una finalidad exclusivamente pedagógica, aspecto que se constituye en el marco que orienta todo el proceso investigativo y, es en este sentido que resulta obligado examinar como estos

asuntos problemáticos no escapan al contexto escolar. Por tal motivo, en adelante, sólo nos referiremos a un modo de asumir las ciencias y su enseñanza y en particular, la enseñanza de la física.

En el caso particular de la enseñanza de las ciencias, Aguilar y Romero (2011) señalan que, la enseñanza de la ciencia ha favorecido prácticas en la que el sujeto establece una relación de exterioridad con el conocimiento: asume posturas neutrales o indiferentes que constriñen su compromiso con el bien común y limitan la participación en los asuntos que determinan el contexto en el cual se desenvuelve. Como consecuencia de esta enseñanza de las ciencias con verdades absolutas, se forma un ciudadano que establece una relación de exterioridad con el conocimiento, con ideas prevalentes de que la solución de los problemas sociales es exclusivamente responsabilidad de los líderes políticos.

Igualmente, esta enseñanza beneficia actitudes individualistas, no se contempla el aspecto subjetivo del conocimiento, se reducen las ideas científicas a un dualismo verdad-falsedad y como consecuencia de esto se imponen unas ideas sobre otras, lo que se refleja en una actitud violenta hacia la diversidad de pensamientos y legitimando en las prácticas sociales la lógica de que “el fin justifica los medios”.

Bajo estas circunstancias, es legítimo preguntar, ¿Cuál es la perspectiva de ciencia y enseñanza de las ciencias que favorece la formación del sujeto que requiere el país para generar las transformaciones sociales necesarias en procura de la paz?

En este nuevo contexto y en busca de cumplir con los objetivos planteados en el país, en el contexto escolar surge la necesidad de implementar una cátedra de la paz obligatoria en todas las instituciones educativas, abarcando niveles de preescolar, básica y

media. Esta cátedra de la paz tiene como propósito contribuir a las reflexiones del estudiante en torno a la cultura de la paz y el desarrollo sostenible, lo que implica que esta asignatura debe estar articulada tanto en la educación ética y en valores humanos como en los diferentes campos del saber científico (ley 1732, 2014). No obstante, tal como expresa Matthew (1994), debe precisarse que, estos esfuerzos resultan insuficientes si no se logra explicitar el alcance formativo del acto educativo: agregar contenidos al currículo no necesariamente resuelve el problema.

Asimismo, conviene resaltar que, en la actualidad se adelantan múltiples debates en los que se abordan las reformas curriculares en el área de las ciencias (Arriasecq y Greca, 2004), en estos se contempla la incorporación adecuada de aspectos históricos, epistemológicos y sociológicos de la ciencia, que posibiliten cuestionar y reflexionar sobre los modos de producir y legitimar el conocimiento lo que, según estos autores, permite explicitar aspectos asociados a la condición humana como un factor determinante en la construcción de conocimiento (Núñez, 2000).

Pese a estos adelantos en los debates curriculares, Hodson (2003) afirma que el currículo de ciencias aún no satisface las necesidades e intereses de los ciudadanos y tampoco se favorece la acción sociopolítica puesto que ésta continúa siendo limitada.

Ante estos retos que debe enfrentar la enseñanza de las ciencias, surge la necesidad de volver la mirada a lo sucedido a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, en cuanto al problema del conocimiento y sus implicaciones en la actividad científica que, para nosotros se centra en la enseñanza de algunos conceptos y principios de la física y su alcance en la formación del nuevo ciudadano. Según Cassirer (1986), la concepción sobre el conocimiento determina, en la ciencia, no solo lo metodológico, sino también los modos

de explicación: se reformula el objeto de la ciencia y lo que se entiende por ciencia y su finalidad. En correspondencia con esto, cuestionar el sentido y la razón de ser de determinados problemas que se plantean en la enseñanza de las ciencias, puede posibilitar nuevos contextos de análisis y de reflexión que favorezcan la formación del ciudadano que requiere el país (Colombia). Y, es justamente en este sentido que surge la posibilidad de pensar en la alternativa de la enseñanza de algunos problemas, propios de la Teoría de la relatividad Especial (en adelante TRE), y en particular los relacionados con la simultaneidad de eventos relativos, como tentativa en el aula, debido que el surgimiento de la TRE trajo consigo una reestructuración, que fundamenta la física moderna, frente a los instrumentos de medida de los fenómenos físicos, de tal forma que estos instrumentos deben encontrarse en la naturaleza misma (Mittelstaedt, 1969).

Un caso que ilustra esta reformulación es el concepto de espacio y tiempo propuesto por Newton:

El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí y por su propia naturaleza sin relación a nada externo fluye uniformemente y se dice con otro nombre duración y el espacio absoluto, tomado en su naturaleza, sin relación a nada externo, permanece siempre similar e inmóvil. (1982, p. 228-229)

En lo anterior se puede interpretar que, en Newton (1982) el tiempo absoluto (verdadero) o también conocido como duración, fluye de una manera uniforme y sin relación alguna con el entorno, puesto que las propiedades de la naturaleza no dependen de la observación y el conocimiento de quien observa. Mientras que el tiempo relativo, es una medida externa de la duración por medio del movimiento, ejemplo, la hora. Así, el espacio y el tiempo aparecen como conceptos absolutos, independientes y

diferenciables, de tal manera que el espacio es el escenario en el que ocurren los fenómenos físicos, y el tiempo es la medida de la duración de dichos fenómenos. Esta manera de concebir el tiempo y el espacio deviene de asumir la existencia de una señal que pueda propagarse sin un límite máximo de velocidad, es decir, una velocidad infinita. Por lo tanto, la interacción entre diferentes eventos se ejecuta de forma instantánea, los cuales pueden ser sincronizados con una gran precisión, y por consiguiente son simultáneos (Lombardi, 2002).

Mach fue un gran crítico de los fundamentos de la teoría newtoniana, argumentando que sus principios estaban completamente alejados de la experiencia sensible, a lo que respecto al tiempo afirmaba que:

Medir los cambios de las cosas por medio del tiempo es algo que está completamente por fuera de nuestras capacidades. Por el contrario, el tiempo es una abstracción, a la cual llegamos a través de los cambios de las cosas; la hacemos porque no estamos restringidos a una medida definida, estando como están todas ellas interconectadas. (Mach, 1907, p.273)

Ante ciertas consideraciones, que se hacen a esta perspectiva, surge la TRE con transformaciones en relación a las ideas clásicas sobre el tiempo y el espacio, que permiten la elaboración de una nueva teoría que supone otra forma de significar el mundo. El surgimiento de la teoría propuesta por Einstein (1905), significó entonces, un cambio en el pensamiento y cultura de su tiempo, que se reflejó tanto en los desarrollos conceptuales y los avances tecnológicos como en la estructura interna de la física, es decir, se comprende la física como una ciencia que debe limitarse a describir la naturaleza por medio de reglillas de medida y relojes reales.

Así, pues, al considerar las transformaciones de Lorentz de los fenómenos electromagnéticos y la independencia de los fenómenos físicos en un sistema inercial (principio de relatividad) conllevan a concebir que la velocidad de luz cuando tiende a infinito, es sólo una idealización límite, puesto que el concepto del tiempo debe transformarse al pasar de un marco de referencia a otro, es decir, pierde su carácter absoluto. En este orden ideas, la velocidad de la propagación de la luz conocida como la señal más rápida, es a su vez infinita.

Lo anterior sumado a una visión relativa de la simultaneidad de eventos, permite a Einstein definir el concepto del tiempo del siguiente modo: “Todo cuerpo de referencia (sistema de coordenadas) tiene su tiempo particular; la especificación de un tiempo sólo tiene sentido cuando se indica el cuerpo de referencia al cual hace relación dicha especificación” (Einstein, 1981, p.79).

Esta cita alude a que no se puede atribuir al tiempo una significación absoluta, ya que, un suceso se considera simultáneo siempre y cuando uno de los observadores no se encuentre en movimiento respecto al otro.

Es en este contexto de significación, en el marco de la TRE y la situación actual del país en cuanto a la necesidad de formar ciudadanos que asuman posturas críticas y sensibles a los asuntos sociales y al bien común, se considera indagar por: ¿Cómo la enseñanza del concepto de simultaneidad de eventos en la Teoría de la Relatividad Especial aporta a la formación de un sujeto político?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Analizar los aportes a la formación de sujetos políticos, que se derivan de la enseñanza del concepto de simultaneidad de eventos en la Teoría de la Relatividad Especial.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Identificar los aspectos del concepto de simultaneidad de eventos en la Teoría de la Relatividad Especial que permiten fomentar la formación de un sujeto político.
- Caracterizar los discursos de 3 casos de la I.E Comercial en relación con la formación de un sujeto político.
- Estructurar en una secuencia didáctica aspectos de la TRE que permiten la formación de un sujeto político a partir de los planteamientos de Einstein (1905) y de los modelos explicativos de los casos.

Capítulo dos: Marco teórico

A lo largo de este capítulo recopilamos los elementos teóricos que consideramos necesarios para dotar de significado y de soporte nuestra investigación. En primera instancia se hace un recorrido por las cosmovisiones de ciencia en el contexto de la enseñanza, partiendo del punto de que a cada modo de significarla se le atribuye un modo de significar la historia y que esto tiene repercusiones en el ámbito social; tras este recorrido se asume la concepción sociocultural de la ciencia como la más propicia para fomentar actitudes de un sujeto que atienda a los desafíos actuales, ya que permite reflexionar la ciencia más allá de los conceptos, permitiendo ahondar en las dinámicas y debates propios de la construcción del conocimiento científico.

Con base a estas reflexiones es propicio tener en cuenta elementos históricos y epistemológicos, como el caso de discursos, experimentos, algunos acontecimientos, donde se posibilite evidenciar aspectos de la naturaleza de la ciencia y su evolución en el tiempo, asumiendo el carácter dinámico y la multiplicidad de interpretaciones que se ofrecen para un mismo fenómeno. Esta nueva cosmovisión a la que nos inscribimos supone replantear el significado del experimento y revalidar el papel del experimento mental como creador de nuevos escenarios para la explicación de fenómenos. En este marco, la TRE es posible explicarla gracias a esta clase de experimentos, ya que surgen como una herramienta explicativa para visualizar conceptos que no pueden ser mostrados con experimentos físicos.

2.1. Concepciones de ciencia en el contexto de la enseñanza

En el análisis realizado, algunos investigadores (Aguilar, 2002; Rodríguez y Romero, 1999) afirman que la concepción de ciencia determina el qué, el cómo y el para qué enseñar la ciencia. En este sentido, resulta de gran interés para esta investigación examinar algunas

características de concepciones de ciencias que, según algunos investigadores (Rodríguez y Camacho, 2001) son usuales en el contexto de la enseñanza.

Para realizar cualquier aproximación a estas concepciones de ciencia, es importante percatarse que en toda interpretación está presente una concepción del mundo y del conocimiento mismo. Si bien se reconoce la existencia de diversos modos de ver, en este apartado, sólo se establecen la perspectiva realista (mecanicista) y la relativista (fenomenológica).

En la cosmovisión realista, el mundo natural se considera que existe independiente del sujeto, de modo que la *realidad* es entendida como aquello que está fuera del sujeto, es absoluta e independiente de todas las construcciones teóricas del hombre, mientras que, en la relativista, el mundo natural no tiene existencia con independencia del sujeto, dado que este tiene existencia en cuanto es postulado a partir de las interpretaciones y construcciones (Aguilar, 2002).

Tal como se ha planteado, a cada una de estas cosmovisiones subyace un modo de significar la ciencia y el conocimiento, y así se fundamentan, directa o indirectamente una concepción de lo que es la ciencia. En la realista, es asumida como una conglomeración de datos sobre las leyes existentes en el mundo, el proceso de enseñanza no genera espacios de interiorización y reflexión del conocimiento; por el contrario, en la relativista, la ciencia es asumida como una actividad humana orientada a la comprensión del mundo a partir de brindarle significado a las construcciones del hombre, la enseñanza de las ciencias se constituye como un espacio de construcción y validación del conocimiento (Rodríguez y Romero, 1999)

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, cabe aclarar que existen varias formas de ver el mundo (cosmovisiones), una de ellas es la concepción realista de las ciencias la cual ha predominado entre las diferentes perspectivas que se presentan de la ciencia, en la que la

producción de conocimiento obedece a unos procesos mediados por la neutralidad del sujeto con su entorno, es decir, se brinda un papel fundamental a la descripción de los fenómenos de la naturaleza por medio de teorías y leyes, donde la naturaleza existe independientemente de los contextos y del hombre, por tanto, el ser humano sólo puede dar una visión objetiva de ella, ya que no es partícipe de la construcción de la realidad (Torres, 2010).

En esta perspectiva la ciencia es concebida como una disciplina exclusivamente analítica, se asume como rígida, algorítmica, sobre el cual el método científico sustenta cualquier proceso de investigación; promueve la concepción individualista y elitista frente a los procesos científicos, donde la producción de conocimiento no necesariamente se centra en la búsqueda del bien colectivo. La producción de conocimiento, en esta perspectiva, es entendida como un proceso llevado a cabo por un sector exclusivo de la sociedad, puesto que estos procesos pueden ser ejecutados, de manera individual y aislada. Además, en esta perspectiva, se asume una invariancia de las leyes de la naturaleza, ya que estas no son determinadas por la historia del ser humano (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2002).

Por otra parte, en esta concepción y, en coherencia con lo que se significa como ciencia, se asume, en términos de Carr (1991), la historia como un cuerpo hechos verificados, los cuales deben ser expresados “tal cual como ocurrieron”, es decir, la historia no depende de cómo los historiadores asumen los datos, sino de la reproducción explícita y lineal de los mismos. Asimismo, plantea la historia como una serie de acontecimientos cronológicos, los cuales pueden ser ubicados en una línea temporal.

De esta manera, en la concepción realista, el conocimiento científico, en concordancia con Aguilar (2002) consiste en la apropiación permanente y acumulativa de proposiciones verdaderas, la fuente del saber recae en los datos empíricos, de tal forma que, la prueba experimental prevalece sobre las predicciones. En estos términos, la experimentación cumple un papel determinante de verdades y de objetivación, bien sea a favor o en contra de una teoría o ley científica, lo que implica un ordenamiento jerárquico entre teorías más o menos verificadas experimentalmente, lo cual es una relación causal. (Elkana, 1983).

Teniendo en cuenta lo anterior, cabe mencionar que lo mencionado hasta el momento parte desde el estudio y análisis de algunos elementos de la filosofía, sociología e historia de las ciencias. Dichos estudios tienen sus repercusiones en el ámbito educativo, como lo plantea Aguilar (2002), quien plantea que, la relación del maestro con su disciplina, refleja de manera consciente o inconsciente, un modo de concebir la ciencia, lo cual repercute en la manera de enseñarla. Al respecto, diversos autores (Rodríguez y Romero, 1999; Aguilar, 2002) sostienen en afirmar que dicha enseñanza de la ciencia centrada en una concepción realista, se centra en la adquisición, reproducción y confirmación de las leyes que describen la naturaleza, puesto que el maestro asume una postura simplista e ingenua de la ciencia y su enseñanza, lo que conlleva a que se considere como consumidor de los conocimientos científicos establecidos.

Las consideraciones anteriores, permiten pensar que la enseñanza de la ciencia centrada en una concepción realista, establece que el conocimiento no está en las personas sino en la naturaleza misma, además favorece la formación de actitudes individualistas en los estudiantes.

En estudios realizados por Galtung (1989), se muestra que, desde esta perspectiva, sólo hay cabida para dos opiniones; lo válido y lo inválido, repercutiendo esto en la forma de abordar los dilemas sociales, imposibilitando flexibilizar el pensamiento y por ende fomentando en los sujetos la validez de las prácticas violentas para la solución de conflictos.

En el análisis realizado se logró establecer que, la concepción realista fomenta sujetos con poca capacidad crítica y reflexiva, sujetos que radicalizan su pensamiento y no dan la posibilidad de diálogo. También, fomenta una visión lineal y aproblemática que, en consecuencia, no facilita la incorporación de aspectos históricos, epistemológicos y sociológicos de la ciencia, que posibilitan cuestionar y reflexionar su estructuración interna.

Ante esta situación se hace necesario buscar alternativas que permitan fomentar desde la ciencia actitudes en el sujeto que vayan acordes a las problemáticas actuales. Por eso es propicio preguntar *¿Qué concepción de la enseñanza de la de las ciencias promueve la formación de un ciudadano que responda a los nuevos retos que afronta el país?*

Esta pregunta toma relevancia, dado que la forma en que se asuma la ciencia y en consecuencia su historia, repercute en su forma de enseñar (En este sentido, como lo señala Ayala (2000), la forma más adecuada de abordarlas es considerarlas como la construcción del hombre en la cual interviene directamente su interpretación, lo cual permite una recontextualización de los saberes.

Por otra parte, y como alternativa a la perspectiva anterior, se plantea la concepción realista de la ciencia, asociada también a una cosmovisión de mundo, sobre la cual

(Aguilar, 2002), establece que, el conocimiento científico y su validez se encuentran condicionados por los contextos con los que interactúan, lo que da a entender que no existe una verdad absoluta y el conocimiento científico no se centra en la apropiación y acumulación de verdades respecto al mundo, por el contrario, el propósito está en la búsqueda de significados de una realidad que es construida por el hombre, donde intervienen, para su desarrollo, factores sociales, éticos, morales, políticos, entre otros.

Además, desde esta perspectiva, la historia no es considerada definitiva, ya que las sociedades son cambiantes y la historia que conocemos no es sino la interpretación que hace un historiador de una serie de hechos, atendiendo a la importancia que para estos tenga cada suceso. Este carácter interpretativo de la historia abre un amplio abanico de posibilidades, dado que, si este modo de significarla es contextualizado en la actividad científica, surge la posibilidad de que esta también sea refutada, cuestionada, discutida, y también, variar de un sujeto a otro, de una disciplina a otra y de un contexto sociocultural a otro (Elkana, 1983). Asumir la ciencia bajo esta significación, da pie a la posibilidad de vivificar el pasado, es decir, ver el pasado con los ojos del presente y a la luz de los problemas del ahora, de tal forma que desliga el carácter “muerto” que se la asignaba tradicionalmente a la historia (Collingwood, 1996).

Esta concepción, presupone la actividad de la enseñanza de la ciencia y permite que ésta se enfoque en modelos explicativos de la realidad, es decir, se centra en la fabricación de fundamentos y la estratificación de la misma a partir del constructo humano. De esta manera, el maestro es considerado como generador activo de contextos en pro de la construcción, reconstrucción y validación de la ciencia que transgrede en un grupo social (Aguilar, 2002).

2.2. Reflexiones metacientíficas como eje articulador entre formación *en y sobre* ciencia y la formación de sujetos políticos.

En la historia de la ciencia, el área de la física y la matemática ha jugado un papel fundamental sobre el problema general del conocimiento, múltiples pensadores reflexionaron sobre su metodología, su propósito y sus fundamentos buscando diversas maneras de afianzar la relación entre la filosofía y el conocimiento matemático de la naturaleza (Cassirer, 1979).

El fenomenismo que envolvió esta nueva postura de la física deja de preocuparse únicamente por la solución, para centrarse en el sentido y la razón de determinados problemas físicos, posibilitando así que múltiples investigadores en el campo de la física, se obtuvieron una gama de respuestas más amplias, e incluso contradictorias. Se logró de esta manera, tener un viraje de la línea “natural” de la investigación en ciencias: en vez de indagar únicamente sobre la naturaleza de su objeto, se logra reflexionar sobre su razón de ser, sus límites y el sentido de lo que se hacía, asumiendo como propios los desafíos filosóficos y epistemológicos que le impone su área de conocimiento (Cassirer, 1979).

Las consideraciones anteriores van en concordancia con la concepción sociocultural de la ciencia, en la que se considera al hombre un constructor de realidades generadas a partir de sus interpretaciones. Esta cosmovisión permite que los profesores de ciencias se vinculen a procesos de recontextualización de saberes, que exija de ellos la elaboración de criterios de selección de un campo problemático, la toma de posición acerca de los fenómenos que intenta organizar y que tenga en cuenta los aportes que al respecto han hecho otros autores; proceso en el cual el papel de la historia y epistemología de las ciencias es determinante (Ayala, 2000).

Lo anterior, conlleva a que la enseñanza no se centre únicamente *en* saber ciencia: contenidos específicos; sino que también, se hace necesario saber *sobre* ciencia: qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo se construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, y qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional. Todas estas características se engloban en la Naturaleza de la Ciencia (en adelante NdC) (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

En consecuencia, reconocer la necesidad de reflexionar *sobre* ciencia tras la reformulación de un currículo que presenta como fin la acción sociopolítica de los ciudadanos por medio del conocimiento científico, conlleva a caracterizar en la NdC tres finalidades fundamentales; intrínseca, cultural e instrumental, que pueden ser ejecutadas en la enseñanza de la ciencia (Adúriz, 2005).

La finalidad *intrínseca* asume la naturaleza de la ciencia como una forma de reflexionar racionalmente y analizar críticamente los diferentes discursos expuestos sobre la propia ciencia.

La finalidad *cultural* propone a la NdC como un constructo humano que depende del contexto social de cada época, de tal forma que la ciencia presenta una interrelación entre las diferentes áreas del conocimiento (arte, religión, filosofía, entre otros)

La finalidad *instrumental* considera la NdC como herramienta en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, como vinculator entre los contenidos específicos y las problemáticas de la comunidad, debido a su enfoque histórico, epistemológico y sociológico.

Esta reflexión que se abre en torno a la NdC brinda la posibilidad de formar un sujeto capaz de reflexionar sobre y desde la realidad, con habilidades argumentativas y comunicativas que le permiten exponer sus pensamientos con una sensibilidad por las

problemáticas que afectan al colectivo. En definitiva, reconoce su papel como agente transformador de su realidad, asume una postura crítica- reflexiva sobre su condición de ser político, la cual se refleja en su capacidad para tomar sus propias decisiones, con flexibilidad de pensamiento. Estas características, propias de un sujeto político, favorecen una relación dialéctica, en la que el papel del otro se significa como interlocutor válido (Arias y Villota, 2007).

En este sentido, lo político adquiere un papel primordial al significarse tanto como una condición natural del sujeto político como un proceso discursivo de lo social, que es transversal a dos tipos de reglas, normativas y pragmáticas, y da pie a replantear los puntos de partida de una comunidad en los momentos de crisis, entre los intereses del colectivo y el privado sin renunciar a su singularidad como sujeto autónomo. El sujeto político es aquel capaz de armonizar las reglas del común determinadas por el contexto donde se desenvuelve (reglas normativas) y las estrategias concurrentes (reglas pragmáticas). Estas reglas trascienden al sujeto político, siempre y cuando pueda establecer relaciones entre sus intereses y los que dispone el colectivo, de tal forma que el individuo se convierte en un estratega que concilia y logra transformar la realidad mediante la acción organizada y reflexionada (Arias y Villota, 2007).

De esta manera, el sujeto político no es un individuo con virtudes sobresalientes que le indica a la sociedad el que hacer según su propia acción o le brinda una primacía al interés colectivo sobre su propia autonomía como sujeto, sino que es un mediador que se construye en el colectivo para desarrollar una sensibilidad por el otro, una capacidad reflexiva y la posibilidad de una transformación del entorno en que circunda, y además, logra una coherencia entre lo público y lo individual, es decir, encuentra una correspondencia de intereses, que no necesariamente deben ser los mismos, pero sí de la

misma naturaleza. Por lo tanto, el sujeto político no puede existir sin que este sea un sujeto social y sin un modo simbólico a través del cual interactúan (Arias y Villota, 2007).

Es posible ver como la NdC nos permite reflexionar sobre el funcionamiento de la ciencia misma, es decir, sobre qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional, el rol que cumple el experimento, entre otros (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004). Se evidencia con lo anterior que la NdC surge como el contexto necesario para hablar sobre la formación de un sujeto político, que vea en la educación científica un elemento fundante para a partir de estos ser partícipe de las dinámicas sociales que lo rodean.

Considerando los planteamientos anteriores, se establece una matriz (ver tabla 1) que relaciona la formación *en* y *sobre* ciencias, asumiendo esta, más allá de un cúmulo de conocimientos y evidenciando los múltiples aspectos que intervienen en su construcción; la formación de sujetos políticos, evidenciando que este posee una serie de características que le permiten tener un papel activo en las dinámicas sociales y por último se hace una articulación en un componente pedagógico-didáctico para visualizar una forma de llevar estas reflexiones a un entorno de enseñanza, todo esto con el fin de generar una ruta de significación con sentido en la investigación.

Tabla 1. *Reflexiones metacientíficas*

<i>Reflexión Metacientífica como Articulador entre la Formación Científica y la Formación de Sujetos Políticos</i>			
Contexto	Formación en y sobre las ciencias	Formación de sujeto político	Contexto pedagógico-didáctico

<p><i>Uso de fragmentos históricos para evidenciar los aspectos que intervienen en la construcción de explicaciones científicas.</i></p>	<p>La ciencia como construcción social, en la que intervienen aspectos éticos, políticos, económicos y socio-culturales.</p>	<p>Flexibilidad de pensamiento como elemento clave para reconocer diferentes formas de razonar y a raíz de ello, fundamentar su posición.</p>	<p>La enseñanza de las ciencias centrada en el uso de fuentes históricas para evidenciar las dinámicas en la construcción de la ciencia y algunas interacciones sociales del sujeto político.</p>
	<p>Teorías científicas y perspectivas del mundo físico como estilos colectivos de pensamiento para la explicación de un mismo fenómeno.</p>	<p>Habilidades comunicativas y argumentativas como condición para ejercer el sujeto político a partir del discurso, que fundamenta la acción.</p>	
<p><i>Uso de narrativas científicas como alternativa en la experimentación mental para la construcción de explicación de fenómenos y la toma de decisiones informadas</i></p>	<p>El experimento mental como escenario para la ocurrencia de eventos y construcción de explicaciones.</p>	<p>Toma de decisiones informadas a partir de conocimientos previamente consultados y reflexionados.</p>	<p>La enseñanza de las ciencias a partir de narrativas científicas: una posibilidad para favorecer habilidades comunicativas y argumentativas</p>

<p>El experimento mental como precondición para ejecutar experimentos reales, posibilitando el uso de la imaginación.</p>	<p>Flexibilidad de pensamiento como elemento clave para reconocer diferentes formas de razonar y a raíz de ello, fundamentar su posición.</p>
---	---

<p>Los principios como condición inicial para la construcción y validación de explicaciones científicas.</p>	<p>Habilidades comunicativas y argumentativas, para el ejercicio del sujeto político a partir de fundamentos discursivos.</p>
--	---

Las representaciones mentales como eje articulador de las explicaciones científicas.

<p><i>Uso de registros de diálogos científicos (cartas y</i></p>	<p>La ciencia como construcción social, donde</p>	<p>Participación activa, en base a la subjetividad, para transformar la</p>	<p>La enseñanza de las ciencias centrada en el uso de comunicaciones</p>
--	---	---	--

conferencias), para evidenciar posturas éticas frente al conocimiento que permitan analizar aspectos políticos, económicos y socio-culturales que influyen en el desarrollo de conocimiento científico.

intervienen aspectos éticos, políticos, económicos y socio-culturales.

La influencia de aspectos éticos y morales en el desarrollo del conocimiento científico.

El conocimiento científico como bien público colectivo.

sociedad en busca de un bienestar común.

Flexibilidad de pensamiento como elemento clave para reconocer diferentes formas de razonar y a raíz de ello, fundamentar su posición.

Habilidades comunicativas y argumentativas como condición para ejercer el sujeto político a partir del discurso, que fundamenta la acción.

entre la comunidad científica: una posibilidad para favorecer la participación activa en las dinámicas sociales

2.3. La enseñanza de la física centrada en el uso de fragmentos históricos para evidenciar las dinámicas de la actividad científica y algunas interacciones sociales del sujeto político.

Como se ha planteado, existen diferentes maneras de significar la ciencia y a su vez la historia, en este sentido, algunas investigaciones sobre la didáctica de las ciencias, han establecido consensos en torno a la orientación constructivista del conocimiento (Coll, 2001; Tolchinsky, 1994; Driver & Erickson, 1983; Novak, 1988), en la que el aprendizaje de los conceptos científicos está enmarcado en un contexto histórico como cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias. En este sentido, se entiende como un proceso de asimilación en el que las ideas previas son utilizadas para procesar la información nueva. La culminación del proceso de aprendizaje se realiza a través de una acomodación de las ideas previas y la asimilación de nuevas ideas, e incluso, en su reestructuración y sustitución (Castro, Gómez & Llavona, 2012). Resulta visible la relación, entre esta visión del proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento científico a través de la historia, por lo tanto, el incluir este enfoque histórico puede ayudar al estudiante a adquirir una mayor comprensión de la materia (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

Al respecto, algunas investigaciones (Sánchez, 1988; Iparraguirre, 2007; Matthews, 1994; Castro, Gómez y Llavona, 2012) señalan que en la enseñanza se han venido desconociendo estas discusiones y el cambio de pensamiento que ha experimentado la ciencia. Para Matthews (1994) hace falta un esfuerzo más grande en la incorporación de la HFC (historia y filosofía de la ciencia) para así lograr una enseñanza contextualizada de la ciencia; además, señala que la incorporación de estos aspectos históricos: motiva y despierta el interés en la ciencia, proporciona una mejor comprensión de los conceptos científicos mostrando su desarrollo y dinámica de construcción, propicia la comprensión de

cómo se generan y validan los diferentes productos de la actividad científica, permite establecer relación entre los contenidos científicos y los intereses éticos, culturales y políticos de los contextos donde se produjeron (Matthews, 1994).

En concordancia con lo anterior, es importante señalar que en la enseñanza de la ciencia se debe manejar claridad, orden e hilos conductores (Géne & Gil, 1982), donde se muestre de manera clara las condiciones en las que se desarrolla un descubrimiento. Es bajo estas premisas que se plantea como importante el uso de fragmentos históricos- también conocidas como fuentes de primera mano- para poder evidenciar la trascendencia, motivaciones, condiciones y problemáticas que rodean determinado concepto.

Retomar entonces una fuente que nos permita hablar de Galileo y su teoría heliocéntrica (1609) habilita, por ejemplo, la posibilidad de reivindicar el papel de los instrumentos en física, ya que solo después de que Galileo construyó su telescopio y las posteriores observaciones que realizó con este (relieve de la luna, satélites de júpiter, las manchas del sol y las fases de venus) fue que pudo defender ante la comunidad científica el copernicanismo que había planteado anteriormente. A pesar de los impedimentos mostrados por la iglesia romana, la ortodoxia aristotélica y la fe ciega en la teoría geocéntrica, los datos mostrados experimentalmente por Galileo y su trasfondo teórico terminaron siendo aceptados (Sánchez, 1988). Abordando este ejemplo se puede mostrar a los estudiantes la importancia de las evidencias, el rol que juegan las entidades sociales en la validación de teorías y la importancia de la argumentación como movilizadora de conceptos; características necesarias para abordar las problemáticas sociales.

En esta misma línea, al analizar la evolución histórica de las leyes de refracción de la luz se presentó la necesidad de contar con un modelo teórico para poder llegar a la interpretación de un conjunto de datos, ya que Ptolomeo (100 d.C-170 d.C) a pesar de ser

uno de los primeros en estudiar el tema por un largo periodo de tiempo y demostrar conocimientos en trigonometría desarrolladas en su obra *Almagesto*, no pudo llegar a la ley actual de la refracción de la luz; para llegar a esta, hizo falta el aporte de Haytahaam (965-1038) quien fue el que rebatió la visión de “rayos táctiles” que partían del ojo para explorar los objetos propuestas por los pitagóricos, y además, repite las mediciones de Ptolomeo concluyendo que su ley solo era exacta para ángulos pequeños. Solo se logró un cambio conceptual en torno a este tema a partir de la relación descubierta empíricamente por Willebrord Snell (1591-1626) en 1621, donde relaciona las cosecantes de los ángulos de reflexión y refracción dando siempre como resultado una constante (Jenkins & White, 1964). Esta ley no se divulgó hasta 1703 en la obra *Dioptrica* del holandés Huygens (1629-1695), Descartes a su vez en ese mismo intervalo de tiempo formuló una ley (que es la que se conoce actualmente) en términos de los senos de los ángulos. Posteriormente, en 1657, Fermat establece que la luz viaja de un punto a otro a lo largo del camino que le insume el mínimo tiempo, suponiendo que viaja con distinta velocidad en cada medio y relaciona de esta manera las velocidades de la luz en cada medio para obtener el índice de refracción (Iparraguirre, 2007). A partir de los planteamientos de Newton y Huygens se divulgan las concepciones corpusculares y ondulatorias de la luz.

Teniendo en cuenta el recorrido histórico del concepto luz, se pueden evidenciar la provisionalidad de los conceptos, ya que desde los primeros planteamientos de Ptolomeo hasta la concepción dual actual de la luz se han planteado diferentes definiciones del mismo, además es posible evidenciar como al mismo tiempo diferentes comunidades de científicos pueden plantear la explicación de un fenómeno con diferentes puntos de vista, recalando la necesidad, en el caso de Snell, de la divulgación científica ya que tuvo que pasar un tiempo significativo hasta que se conocieran sus valiosos aportes. Se puede hacer

una analogía con las dinámicas sociales, donde se evidencia la evolución de las leyes jurídicas a partir de las necesidades actuales del hombre y donde dependiendo de cada cultura o institución se puede explicar el mismo fenómeno de diferentes maneras.

Por consiguiente vincular a estas dinámicas científicas, a partir del estudio de fragmentos históricos, posibilita fomentar: flexibilidad de pensamiento; asumir el carácter provisional de los conceptos, ya que dependiendo del sistema interpretativo pueden tomar relevancia o no; buscar los medios para divulgar sus pensamientos, para establecer consensos; argumentar de manera clara y precisa sus ideas, para poder convencer a un determinado grupo de sus opiniones; la participación activa de las dinámicas sociales, fundamentadas desde el conocimiento ya que se recalca mediante estos fragmentos la necesidad de tener un trasfondo teórico para poder interpretar con claridad una serie de datos.

En este orden de ideas, Mach y Babini (1949) señalan que, solo aquellos que conocen el curso completo del desarrollo de la ciencia podrán, como una consecuencia inmediata, juzgar más libremente y más correctamente el significado de cualquier movimiento actual que aquellos que, limitados en sus puntos de vista a la época en que transcurren sus propias vidas, contemplan meramente la tendencia momentánea que el curso de los sucesos intelectuales toma en el instante presente. Lo que reafirma el carácter de importancia que tiene la historia para la toma de decisiones informadas, puesto que brinda una perspectiva más amplia de los hechos a juzgar.

Es importante, por lo tanto, situarnos en este periodo de cambio por el que pasa nuestro país y favorecer desde la ciencia la formación de un sujeto con capacidades para desenvolverse en los retos actuales, que promueva y acepte la validez de múltiples interpretaciones (comprendiendo que cada una depende de un serie de principios y

características propias del sujeto o la comunidad que las promueve) y a través de estas movilizar consensos, que argumente su postura de manera clara y sea propiciador de cambios en busca del progreso tanto personal como de la comunidad en la que convive.

2.4. Uso de narrativas científicas como alternativa en la experimentación mental para la construcción de explicación de fenómenos y la toma de decisiones informadas.

En las ciencias, se pasó de creer que los conceptos fundamentales y postulados de la física eran deducidos mediante la abstracción de la experiencia (concepción mecanicista); a tener un reconocimiento del carácter provisional de los principios (concepción relativista), donde se pueden señalar dos interpretaciones esencialmente diferentes, ejemplo de esto los principios de la gravitación de Newton y Einstein, que corresponden ambos en gran medida con la experimentación, por una lado con la experiencia, por el otro por el pensamiento (Granes, 1992).

Lo anterior, al generar un cambio en la estructura interna de las ciencias, logró replantear el papel que cumple la experimentación en las prácticas científicas, entendiendo su función explicativa, los procesos de formalización que genera y su capacidad para la construcción de fenomenologías (Knorr-cetina, 2005). Con base en esta resignificación del experimento, Mach (1948) plantea que además de la experimentación física, los hombres que logran un desarrollo intelectual avanzado recurren a lo que se denomina experimentación mental, la cual se constituye en un método para construir conocimiento científico y, en varias situaciones, se convierte en una precondition para planear y realizar experimentos de manera efectiva.

En este sentido, la investigación centró su interés en la experimentación mental, porque esta; Forma parte de lo que es considerado experimentación, además, surge como el contexto que posibilita ciertas explicaciones de la TRE, sin la cuales no se daría su desarrollo, como lo señala Ortiz (2008), el mismo Einstein reconoce el gran valor de la experimentación mental cuando al encontrar dificultades en la demostración experimental de la teoría de la relatividad, adopta posturas en las que no admitía un único nivel de experimentación , sino que se reconocía el nivel de importancia tanto de los experimentos físicos, como de los experimentos mentales.

Además de esto, resulta particularmente útil en el desarrollo de la clase teórica de ciencias, dado que obliga a viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad, permitiendo dejar de lado el papel de constitución o de complementariedad entre teoría y práctica, elementos que son fundamentales en la producción científica (Romero & Amelines, 2016)

Complementario a lo anterior, Aguilar y Romero (2011) establecen que “la experimentación mental puede ser considerada como la construcción de escenarios hipotéticos (...) donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, (...) constituyéndose en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles” (p.172). Plantear estos escenarios hipotéticos brinda la posibilidad de llevar la teoría más allá de las condiciones que se presentan en los momentos y contextos, profundizando en ella y comprobando si sus postulados son ciertos, o si por el contrario dicha teoría envuelve contradicciones, es decir, es una herramienta utilizada para ilustrar situaciones complejas, que en algunos casos solo son posibles mediante este tipo de experimentos.

Conjuntamente, según Romero y Aguilar (2013), esta clase de experimentos posibilitan elaboraciones formales que pueden llegar a constituir condiciones iniciales necesarias para construir un marco teórico, como es el caso de la teoría de la relatividad especial planteada por Albert Einstein, donde el desarrollo de sus conceptos como espacio, tiempo, marcos de referencia, simultaneidad, entre otros, fueron posibles a partir de la experimentación mental.

Tras el surgimiento de la TRE en 1905 y la popularidad del libro de Kuhn (1962) *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, se ha dado una reorientación profunda en torno al llamado conocimiento científico. Ante esta resignificación Einstein no sólo replantea los conceptos de causalidad y simultaneidad, sino que ratifica la necesidad de demostrar todo concepto de la física mediante patrones y relojes reales, dado que:

Al analizar los conceptos de espacio y tiempo en la teoría de la relatividad, se manifiesta por primera vez una estructura que es característica en toda la física moderna: los instrumentos de medida con los cuales se determinan las propiedades de la naturaleza, son a su vez objetos de esa misma naturaleza (Mittelstaedt & Aleixandre 1969, p. 9).

Es con la ayuda de señales luminosas que se logran medir intervalos de espacio y tiempo. Lo cual transformó radicalmente ideas clásicas sobre espacio, tiempo y movimiento partiendo de dos principios claves; 1) *Principio de la relatividad*, plantea la independencia de los fenómenos físicos del sistema inercial en el que se observan; 2) *Principio de la constancia de la velocidad de la luz*, considera que la velocidad de la luz puede ser tomada como una velocidad límite, que no puede ser superada por la velocidad de otra señal. Puesto que, la luz se propaga siempre en el espacio vacío con una velocidad definida c , independiente del estado de movimiento del cuerpo emisor.

En concordancia con Mittelstaedt y Aleixandre (1969) cabe aclarar que, la relatividad no consiste en una teoría cuyas afirmaciones se refieren a datos experimentales, sino en una reflexión sobre las condiciones físicas previas a la experiencia.

En este sentido, la investigación retomó varias situaciones planteadas originalmente por Einstein para explicar el concepto de simultaneidad, como lo hace en la siguiente cita para dar cuenta del tiempo:

Hay que tener en cuenta que todos aquellos juicios en los que interviene el tiempo son siempre juicios referentes a sucesos simultáneos. Por ejemplo, si yo digo: <<Ese tren llega a las siete>>, lo que intento decir es algo como: <<La posición de la manecilla pequeña de mi reloj en las siete y la llegada del tren son sucesos simultáneos >>. (Einstein, 1905, p.63)

Aunque esta problemática parece ser solucionada con una sustitución de términos, Einstein manifiesta que esta idea no responde para sucesos que se encuentren en lugares diferentes y alejados del reloj. Para comprender esta idea, imaginemos el siguiente experimento mental: En un punto A del espacio se encuentra un reloj estacionario y un observador A, el cual podrá determinar los valores temporales de los sucesos que se presenta cerca del punto A, únicamente observando qué posiciones de las manecillas son simultáneas con dichos sucesos. De igual forma, en un punto B del espacio se encuentra un reloj estacionario idéntico a A y un observador B por lo cual, el observador B determina los valores temporales de los sucesos que se presentan cerca del punto B. Hasta el momento, se ha planteado un tiempo A y un tiempo B, siendo así, es necesario plantear un tiempo común para ambos observadores. Para esto es pertinente establecer que el tiempo que requiere la luz para viajar del punto A al B es el mismo que el tiempo que requiere para viajar del punto B al A. Ahora, imaginemos un rayo de luz que viaja del punto A al punto B con un

tiempo A de salida, al llegar al punto B se refleja con un tiempo B de salida y continúa una trayectoria hacia el punto A, regresando en un tiempo . Tras un análisis matemático obtenemos:

La ecuación anterior, define dos relojes marchando sincronizadamente entre sí, lo que implica que si un reloj A está sincronizado con el reloj B, el reloj B está sincronizado con el reloj A. Siendo así, el tiempo de un determinado suceso está dado: 1) simultáneamente con el suceso, tras un reloj estacionario en el lugar del suceso y 2) sincrónico respecto a un reloj estacionario.

De esta manera, Einstein (1985) concluye: “Todo cuerpo de referencia (sistema de coordenadas) tiene su tiempo particular; la especificación de un tiempo sólo tiene sentido cuando se indica el cuerpo de referencia al cual hace relación dicha especificación” (p.79).

En otras palabras, se plantea que no se puede atribuir al tiempo la significación absoluta; debido que si asumimos dos sucesos desde un sistema de coordenadas, será simultáneo, si los observadores se encuentran en reposo, pero no pueden ser considerados como sucesos simultáneos al ser vistos desde un sistema de coordenadas donde un observador se halla en reposo respecto al otro. Así, dos eventos pueden ser simultáneos para los observadores de un sistema inercial determinado, pero dejan de serlo para observadores que se mueven con respecto a los primeros. Para éstos uno de los eventos ocurre antes que el otro y es siempre posible encontrar otros sistemas de referencia en los cuales el orden temporal se invierte.

Se logra visualizar que la experimentación mental fue de gran importancia para el desarrollo de la TRE, de la cual se tomó el concepto de simultaneidad como concepto clave en la investigación, por su carácter imaginativo, que permite visualizar escenarios diferentes que extrapolan el mundo tangible.

Lo anterior, se logra visualizar en la sociedad, donde un mismo evento puede ser interpretado por varios observadores (sistemas de referencia), de diferentes maneras y siguen siendo, cada una de estas interpretaciones válidas, puesto que la interpretación depende de las condiciones y pensamientos de la persona que lo observa.

Dadas algunas características de la experimentación mental, la investigación hizo uso de narrativas científicas, puesto que estas brindan la posibilidad de imaginar escenarios propicios para la construcción del conocimiento y la participación consciente, crítica, reflexiva e informada de los sujetos.

En esta misma línea, y en concordancia con Hodson (2003), la enseñanza de las ciencias debe capacitar a los estudiantes para la toma de decisiones informadas, es decir, ser capaces de leer artículos científicos y tecnológicos para comprender en un nivel razonable lo que se plantea y que con los conocimientos en ciencia que adquieran, sear capaces de armarse un panorama más amplio para tomar posición frente a las necesidades del país. También, se brinda un papel primordial a la indagación y el cuestionamiento científico como propiciadores del desarrollo de pensamiento propio y de establecer posiciones de valor para la toma de decisiones informadas, por lo tanto evita recitar, sin una previa reflexión, ideas plasmadas por otros o en libros de textos, y supone significar el actuar del sujeto con justicia y razón en las diferentes dinámicas sociales.

Capítulo tres: Marco metodológico

Con el fin de caracterizar lo que supone ser un sujeto político, esta investigación analizó las múltiples interpretaciones, concepciones y pensamientos de tres casos en torno al concepto de simultaneidad relativa de Einstein, donde se tuvo en cuenta, previamente, aspectos clave de la TRE, como lo son el principio de constancia de la velocidad de la luz y el principio de Relatividad.

En este orden de ideas, la investigación fue de carácter cualitativo, ya que dadas sus características fundamentales (intencionalidad, interpretación y flexibilidad) y la intención de comprender cómo el análisis de situaciones relacionadas con la simultaneidad de eventos, permitió establecer una ruta de significación entre la formación *en* y *sobre* ciencia, y la formación de sujetos políticos. Además, dado que los casos investigados fueron el puente para visualizar esta relación, esta investigación se enmarcó en un estudio de casos instrumental.

Los casos seleccionados atienden a unas características que se consideraron necesarias para cumplir los objetivos de la investigación (disponibilidad horaria, interés por la física, habilidades comunicativas, participación). En este sentido se seleccionan tres estudiantes (dos hombres y una mujer del grado once) de la institución educativa comercial de Envigado que cumplieran con dichas características.

Posterior a esto se aplicaron cuatro instrumentos (entrevistas y debates) que buscaron, mediante el concepto de simultaneidad relativo, develar en los casos, discursos propios de un sujeto político. La información que se logró recolectar se analizó mediante un sistema de categorías previamente establecidas y los objetivos propios de cada instrumento. Además,

para facilitar este trabajo se sistematizó la información en matrices de doble entrada en las cuales se pudo visualizar los asertos de los investigadores.

3.1 Enfoque y método

Esta investigación estuvo direccionada por la intencionalidad de los investigadores, centrado en comprender cómo establecer una relación entre el concepto de simultaneidad relativo, algunos aspectos previos de la TRE (como los principios de la Relatividad Especial de Einstein) y habilidades que caracterizan a un sujeto político tales como: capacidad comunicativa y argumentativa para expresar sus pensamientos y saberes de manera clara; flexible al pensamiento del otro en función de generar consensos; capacidad de utilizar sus conocimientos en la toma de decisiones que favorezcan a la comunidad, participación activa en pro del crecimiento social y económico del país.

También fue característica de esta investigación, el papel de la interpretación durante todo el proceso, ésta no solo fue clave en la interpretación de los datos suministrados por los informantes, sino también, en el proceso de construcción de la problemática y fundamentación de la propuesta misma. Igualmente, fue un proceso flexible en el intento de construir una ruta de significación con sentido sobre la relación entre la formación en ciencias y la formación de sujeto político, a partir del análisis de la simultaneidad de eventos en el marco de la teoría de la relatividad especial.

Consecuente con lo anterior, se analizaron casos individuales a partir de la simultaneidad de eventos de la TRE que permitieron articular aspectos sociales enmarcados en la formación de sujetos políticos.

Puesto que los ejes fundamentales de la investigación fueron la intencionalidad de los investigadores, la interpretación como método y la búsqueda de comprender cómo el otro aprende, la investigación es de corte cualitativo (Stake, 1998).

Por otra parte, para favorecer el logro de los objetivos de investigación, el análisis no se centró en los casos mismos, sino que se utilizaron como medio para comprender posibles relaciones entre la formación *en* y *sobre* ciencia y la formación de un sujeto político.

En este orden de ideas, esta investigación se enmarcó y se desarrolló bajo los lineamientos teóricos de la investigación cualitativa con estudio de caso instrumental.

3.2 Contexto de investigación

La investigación se realizó en la Institución Educativa Comercial de Envigado sede Bachillerato, la cual tiene jornada diurna única, calendario A, mixto, y está ubicada entre los barrios La Mina y San Rafael, en el municipio de Envigado, Antioquia, Colombia. Esta institución educativa opera desde el 2002 tras la fusión de tres planteles educativos del mismo sector, con el fin de cursar en el mismo establecimiento los tres niveles de educación formal, planteados en la Ley General de Educación (Institución educativa Comercial de Envigado, 2016)

Los estudiantes de este establecimiento académico presentan una gran diversidad respecto al estrato social, puesto que se encuentran en el estrato social, desde el uno hasta el estrato social seis.

Respecto a la actitud de los estudiantes en temáticas científicas abordadas en las aulas, se evidencian posturas que catalogan las materias de física y matemática como difíciles y poco útiles, en la que se cuestionan siempre la relevancia que tiene aprender estos conceptos

para su vida, es decir, han adquirido una visión acabada y absolutista de la ciencia y por lo tanto, no se consideran partícipes de su construcción. Además, de la radicalización de pensamientos que generan actitudes violentas dado la imposibilidad de aceptar ideas diferentes, conllevando a utilizar expresiones que evidencian el maltrato verbal entre ellos.

3.3 Casos y criterios de selección:

Para la recolección de la información se seleccionaron 3 casos, 2 hombres y 1 mujer del grado undécimo, con edades entre los 15 y los 18 años. En las observaciones de clase, los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de los casos fueron acorde a la intencionalidad de los investigadores, los cuales se precisan en los siguientes términos:

- **Disponibilidad horaria:** Para la recolección de la información era indispensable que los casos seleccionados contarán con disponibilidad de tiempo, dado que algunas actividades se realizaron por fuera del horario regular de clase.
- **Interés por la física:** Los casos debieron mostrar una afinidad por la física, incluyendo su componente teórico, experimental y matemático, puesto que este fue el campo de saber transversal en la investigación para la formación de un sujeto político.
- **Habilidades comunicativas y argumentativas:** Para facilitar el proceso de análisis de los datos suministrados por ellos, los casos debían tener la capacidad de expresar sus pensamientos y opiniones de manera clara y concisa.
- **Participativo:** Se consideró que este criterio era esencial para la investigación, dado que los instrumentos implementados requerían de la intervención continua por parte de cada uno de los casos.

3.4 Recolección de la información

Para la recolección de la información se desarrollaron 4 sesiones, cada una con una duración de 90 minutos, las cuales tuvieron como fin común rastrear en el discurso de cada caso, tanto características del sujeto político (flexibilidad intelectual como elemento clave para establecer consensos; habilidades comunicativas y argumentativas para presentar sus ideas; participación activa en función de proponer alternativas para transformar su entorno a raíz de sus conocimientos), y situaciones en relación con la simultaneidad de eventos en el marco de la relatividad especial.

La información obtenida en cada sesión fue grabada en audio, transcrita y sistematizada en matrices de doble entrada, con el fin de identificar las posibles relaciones entre la formación *en* y *sobre* ciencias y la formación de sujetos políticos.

En cada sesión se aplicó un instrumento, los cuales fueron validados mediante un pilotaje (se aplicaron a algunos estudiantes del grado décimo) y por el grupo de pares académicos del seminario de investigación, con el fin de evaluar la efectividad, pertinencia y coherencia en relación con las situaciones planteadas y el objetivo de la investigación.

En la primera sesión, a cada caso los investigadores aplicaron una entrevista semiestructurada, nombrada *Construcción de la ciencia* (ver anexo A), en la que se tuvo la flexibilidad para realizar preguntas diferentes a las ya establecidas, previamente, sobre la construcción de la ciencia como una actividad humana y los aspectos sociales que intervienen en ella. Estas preguntas se respondieron de manera verbal y escrita. En esta sesión se indagó por la comprensión que tienen los casos sobre la ciencia y su relación con la sociedad, en las que se explicitan características del sujeto político: habilidades argumentativas y

comunicativas para sustentar cada una de sus pensamientos según la situación planteada, y una participación activa para generar alternativas en pro de la resolución de conflictos.

En la segunda sesión, se propicia un escenario con un experimento mental, a partir del cual se realizó un debate entre los tres casos, el cual se dividió en tres momentos (ver anexo B). En el primer momento, se plantearon dos experimentos mentales que consistían en analizar que, la propagación del sonido y la propagación de la luz no ocurren de manera instantánea sino que éstos (sonido y luz) tardan un tiempo, dado que van a una velocidad determinada, para ser percibidos por los posibles observadores. Antes de abordar las situaciones, los investigadores hicieron una introducción sobre el principio de la constancia de la velocidad de luz, apoyándose en el artículo “*Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*” (Einstein, 1905).

Es pertinente resaltar que todas las narrativas científicas expuestas a posteriori son obras propias de los investigadores.

En el segundo momento, se presentó una narrativa científica titulada *Un viaje por el mundo*, donde se describe un vehículo que puede alcanzar velocidades muy cercanas a la velocidad de la luz, y se desea sincronizar dos relojes mientras el vehículo aumenta su velocidad hasta la máxima potencia, uno de los relojes está dentro del vehículo y otro que se encuentra estático fuera de él. Con esta narrativa se buscó determinar nociones acerca de la simultaneidad relativista, en relación con aspectos del sujeto político, donde se planteaban preguntas sobre la percepción de un rayo de luz emitido por la torre.

En el tercer momento, se desarrolló la narrativa científica: *¿Cuánto dura el partido de fútbol?* En ésta se planteó una discusión entre los árbitros de un partido de fútbol sobre la

duración del mismo, dado que uno de ellos, por reglas de la FIFA, se encontraba orbitando la tierra en una nave espacial que podía alcanzar la velocidad de la luz, y el resto estaba en la tierra. Estos tres momentos tuvieron como fin, caracterizar mediante el concepto de simultaneidad de la TRE, discursos del sujeto político tales como la flexibilidad intelectual para establecer consensos en la interacción con los diferentes casos, habilidades argumentativas en función de validar el pensamiento propio a través de premisas que sustente o refute los diferentes puntos de vista frente a cada situación, y una participación activa que permita el desarrollo ameno del debate, además de reconocer la construcción de la ciencia a partir de criterios sociales.

En la tercera sesión, se aplicó una narrativa científica con un énfasis geométrico, respecto al concepto de simultaneidad, titulada *El tren Chu Chu*. (Ver anexo C). En este instrumento se planteó una situación donde al protagonista de la historia: Hans Albert, le obsequian un tren de juguete que puede alcanzar la velocidad de la luz, aquí el estudiante hizo uso de la experimentación mental y aspectos relativistas para responder a diversas preguntas que se abordaron posteriormente mediante un debate. Asimismo, cada caso realizó representaciones geométricas de algunas situaciones planteadas y a partir de estas dieron explicaciones de lo que sucedió con el tren *Chu Chu*.

Todo esto se hizo con el fin de identificar, en el discurso de los casos, características del sujeto político, tales como habilidades argumentativas y comunicativas, y flexibilidad de pensamiento.

La cuarta sesión, se centró en el análisis y discusión sobre un fragmento del discurso pronunciado por Albert Einstein (1945) en el Fifth Nobel Anniversary Dinner, nombrado: “*Se ha ganado la guerra, pero no la paz*” (ver anexo D), donde se expone cómo la

participación de los físicos en la construcción de las armas más potentes del mundo, ha generado en ellos un sentimiento de responsabilidad social. Esta sesión se desarrolló en dos momentos. En un primer momento, cada caso realizó la lectura del fragmento y respondió, de manera escrita, tres preguntas sobre la relación de la ciencia y las dinámicas sociales. En el segundo momento, se realizó una socialización de los escritos realizados por cada caso y se hizo un debate en torno a las preguntas planteadas inicialmente y las que se agregaron para contextualizar las problemáticas relacionadas con la violencia en Colombia. La intencionalidad en esta fase se centró en evidenciar aspectos éticos y sociales de la actividad científica conforme a características propias del sujeto político tales como: participación activa para transformar su entorno a través de la toma de decisiones informadas, habilidades argumentativas y comunicativas para presentar sus propios pensamientos frente a situaciones con carácter controversial, y flexibilidad intelectual para validar y refutar las diferentes perspectivas planteadas en la discusión.

3.5 Sistematización y análisis

Para favorecer la estructuración y codificación de los datos, la información obtenida se sistematizó en matrices de doble entrada. Con el fin de comprender cómo comprendían la simultaneidad de eventos abordada en la TRE y de identificar en sus discursos y escritos, características de sujetos políticos, la información estructurada en las matrices se analizó, de manera horizontal y vertical. Dicho análisis arrojó asertos horizontales y verticales, los cuales fueron cotejados con los objetivos propuestos en cada instrumento y en la investigación

El análisis fue orientado a partir de un sistema de categorías, en primera instancia a priori, con el cual se identificaron unidades de análisis designadas por los investigadores

con la intención de otorgarle sentido, interpretarlos y explicarlos en función de los objetivos planteados y de la pregunta de investigación (Hernández, Fernández, Baptista, 2010).

Asimismo, con el propósito de generar confiabilidad y consistencia en la significación e interpretación de los datos se implementaron estrategias de triangulación (Stake, 1998). Al respecto, se realizó la triangulación de investigadores, de métodos e instrumentos. Para la triangulación de investigadores, el proceso se realizó, inicialmente, de manera individual, donde cada uno de los investigadores desarrolló un análisis sobre los datos brindados por los casos, para después en conjunto lograr constituir unos acuerdos, que posteriormente fueron contrastados para lograr establecer consensos a partir de categorías de análisis que permitieron construir una ruta de significación con sentido. En los casos donde no se presentaron coincidencias en las interpretaciones de los investigadores, se llegó a un consenso de que la forma de validar los argumentos era por mayoría, sin embargo cuando no fuese posible ninguno de los anteriores, fue necesario una revisión conjunta por parte de los investigadores.

La triangulación de métodos se hizo mediante la observación, entrevistas y encuentros académicos, en los que se utilizó el diario de campo, protocolo de entrevista y protocolos de debate.

Complementario a lo anterior, como técnica de análisis se implementó el análisis por párrafos. En este análisis se identificaron argumentos que utilizó cada caso para responder los planteamientos realizados por los investigadores en los instrumentos aplicados. Todo esto con el fin de concretar en asertos, con los cuales se estructuraron los hallazgos. Estos asertos, tal como se ha mencionado, surgieron a partir del análisis

horizontal y vertical de la lectura minuciosa y detallada de la información estructurada en matrices.

El sistema de categorías establecido para la estructuración y análisis de los datos es el que se indica en la tabla 2.

Tabla 2: *categorías de análisis*

Categorías
Los principios como fundamento para establecer consensos.
El análisis del concepto de simultaneidad relativista de eventos como propiciador de la flexibilidad de pensamiento.
La experimentación mental como herramienta para fomentar la toma de decisiones informadas.
La construcción del conocimiento científico como elemento transversal para la transformación social.

Capítulo cuatro: Análisis

Este apartado se estructura a partir de las categorías que orientaron el análisis de los datos, las cuales se centraron en: Las teorías científicas como fundamento para establecer consensos, en esta se examina cómo las teorías orientan la construcción de explicaciones a partir de las cuales se pueden establecer consensos; El análisis de la simultaneidad de eventos como propiciador de la flexibilidad de pensamiento, sobre ésta se indaga cómo en el transcurso de una relación dialógica, en torno a situaciones que apelan a la simultaneidad de eventos, se pueden presentar cambios de postura en el discurso de un individuo mientras se escucha al otro; La experimentación mental como estrategia para fomentar la toma de decisiones informadas, en esta se analiza cómo la ocurrencia de escenarios trasgredidos por la experimentación mental, permiten un panorama con mayor información para la toma de decisiones; La construcción de conocimiento científico como elemento transversal para la transformación social, en esta se investiga cómo los aspectos sociales, políticos y éticos que intervienen en la construcción de la ciencia, presentan un papel fundamental para la transformación de las dinámicas sociales.

4.1 Las teorías científicas como fundamento para establecer consensos

Retomando planteamientos expuestos en los capítulos anteriores, cabe resaltar que, existen varias formas de significar la ciencia entre las que se destacan: la ciencia como conjunto de leyes y teorías y la ciencia como una actividad cultural. De estas significaciones, subyacen algunas características que determinan cada una de las concepciones. Teniendo en cuenta lo esbozado, la investigación centró su interés en estos dos modos de significar la ciencia, los cuales establecen, entre muchos otros factores, la forma cómo se asumen las teorías científicas; por un lado, la concepción realista de la

ciencia, el ser humano sólo puede dar una visión objetiva de la realidad, ya que no es partícipe de su construcción. Por esta razón la producción del conocimiento obedece a unos procesos que centran su atención en la descripción de los fenómenos de la naturaleza mediado por las teorías y las leyes (Torres, 2010).

Por otro lado, se plantea la concepción sociocultural de la ciencia, asociada también a una cosmovisión de mundo, sobre la cual Aguilar (2002), expresa que, el conocimiento científico y su validez están condicionados por los contextos en el que tiene lugar su producción, lo que permite decir que no existe una verdad absoluta, dado que el conocimiento científico no se centra en la apropiación y acumulación de verdades respecto al mundo, al contrario, el propósito está en la búsqueda o asignación de significados de una realidad que es construida por el hombre, donde intervienen, para su desarrollo, factores sociales, éticos, morales, políticos, entre otros.

En relación con lo expuesto, Toulmin (2003) plantea que, las teorías en ciencias constituyen culturas en permanente transformación: generación de preguntas y problemas, invención de explicaciones, establecimiento de herramientas conceptuales y utilización de elementos tecnológicos; componentes cuyo carácter evolutivo implica igualmente entender la racionalidad como ligada a la flexibilidad intelectual o disponibilidad al cambio. Desde esta perspectiva, aprender ciencias es apropiar el acopio cultural, compartir los significados y, de la misma forma, tener la capacidad de tomar posturas críticas y cambiar sus pensamientos a raíz de lo que se establezca entre sujetos.

Teniendo en cuenta lo abordado y en concordancia con Toulmin (2003), el devenir de las ciencias se establece como un proceso plural y dinámico de interacción entre teorías

explicativas, formas de ver el mundo desde una racionalidad local y contingente que permite cambios.

Para indagar sobre la trascendencia que presentan las diferentes teorías científicas como precursor de la mediación en conflictos sin necesidad de realizar acciones violentas, se planteó a cada Caso de forma individual, una serie de preguntas en la entrevista semi-estructurada (Construcción de la ciencia) de manera verbal y escrita, con el propósito de analizar a través del discurso, la importancia de las teorías científicas y su relación con la sociedad teniendo en cuenta características del sujeto político, y en particular, la flexibilidad de pensamiento como elemento clave para reconocer diferentes formas de razonar y a raíz de ello, fundamentar su posición.

En este sentido, se planteó a los casos el escenario donde coexisten contrarias posturas para explicar un mismo acontecimiento, las cuales pueden considerarse con igual validez, esto con el fin de comprender cómo significan la existencia de diversas teorías frente a un mismo fenómeno, de tal forma que, las creencias que presentan ideales opuestos no implican que una de ellas sea errónea. Entre estos, se resalta la situación donde se planteó los pensamientos de Newton y Einstein sobre el concepto del tiempo, cuestión que, a su vez, fue trasladada a aspectos de orden social enfocado en la discusión de cuántas barras se observan entre dos sujetos A y B, posicionados en lugares opuestos, de tal forma que el sujeto A ve 4 barras y el sujeto B visualiza 3 barras.

Sobre estos planteamientos el Caso 2 y el Caso 3, coinciden en afirmar que existe la posibilidad de presentar posturas totalmente opuestas, y que esa multiplicidad de concepciones atiende a cómo se conlleva el experimento, es decir, la capacidad de interactuar y significar el hecho, por consiguiente, la manera en cómo se procede permite

obtener diferentes resultados. Esto se pudo evidenciar, cuando el Caso 2, expresa “desde el pensamiento propio creería que ambas son lo suficientemente justificables”. En el mismo sentido el Caso 3, señala “hay ideas diferentes, pensamientos diferentes.”

Por otra parte, ante esta situación el Caso 1 expresa que “Un concepto lo podemos definir de una o varias maneras hablando científicamente, un concepto o suceso puede variar de acuerdo al observador, por eso que en la mayoría de las situaciones no se usen absolutismos (...)”, esto permite inferir que para el Caso 1, un mismo fenómeno puede ser observado de manera distinta, según el observador. En estas apreciaciones se puede interpretar que, para estos casos pareciera que, las situaciones no son ni absolutas, ni independientes del observador, si no que estos responden a determinadas dinámicas en las que fueron planteadas de acuerdo con el observador.

En este contexto se pudo establecer que en todos los casos, la explicación de un fenómeno puede presentar diferentes teorías y perspectivas del mundo físico, de tal forma que, teorías con una sintaxis opuesta pueden ser igualmente válidas para responder al mismo objeto de estudio, y esto es posible debido que, el modo en cómo se comprende la realidad depende de la manera en cómo se procede o quien es el observador que interviene; pensamiento que se encuentra en concordancia con la concepción sociocultural de la ciencia.

No obstante, aunque los tres casos concuerden en afirmar la existencia de diversas teorías para la explicación de un mismo fenómeno, el Caso 1 resalta que: “es que no siempre una sola persona o un solo punto de vista es el que tiene la razón, entonces aporta en que más definiciones existan, más maneras van a ver de mirar ese concepto, más puntos de vista, puede que unos estén mal, pero eso aporta en que podemos ver el mismo

problemas desde un punto de vista diferente”, de esta afirmación se puede interpretar que, el reconocimiento de los Casos sobre la presencia de diferentes perspectivas científicas, para un mismo acontecimiento, suponen puntos de vistas diferentes, ante un mismo hecho. Este reconocimiento, a juicio de los investigadores, favorece no sólo la construcción desde las diferencias, sino que también genera las condiciones para reconocer al otro como un interlocutor válido, condición necesaria para el establecimiento de consensos.

En este orden de ideas, los tres casos concuerdan que, ante una situación problemática, es posible establecer acuerdos, pese a tener pensamientos diferentes.

Al respecto, el Caso 1, expresa que “por medio del diálogo y el planteamiento de sus argumentos. Se podrían reunir los líderes políticos y religiosos y por medio de la presentación de sus argumentos apoyando o no la pena de muerte se puede llegar a un consenso de que es lo que piensa de cada uno, cuáles ideas convergen.”: Sobre esto se puede inferir que, el método para mediar una problemática y con ello obtener un acuerdo, puede ser posible mediante la relación dialógica entre las partes, es decir, se debe buscar un punto de confluencia en el cual sean posibles ambas posturas.

Por su parte, el Caso 3, ante la pregunta ¿es importante generar consensos? manifiesta que “Sí, porque si no uno se queda con la opinión de uno mismo en vez de escuchar al otro, y lo que te decía, lo de las perspectivas que según la perspectiva donde estés parado vas a ver las cosas diferentes, entonces al llegar al consenso vas a entender lo de la otra persona”, en este apartado se puede interpretar que, para este Caso, el poder generar un consenso es necesario comprender la perspectiva del otro, de tal forma que cada contraparte pueda presentar el conocimiento o la forma en que visualiza la problemática,

para esto es pertinente asumir al otro como interlocutor válido para poder escuchar y reflexionar lo planteado según su punto de vista.

Ante la cuestión, qué métodos son fructíferos para brindar una solución tras la situación planteada por la cantidad de barras que observan los sujetos A y B, finalmente el Caso 2 indica que: “Si nos vamos desde la escala de sólo teoría y sólo observar lo que vemos o lo que creemos ver o lo que creemos haber descubierto, nos vamos a comprobar si en verdad es lo que creíamos o en verdad era lo que teorizamos, podemos llegar a una solución más simple en la cual los dos tengan respuesta y en los dos se pueda dar una solución o algo que sea válido para ambas personas”, sobre esto se puede interpretar que para llegar a un acuerdo, tras una situación problema, es pertinente comprobar si lo que se planteó teóricamente corresponde con el acontecimiento, por lo tanto, se puede generar un consenso que pueda ser válido para los sujetos que intervienen.

En palabras de los investigadores significa que, el consenso se facilita cuando las discusiones tienen lugar con un sustento teórico, o en fuentes que permiten examinar los argumentos de las partes, lo que se traduce en el establecimiento de consenso a partir de habilidades argumentativas y comunicativas.

4.2 El análisis de la simultaneidad de eventos como propiciador de la flexibilidad de pensamiento

Tras el surgimiento de la TRE en 1905 y el popular libro de Kuhn (1962) “La Estructura de las Revoluciones Científicas”, se dio una orientación profunda en torno al llamado conocimiento científico. Ante esta resignificación, Einstein plantea, a su manera, los conceptos de causalidad y simultaneidad, además de ratificar la necesidad de demostrar todo concepto de la física mediante patrones y relojes reales, dado que:

Al analizar los conceptos de espacio y tiempo en la teoría de la relatividad, se manifiesta por vez primera, una estructura que resulta característica de toda la física moderna: los instrumentos de medida con los cuales se determinan las propiedades de la naturaleza, son a su vez objetos de esa misma naturaleza. (Mittelstaedt & Aleixandre 1969, p. 9).

En concordancia con autores como Mittelstaedt y Aleixandre (1969) cabe aclarar que, la relatividad no consiste en una teoría cuyas afirmaciones se refieren a datos experimentales, sino en una reflexión sobre las condiciones físicas previas a la experiencia.

En este sentido, en la investigación se retomaron varias situaciones planteadas originalmente, como las desarrolladas por Einstein para explicar el concepto de simultaneidad, como es presentada en la siguiente cita para dar cuenta del tiempo:

Hay que tener en cuenta que todos aquellos juicios en los que interviene el tiempo son siempre juicios referentes a sucesos simultáneos. Por ejemplo, si yo digo: <<Ese tren llega a las siete>>, lo que intento decir es algo como: <<La posición de la manecilla pequeña de mi reloj en las siete y la llegada del tren son sucesos simultáneos >>. (Einstein, 1905, p.63)

Ante lo planteado, se visualiza que la experimentación mental fue de gran importancia para el desarrollo de la TRE, de la cual, en la investigación, se tomó el concepto de simultaneidad como concepto clave, dado su carácter imaginativo que permite visualizar escenarios diferentes que trascienden más allá del mundo tangible.

Los planteamientos anteriores, se evidencian en la sociedad, donde ante el desarrollo de un mismo evento, pueden existir varias interpretaciones efectuadas por varios observadores, lo que sería equivalente a los sistemas de referencia. Donde sigue siendo

cada una de estas interpretaciones válidas, puesto que la interpretación depende de las condiciones y pensamientos de la persona que lo observa.

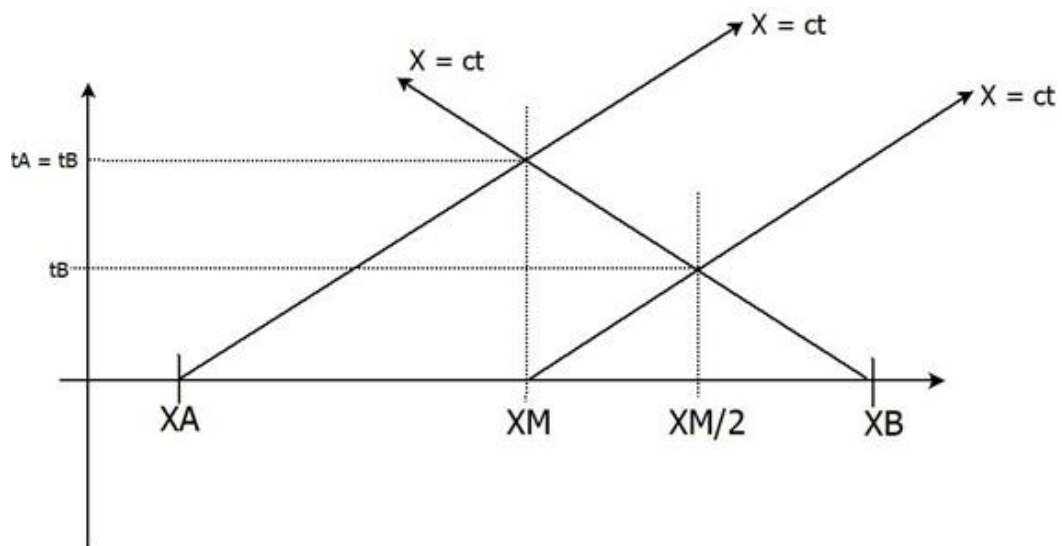
Con el fin de analizar, cómo pensando eventos simultáneos, es posible formar la autonomía del sujeto en la diferencia con el otro, sin recurrir a actos violentos, es necesario remitirse a las habilidades argumentativas y comunicativas para generar una relación dialógica, puesto que éste es el resultado del diálogo igualitario en el que se desenvuelve en sociedad. En este sentido, es la interacción con el otro, quien permite que por medio de la diferencia, reafirmar la posición frente a un acontecimiento, sin que esto signifique una separación entre los planteamientos sino una individualidad del pensar, o por el contrario permite cambiar su concepción del estudio en cuestión, lo cual es característico de la flexibilidad de pensamiento.

En este sentido, para indagar sobre la flexibilidad de pensamiento por medio del debate y la exposición de argumentos, se planteó una situación con énfasis geométrico respecto al concepto de simultaneidad eventos, para fomentar la construcción de explicaciones, donde se ilustró a los Casos la representación geométrica entre los rayos de luz que emiten dos lámparas que se encuentran en cada extremo de una estación, con un tren que se desplaza a la velocidad de la luz.

Ante esta situación, se puede interpretar que el Caso 1 en un inicio manifiesta la relación existente e igual, entre el tiempo que presenta tanto el rayo A (lámpara 1) como el rayo B (lámpara 2), sin embargo resalta que aunque comprende que las luces de ambas lámparas son emitidas en el momento en que el tren pasa por la mitad de la estación, no comprende con exactitud la relación entre las rectas XA, XB y en particular de XM (ver figura 1) “(...) El tiempo del Rayo a es igual al tiempo del Rayo b, (...) o sea sí lanzó un

rayo cuando el tren pasa por la mitad, y o sea, cuando el tren pasa por la mitad se lanza uno, desde que el tren está por la mitad y uno desde el punto B (...) se supone que lo que nos dice esto es que cuando el tren pasa por la mitad sale otro rayo de acá. Entonces no sé o ¿qué es lo que quiere expresar esta línea de acá?”, mientras que, el Caso 2 expone que la gráfica en esta situación recae en dos líneas paralelas, debido que tanto la señal emitida por XA como el tren se mueven a la velocidad de la luz y por consecuente no es posible un punto convergencia entre las rectas XA y XM: “y el desplazamiento del tren sería paralelo al desplazamiento de la luz. Eso sí, sin que en ningún momento coincidan o que se choquen”.

Figura 1. *Representación geométrica de experimento mental*



Es justamente esta discusión, sobre la representación geométrica planteada tanto en la situación en la que el tren se acerca a la velocidad de la luz como por la gráfica expuesta del Caso 2, donde el tren viaja a la velocidad de la luz, que permite un cambio de percepción del Caso 1, y por consecuente comparte la postura del Caso 2 entre las líneas

XA y XM como rectas paralelas “creo que lo plantearía igual que Caso 2 que se extiende paralelamente hacia el infinito porque éste es igual a este de acá”.

Esta flexibilidad de pensamiento fomentada por situaciones que apelan a la simultaneidad de eventos, también pudo observarse en el transcurso del debate, desarrollado en la narrativa científica “un viaje por el mundo”, en la cual se planteó el interrogante sobre si dos relojes se encuentran sincronizados, donde uno de estos relojes se sitúa dentro de un coche que aumenta gradualmente su velocidad hasta llegar a una velocidad cercana a la de la luz, y el otro reloj se encuentra estático en la pista.

En este contexto de discusión, en cuanto al concepto de simultaneidad de eventos, éste depende del marco de referencia donde se encuentre el observador en relación a otro, de tal forma que si un objeto se encuentra en movimiento constante con respecto a otro, se presenta una dilatación temporal en el cuerpo en movimiento, es decir, que si se desea medir la hora en la que se encuentran dos cuerpos equipados con relojes idénticos, pero uno se encuentra en movimiento con una velocidad constante respecto al otro, el reloj del objeto en movimiento obtiene un tiempo menor en relación con el reloj que se encuentra estático, este planteamiento se puede evidenciar en el Caso 1 cuando indica que: “Entonces si hay una desincronización, pero, si la hay. Por la dilatación temporal”

Esta situación expuesta por el Caso 1, orientó el desarrollo de la discusión sobre cuál es el reloj que presenta un tiempo menor cuando el conductor se desplaza a 30 kilómetros por segundo. Frente a este escenario, los Casos 2 y 3 concuerdan en un primer momento en afirmar que la hora del reloj del conductor será mayor a la hora del reloj de la torre, ya que el conductor se encuentra en movimiento.

Por otro lado, el Caso 1 manifiesta que “O sea el marca 2 de la mañana el reloj del conductor puede marcar la 1 59, 99999”, de esto se puede inferir que el Caso 1 comprende que la hora que marca el reloj del conductor será menor al reloj de la pista, no obstante, la diferencia que presenta entre ambos relojes corresponde a una cifra insignificante por la velocidad que presenta el coche.

Sobre la dilatación temporal de los relojes, que hace necesario llegar a un acuerdo frente cuál es la señal emisora con la que se realiza el análisis. Ante esta situación, aunque podemos inferir que el Caso 2 propone el uso de un telecomunicador, los Casos acuerdan que la velocidad de la luz sea la señal con la que se recibe la información tal como lo explica el Caso 1 “la velocidad de la luz es de 300.000 kilómetros. Entonces si el conductor está ubicado a 300000 kilómetros, esa distancia, entonces esa información le va a tomar un segundo entregarle al conductor, porque está ubicado a la distancia a la que viaja la luz por segundos, Por eso digo yo qué llega a las 2 y un segundo”.

Es justamente el consenso sobre la señal emisora, en la que se indaga por el sincronismo entre dos relojes, en donde uno de ellos se desplaza a una velocidad cercana a la de la luz, la que permite un cambio de percepción sobre cuál es el cuerpo que presenta la dilatación temporal, tal como concluyen, al finalizar el debate, el Caso 2: “Yo favorezco la teoría de Adrián Y es que ya ha pasado un segundo Así es sencillo” y el Caso 3: “En la torre como decía Adrián iban a ser las dos y un segundo en la del conductor serían las dos y dos segundos.”

En palabras de los investigadores, el análisis de la simultaneidad de eventos permite fomentar una relación dialógica entre los interlocutores, de tal forma que entre ellos sean concebidos como un sujeto igual que permita tanto reconocer las diferentes maneras de

razonar, como ser capaces de cambiar su posición sin necesidad de hacer uso de actos violentos, es decir, se propicia espacios para la flexibilidad de pensamiento.

4.3 La experimentación mental como estrategia para fomentar la toma decisiones informadas

Con el tiempo, en las ciencias, se pasó de creer que las teorías, los conceptos fundamentales y postulados de la física eran deducidos mediante la experiencia, lo que corresponde a una concepción realista de las ciencias; a tener un reconocimiento del carácter provisional de los principios, donde se pueden señalar dos interpretaciones esencialmente diferentes, como es el caso de la concepción fenomenológica, a modo de ejemplo se puede remitir a los principios de la gravitación planteados por Newton y Einstein, que corresponden ambos en gran parte con la experimentación, por un lado con la experiencia, por el otro por el pensamiento (Granes, 1992).

Esto último, generó un cambio en la estructura interna de las ciencias, logrando replantear el papel que cumple la experimentación en las prácticas científicas, entendiendo su función explicativa, los procesos de formalización que genera y su capacidad para la construcción de fenomenologías (Knorr-cetina, 2005). Según esto, Mach (1948) plantea que además de la experimentación física, los hombres que logran un desarrollo intelectual avanzado recurren a lo que se denomina experimentación mental, que se establece en un método para construir conocimiento científico y, varias veces, se utiliza como precondition para planear y realizar experimentos de manera efectiva.

Autores como Ortiz (2008), señalan que Einstein reconoció el gran valor de la experimentación mental cuando al encontrar dificultades en la demostración experimental de la teoría de la relatividad, adopta posturas en las que no admitía un único nivel de

experimentación, es decir, reconocía el nivel de importancia de los experimentos ordinarios y de los experimentos mentales.

Esta experimentación mental resulta de utilidad en la elaboración de clases teóricas, puesto que permite viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad, logrando evitar pensar en el papel de complementariedad entre lo teórico y lo práctico, los cuales son de vital importancia en la producción científica (Romero & Amelines, 2016)

Complementario a lo anterior, autores como Aguilar y Romero (2011) plantean que la experimentación mental puede considerarse como la posibilitadora de escenarios hipotéticos, la cual se constituye como un medio imaginativo que posibilita visualizar posibles mundos. Al presentar los escenarios hipotéticos, se brinda la posibilidad de llevar las teorías más allá de las condiciones que se presentan en momentos y contextos específicos, comprobando si sus postulados son ciertos, o si por el contrario dichas teorías envuelve refutaciones. Se puede establecer que es una estrategia utilizada para ilustrar situaciones complejas, que en algunos casos solo son posibles mediante este tipo de experimentos.

Con el fin de comprender el papel de la experimentación mental en la construcción de la ciencia, se presentó a los casos, una situación en la que se indaga por la trascendencia que presenta la experimentación en el desarrollo de las teorías científicas. De esta manera, se planteó una situación sobre la demostración experimental que se dio en 2017 de las ondas gravitacionales propuestas por Einstein en 1915.

En este contexto de discusión, en cuanto al papel del experimento en las construcciones teóricas, los Casos 2 y 3 concuerdan en afirmar que, el experimento es

concebido como un factor determinante para la veracidad de una demostración teórica, de tal forma que, los resultados suministrados por la experimentación, son un factor clave para evidenciar, en algunos casos, la validez de las explicaciones, es decir, en la construcción de teorías el experimento es uno de los factores que permite definir si una teoría puede ser asumida como cierta, como se evidenció en lo expuesto por el Caso 3 “(...)no tenía las suficientes pruebas que ayudarán a fortalecer su teoría, lo que llevó a ser investigada y comprobada”.

Por su parte, el Caso 1, considera una relación tributaria entre estos dos aspectos, es decir, el experimento y la teoría como componentes inseparables. Esto se puede evidenciar cuando se plantea la situación sobre la relación entre la teoría y la práctica, y el Caso 1, expresa: “la teoría y la práctica no se separan, tampoco se habla de teoría y se habla de práctica, o que teoría es más importante que practica, ambas tienen un punto de confluencia o hay interdependencia entre ellas”. Esta manera de expresar la relación entre teoría y experimento concuerda con los planteamientos que tuvieron lugar en el siglo XIX, “lograr una concordancia suficientemente clara entre las teorías y los resultados de experimentos” (Granes, 1992, p. 99).

Si bien el Caso 1 plantea la relación entre teoría y práctica, también argumenta la necesidad, en algunos casos, de la actividad experimental en la consolidación de las teorías. Sobre el papel de la práctica en la estructuración de las ondas gravitacionales propuestas por Einstein (1915), afirma que: “(...) entonces lo que estamos planteando nos queda un vacío, desinformación básicamente, desear conocer más esa cosa necesitamos incurrir en la práctica porque eso complementa el conocimiento teórico que ya teníamos”.

En los debates desarrollados entorno a las narrativas científicas, en los que se propiciaron escenarios con experimentos mentales referidos a “un viaje por el mundo” se plantea una situación sobre la forma adecuada que debe tener una pista para que un conductor que se mueve a 150000km/s , pueda percibir un rayo de luz emitido por un reloj que se encuentra en la pista. Ante esta situación, el Caso 1, plantea la pista con respecto al coche desde diferentes ángulos, “depende de la posición con respecto a la que viaje, porque si está viajando el coche frente a ella, la dirección del rayo de luz va a ser contrario a la dirección del coche , si en cambio el coche pasa así, y apenas pase por acá”, mientras que, el Caso 2, la propone en línea recta, “(...) como yo lo propuse a ella, línea recta, supongamos el carro va a 150 y el rayo de luz se proyectó a 300, entonces sabemos que va a la mitad, entonces hubo un corte en la mitad, entonces el carro va a la mitad cuando ya viajó un segundo la el rayo de luz. El planteamiento es solo la línea (...)”.

En esta discusión se logra acordar la conveniencia de que la pista sea en línea recta. Sobre esto se destaca tanto una relación dialógica de las explicaciones, debido que el conocimiento y los diferentes planteamientos frente a un mismo contexto surge a través de la interacción y las distintas propuestas, donde el otro es comprendido como capaz e igual para exponer su punto de vista, aún si estos discrepan.

Fue justamente esta discusión, planteada desde la experimentación mental, que fomentó la toma de decisiones informadas, ya que los Casos tras haber expuesto cada una de las variables que puede tener la forma de la pista, decidieron concertar a ésta en línea recta, por su practicidad para responder a la situación problemática. Relación que el Caso 1 manifiesta al indicar los factores que intervienen en la construcción de la ciencia “la experimentación nos aporta un consenso muy importante para decir si algo está bien o no y

si no está bien lo que la experimentación dice pues lo repetimos, pero básicamente la experimentación es lo que nos aporta el consenso, la decisión”.

En palabras de los investigadores, la experimentación mental permite consagrar consensos, sin embargo, para poder establecer un acuerdo, es necesario que se fomenten dinámicas que posibiliten la toma de decisiones a través de la información suministrada, respecto a un determinado acontecimiento, las cuales subyacen por medio de una relación dialógica y la experimentación mental trasgredida por la ocurrencia de escenarios para la construcción de explicaciones.

4.4 La construcción de conocimiento científico como elemento transversal para la transformación social

Como se ha establecido, existen varias formas de significar la ciencia y de igual forma la historia. Continuando con esta idea, en algunas investigaciones sobre la didáctica de las ciencias, han establecido la orientación constructivista del conocimiento (Coll, 2001; Tolchinsky, 1994; Driver & Erickson, 1983; Novak, 1988), en la que el aprendizaje de los conceptos científicos, se enmarca en contextos históricos como cambios conceptuales en la enseñanza de la ciencia. Esta noción, se entiende como un asunto de aprovechamiento en el que las ideas precedentes se utilizan para procesar información reciente.

El proceso de aprendizaje se realiza a través de un ajuste de las ideas previas y asimilación de nuevas ideas, incluso en su reestructuración y renovación (Castro, Gómez & Llavona, 2012). Es así como en esta visión se establece la relación entre el proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento científico a través de la historia, por lo tanto, introducir un enfoque histórico da la posibilidad de ayudar al estudiante a obtener una mayor comprensión de la materia (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

En este sentido, diversas investigaciones (Sánchez, 1988; Iparraguirre, 2007; Matthews, 1994; Castro, Gómez y Llavona, 2012) señalan que los procesos de enseñanza han desconocido estas discusiones y el cambio de pensamiento que ha experimentado la ciencia. Sin embargo, autores como Matthews (1994) afirman que hace falta un esfuerzo más grande en la incorporación de la HFC (historia y filosofía de la ciencia) para lograr procesos de enseñanza contextualizada de la ciencia; además, señala que la incorporación de estos aspectos históricos: motiva, despierta el interés por la ciencia, proporciona una mejor comprensión de los conceptos científicos ya que muestra su desarrollo y dinámicas de construcción, propicia la comprensión de cómo se conciben y validan los diferentes productos de la actividad científica, permite establecer relación entre los contenidos científicos y los intereses éticos, culturales y políticos de los contextos donde se produjeron (Matthews, 1994).

Sumado a lo anterior, es de vital importancia resaltar que en la enseñanza de las ciencias se deben establecer, hilos conductores (Géne & Gil, 1982), que muestren de manera clara las condiciones en las que se desarrolla el conocimiento. Bajo estos indicios, es que se plantea el uso de fragmentos históricos- también conocidos como fuentes de primera mano- para poder evidenciar la trascendencia, motivaciones, condiciones y problemáticas que rodean determinado concepto.

Para indagar sobre la relación de los aspectos morales y éticos en la construcción de la ciencia, se planteó por medio de un discurso pronunciado por Albert Einstein en el Fifth Nobel Anniversary Dinner, 1945, que fue nombrado: “Se ha ganado la guerra, pero no la paz”, en el cual se aborda cómo la participación de científicos en la construcción de la bomba atómica para la segunda guerra mundial, trajo consigo una responsabilidad social en

la actividad científica. En este sentido, se presentó una situación en la que cada caso se posiciona como parte del grupo de científicos que construyó la bomba atómica, y responden a la pregunta sobre qué postura asumen frente a la divulgación o no de este conocimiento, aun conociendo la magnitud de su creación y las implicaciones sociales que puede traer a la humanidad.

En el debate desarrollado, los Casos 2 y 3 concuerdan en afirmar que es necesario dimensionar antes de la divulgación científica todas las variables posibles, y entre estas se incluyen las repercusiones en la sociedad, es decir, los avances científicos deben prever como estos pueden ser utilizados, y además de cómo pueden atentar a la integridad social. Adicional, los Casos 2 y 3 indican que como sujetos en sociedad son necesarios los principios éticos y morales en la humanidad, que conlleven a una continua reflexión de las posibles implicaciones tanto negativas como positivas en la sociedad tras la construcción de conocimiento científico.

Lo anterior, se pudo evidenciar cuando el Caso 2, expresa: “si yo lo hubiera descubierto, me hubiera tomado la pausa de ver qué tan constructivo, qué tan destructivo puede terminar siendo este descubrimiento para la sociedad” y agrega que: “eso no es tan arbitrario, como esa que me beneficia, hágalo por yo ganar la guerra, hágalo que desde que me salvé yo, hágalo, es decir, ¿cuándo se deja de tener el pensamiento humano? teniendo en cuenta que somos la misma especie, aunque seamos entre unos y otros repugnantes, por las más diferencias que haya cuando sea el concepto de humanidad por el beneficio propio”. En el mismo sentido, el Caso 3, señala: “no lo divulgaría porque sería un experimento que atenta contra la humanidad” además, manifiesta que, “aquí deberían

tenerse en cuenta los derechos de la humanidad entonces usted crea por ejemplo, en este caso la bomba atómica, usted sabe, y sabe que son unos pro y unos contra”.

Por otro lado, el Caso 1 resalta: “los criterios que tuve en cuenta fue como que un conocimiento científico o un descubrimiento, debe tener en cuenta primero que todo los derechos más básicos de la humanidad, pues el propósito principal de la ciencia es avanzar y progresar”, de lo anterior se puede inferir que, la construcción de la ciencia se encuentra trasgredida por aspectos sociales, de tal manera que la producción de conocimiento científico permita un avance para la humanidad.

Si bien el Caso 1 reconoce que los factores sociales son inherentes en la construcción de la ciencia, al momento de divulgar el conocimiento científico estos no son fundamentales, ya que los descubrimientos y el investigador no son los que conllevan a conflictos en las dinámicas sociales, sino la manera en cómo son usadas, tal como se puede interpretar al responder a la cuestión inicial: “ (...) hay gente que lo usa para sus propios intereses, lo pensaría mucho, pero igual lo terminaría divulgando porque aunque está tenga malos usos yo no soy responsable del uso que la humanidad le dé (...), ya hice mi parte, si me entiende, como todas las cosas no se puede estar pendiente de todo el mundo, y no puede cohibirse de darle algo nuevo a la humanidad, uno no puede cohibirse de hacer uso de esto temiendo por el mal uso que le puedo dar a alguien, nunca te haría nada”.

Aunque no es posible establecer un consenso entre los Casos, sobre esto se destaca un carácter controversial y cuestionable de las explicaciones y la divulgación científica, en la que el sujeto hace parte de la situación problema y por ende busca transformar su entorno en pro de lo que considera correcto.

Además, como se expone en el discurso de Einstein, la bomba atómica fue puesta a disposición de los norteamericanos e ingleses como defensores de la destrucción y esclavitud impuesta por la mentalidad nazi. En este escenario, se buscó analizar la influencia de los aspectos éticos, sociales y políticos que intervienen en el desarrollo del conocimiento científico, de los cuales se destaca la relación existente entre los avances científicos y los intereses políticos, de tal forma que el conocimiento puede encontrarse a disposición de un determinado grupo.

Frente a esta situación, los tres Casos manifiestan que la construcción y divulgación de la ciencia puede intervenir en los aspectos políticos. No obstante, se planteó una discusión asumiendo el mismo panorama, pero en sentido contrario, es decir, si los factores políticos pueden determinar el progreso en la ciencia.

Ante este contexto, la concepción sociocultural de la ciencia permite indicar que, los intereses políticos pueden establecer cuáles son los parámetros en los que la construcción del conocimiento científico debe posicionarse. Percepción que se puede relacionar con lo planteado por el Caso 3: “por ejemplo, en la Corea que está en conflicto, si hay científicos allá, si a ese señor le da la gana de decir que no se va exhibir lo que se ha demostrado, entonces ahí veríamos que la política si influye en la ciencia”. En este mismo orden de ideas, el Caso 2 afirma que: “(...) hable desde el como un interés político puede desviar la finalidad de un experimento, una teoría, incluso de un descubrimiento, ya que como lo planteo, muchas veces se toma superioridad en base a lo que se descubrió”.

No obstante, aunque se puede interpretar que el Caso 2 afirma sobre la correlación entre la política y la construcción del conocimiento científico, resalta que la ciencia debe ser indiferente a estos términos, y por el contrario, su desarrollo es público a la humanidad,

tal como lo expone por medio de una pregunta: “¿en qué momento un descubrimiento “para toda la humanidad” tiene dueños propios y puntuales?”.

Por su parte, al indagar la intervención de la política en el desarrollo de la ciencia, el Caso 1 indica, en un primer momento que: “la ciencia es muy aparte de las dinámicas sociopolíticas, estos estudios se basan en cosas totalmente diferentes, algunas tendrán un poco de matemáticas y cosas así pero si ya estamos hablando de ciencia, alguien que quiera hacer ciencia, no es que usted sea científico por un título, pero por lo menos usted es científico si usted ha demostrado durante su vida o lo que usted le interesa”, de lo anterior se puede interpretar que, aunque la ciencia puede intervenir en aspectos diferentes de su campo de estudio, la política es incapaz de desenvolverse en la actividad científica, debido que para esto es necesario presentar unos conocimientos previos en las ciencias exactas, que permita el correcto desarrollo de la ciencia.

Por otro lado, en esta misma discusión, se expone que la construcción de escenarios para la validación de planteamientos científicos, tal como lo fue el caso de Bosón de Higgs, es necesaria una financiación por parte de los entes gubernamentales para continuar el desarrollo de la teoría. Es justamente esta situación que permite dilucidar, el cambio de pensamiento que presentó el Caso 1 frente a la intervención política en el proceder científico: “Me duele decir que la política aporreo a eso, simplemente por qué dio dinero, es como invalidar el trabajo que hizo este hombre durante toda su vida y todo lo que idealizo, solo por qué ellos tenían la plata y el no”.

En palabras de los investigadores, las reflexiones de los aspectos éticos, morales, políticos y sociales de la ciencia surgen por medio de la interacción y discusión con el otro, de tal forma que permite cuestionar el desarrollo de la ciencia frente a los factores

socioculturales que intervienen en su construcción, y por consiguiente el sujeto puede trascender del ámbito individual al colectivo.

Capítulo cinco: Reflexiones de la investigación

En este capítulo se abordan las reflexiones que nos suscitó este periodo de investigación a nuestro rol como docentes, rescatamos los beneficios que trae asumir la enseñanza de la ciencia desde una visión sociocultural para poder afrontar los desafíos a los cuales se ven enfrentados los maestros actualmente

Abordar la práctica docente tanto desde el campo disciplinar como sociocultural, obliga al maestro a generar actividades significativas que permitan a los estudiantes enfrentarse a las problemáticas sociales, para esto, consideramos que la mejor opción es el diseño de secuencias didácticas.

En este sentido, desarrollamos una secuencia didáctica en la que se pretende desarrollar actitudes de sujeto político mediante el concepto de simultaneidad de eventos en la TRE, ésta va dirigida a estudiantes de grados decimo y undécimo.

5.1 Reflexiones del qué hacer docente

Las situaciones actuales a las cuales se enfrentan la sociedad moderna, ha conllevado a que el maestro se vea en la necesidad de brindar un papel protagónico a reflexiones en torno a la enseñanza y el aprendizaje, basado en dos aspectos sustanciales. Por un lado, los conocimientos de su campo del saber, es decir, el dominio específico de las temáticas; por otro lado, tener presente sus conocimientos enmarcados en contextos socioculturales, donde estos abarquen dinámicas de construcción y reflexión del conocimiento, que den cuenta del saber por medio de las complejas relaciones entre personas, en otras palabras, asumir el conocimiento como una construcción humana. En este orden de ideas, es necesario que el educador presente una postura clara que permita fortalecer estos dos contextos que resultan problemáticos, como lo afirma Aguilar (2002) “la relación que el maestro establece con su disciplina, refleja consciente o

inconscientemente un modo de concebir la ciencia y, por otra parte, dicha imagen de ciencia repercute en su modo de enseñarla” (pág. 30).

Con las consideraciones anteriores, resulta de vital importancia que el maestro en su práctica permanezca en una reflexión constante sobre su qué hacer, es decir, hay una preocupación sobre la manera en cómo ejecuta su práctica tanto desde el campo disciplinar como pedagógico, lo cual hace necesario que revise su proceso, que piense en su forma de proceder, que dude de su conocimiento, y al mismo tiempo, que logre una retroalimentación gradual de su labor docente. Una de las alternativas que presenta el maestro frente a esta situación, es el diario de campo (diario del maestro), el cual, en concordancia con ideas de Martín y Ariza (1997), es un instrumento que permite reflexionar los problemas que acontecen en el aula, además de acatar ideas, creencias y posibles concepciones que se asocien a lo analizado en la práctica. Estas reflexiones se encuentran guiadas por las preguntas planteadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido que trazan una ruta de significación que da forma a un proceso autónomo.

Como maestros investigadores, en la búsqueda de una postura dinamizadora, fue pertinente plantearse las preguntas: ¿qué es la realidad? y ¿Qué es la ciencia? Estos cuestionamientos permitieron reflexionar la manera en cómo es concebido el mundo y el conocimiento científico. Si por un lado, la realidad y la ciencia son asumidas como información ya existente o datos presentes en el mundo natural, donde su propósito único es descubrir los fenómenos; o por otro lado, estas son comprendidas a raíz de las significaciones del hombre sobre el mundo, donde se le brinda importancia a las construcciones humanas que permiten comprender la realidad y la ciencia como

generadoras de contextos, que a su vez, propician la validación del conocimiento a través de las interacciones sociales.

Asimismo, como se ha resaltado en la investigación, existen varias perspectivas, como lo son la realista y la sociocultural, sobre las cuales Aguilar (2002) establece que es importante decidir sobre una de ellas, puesto que en cada una existe concepciones de ciencia y realidad, que tienen repercusiones en la enseñanza de las ciencias y permiten establecer, el qué y el cómo enseñar.

En este orden de ideas, una perspectiva sociocultural de la enseñanza de las ciencias constituye la realidad como una construcción del hombre, donde el conocimiento científico radica en la indagación de los significados de las realidades planteadas. Además, cabe resaltar que la realidad corresponde a un contexto socio temporal establecido. Lo que plantea, en términos de Matthews (1994), la necesidad de una enseñanza contextualizada de las ciencias, que incorpore algunos aportes de la historia y epistemología de la ciencia, para el mejoramiento de los procesos educativos y de enseñanza.

Acatando los planteamientos realizados, y en concordancia con lo planteado por Ayala (2000), una de las formas más propicias para la enseñanza, es considerar, además de la realidad y la ciencia, la historia como una construcción social que surge a partir de las interpretaciones del hombre, debido que permite que los profesores se vinculen a procesos de recontextualización de saberes, que exigen el desarrollo de criterios de selección para la toma de posición sobre los fenómenos a organizar y además de pensamientos de Matthews (1994), en la que se resalta la función de la historia y epistemología de las ciencias como elemento transversal de todo curso de ciencias.

Fueron justamente estas reflexiones preliminares, las cuales direccionaron los procesos de prácticas profesionales y seminarios, y a su vez permitieron plantear interrogantes tales como: ¿Qué es enseñar? y ¿Qué supone ser un maestro de ciencias?

En síntesis, el maestro de ciencia, comprendido desde la perspectiva sociocultural, asume su papel como un agente activo y consciente de la actividad científica en los procesos de enseñanza, es decir, pierde la función de ser únicamente transmisor y consumidor de conocimiento, para remitirse a ser un creador de conocimiento junto a sus estudiantes, puesto que construye realidades que pueden incidir en grupos sociales.

5.2 Secuencia didáctica

Las consideraciones expuestas con anterioridad, han suscitado la necesidad de que el maestro piense su práctica docente tanto desde los factores disciplinares como socioculturales, es justamente este último aspecto, que conlleva a que el maestro reflexione sobre cómo enseñando, en particular las ciencias, puede formar un sujeto que sea capaz de responder a las dinámicas sociales que enfrenta Colombia. En este orden de ideas, la responsabilidad del maestro de fomentar situaciones que permitan establecer un clima centrado en el aprendizaje, por medio de actividades secuenciales que presenten un orden interno entre sí, asume un carácter primordial para su qué hacer docente, y por consiguiente crear secuencias didácticas se compone como una alternativa que permite desarrollar estos factores problemáticos en lo que significa ser maestro.

Reconocer que el propósito de una secuencia didáctica recae en un aprendizaje significativo, demanda que las situaciones planteadas al estudiantado, presenten una relación entre el conocimiento disciplinar y el enfoque pedagógico del docente.

En este sentido, el análisis realizado frente a la pregunta ¿cómo la enseñanza del concepto de simultaneidad de eventos en la TRE aporta a la formación de un sujeto político? permitió estructurar una secuencia didáctica, que tiene como fin desarrollar características propias del sujeto político tales como: habilidades argumentativas y comunicativas, flexibilidad de pensamiento, capacidad de transformar su entorno a través de sus conocimientos con el fin de dirimir actos violentos, mientras se abordan situaciones problemas enfocadas en el concepto de simultaneidad de eventos, que en su conjunto tiene como objetivo principal, fomentar una relación dialógica entre los participantes. Por lo tanto, la secuencia didáctica se encuentra dirigida en el área de física, y en particular en cómo se construye la ciencia.

De esta manera, para significar las actividades secuenciales se realizó una reflexión que fue planteada en cuatro momentos:

1. Actividades de exploración: en este primer momento su intención corresponde a contextualizar nociones básicas sobre la NdC, además de indagar sobre lo que los estudiantes saben acerca de la construcción de conocimiento científico (ver tabla 3).
2. Actividades de nuevos modelos explicativos: en este segundo momento su propósito recae en incorporar nuevos conocimientos que sean significativos para los estudiantes, por consecuente se introduce el principio de la constancia de la velocidad de la luz y el concepto de simultaneidad de eventos en la TRE, a través de narrativas científicas (ver tabla 4).
3. Actividades de estructuración: su finalidad pretende profundizar las ideas ya abordadas, por lo tanto se enfoca en la construcción del concepto de simultaneidad

de eventos con un grado mayor de abstracción, por medio de representaciones geométricas (ver tabla 5).

4. Actividades de generalización: en el cuarto momento se aplica los conocimientos adquiridos en situaciones problemas que permita promover la toma de decisiones, de tal forma que, los conocimientos presentados se transfieren en situaciones que devienen de aspectos éticos y morales, que intermedian en la construcción de la ciencia (ver tabla 6).

Tabla 3. *Actividades de exploración*

Título:	Construcción de la ciencia
Grado:	Undécimo
Asignatura:	Física
Tiempo:	60 minutos

Objetivo de aprendizaje

Visibilizar las dinámicas de la construcción de la ciencia, y la existencia de diferentes teorías ante una situación científica o social, haciendo uso de fuentes de primera mano que permitan evidenciar su controversia.

Conocimientos previos

No aplica

Competencias

- Comprende las diferentes teorías científicas y perspectivas del mundo físico frente a una misma situación para entender el fenómeno.
- Utiliza diferentes puntos de vista frente a una misma problemática para reproducir y discutir su manera de proceder, hallazgos y conclusiones.

- Toma consciencia de su rol activo en la construcción del conocimiento para transformar la sociedad.

Actividades	
Actividades del docente	Actividades del estudiante
El maestro explica cada una de las preguntas a la totalidad del grupo.	A cada estudiante se le entrega un documento con un total de 8 preguntas, las cuales debe responder de forma escrita e individual.

Tabla 4. *Actividades de nuevos modelos explicativos*

Título:	Narrativa científica
Grado:	Undécimo
Asignatura:	Física
Tiempo:	120 minutos

Objetivo de aprendizaje

Argumentar la posición individual en diversas narrativas científicas que apelan a representaciones mentales y el concepto de simultaneidad de eventos para establecer consensos por medio de relaciones dialógicas.

Conocimientos previos

Cinemática, definición de simultaneidad, principio de constancia de la velocidad de la luz.

Competencias

- Asume los principios como condición inicial para la validación de explicaciones a medida que avanza su comprensión del concepto de simultaneidad de eventos.
- Estimula la discusión dialógica, a partir de sus habilidades argumentativas y comunicativas.
- Diseña diferentes representaciones mentales para dar a conocer sus explicaciones ante una situación problema.
- Acepta diferentes formas de pensamiento, y a raíz de ello, fundamenta su posición.

Actividades por sesión

Actividades del docente	Actividades del estudiante
<p>En el primer momento, el maestro explica el principio de la constancia de la velocidad de la luz. Posteriormente plantea dos situaciones problemas: “<i>Tormenta</i>” y “<i>Sol solecito</i>”, en relación al principio anterior y concepciones sobre simultaneidad de eventos.</p> <p>En el segundo momento, el profesor realiza la lectura de la narrativa científica titulada “<i>Un viaje por el mundo</i>” y pone a discusión las preguntas que problematizan la situación expuesta, en el transcurso de su desarrollo.</p>	<p>En el primer momento el estudiante escucha la explicación del docente y expone sus interpretaciones a cada una de las situaciones problemas expuestas por el maestro.</p> <p>En el segundo momento, el alumno participa activamente en el debate suscitado por las preguntas desarrolladas en la narrativa científica con el resto de sus compañeros de clase.</p> <p>En el tercer momento, el estudiante argumenta su posición frente a narrativa científica presentada en el debate</p>

En el tercer momento, el profesor realiza la propiciado por el docente, apoyado de sus lectura de la narrativa científica titulada conocimientos algebraicos. “¿Cuánto dura el partido de fútbol?” y por medio de una serie de preguntas genera un espacio para el desarrollo de un debate por parte de los estudiantes.

Tabla 5. Actividad de estructuración

Título:	El tren Chu Chu
Grado:	Undécimo
Asignatura:	Física
Tiempo:	120 minutos

Objetivo de aprendizaje

Construir representaciones geométricas del concepto de simultaneidad de eventos para establecer explicaciones y consensos por medio de relaciones dialógicas.

Conocimientos previos

Geometría, simultaneidad de eventos, cinemática.

Competencias

- Construye por medio de la experimentación mental diversos escenarios que permitan la ocurrencia de eventos y explicaciones.
 - Comprende el concepto de simultaneidad de eventos como un fenómeno que depende del punto de referencia.
-

- Responde a sus hallazgos y conocimientos previamente reflexionados para la toma de decisiones informadas.

Actividades por sesión

Actividades del docente	Actividades del estudiante
En un primer momento, el maestro realiza la lectura de la narrativa científica titulada “ <i>El tren Chu Chu</i> ” y pone a discusión las preguntas que problematizan la situación expuesta, en el transcurso de su desarrollo.	En un primer momento, el estudiante participa activamente en el debate suscitado por las preguntas desarrolladas en la narrativa científica con el resto de sus compañeros de clase.
En un segundo momento, el maestro expone y explica la representación geométrica planteada en la narrativa científica.	En un segundo momento, cada alumno realiza una representación geométrica que describe el último experimento narrado en el “ <i>El tren Chu Chu</i> ” y escucha la explicación del docente.
En un tercer momento, el profesor genera un espacio de debate por medio de la siguiente pregunta “¿Qué sucede si el observador se mueve con una velocidad igual a la velocidad de la luz? ¿Qué modificaciones experimenta el gráfico?”.	En un tercer momento, cada estudiante expone sus interpretaciones a la situación planteada por el maestro.

Tabla 6. *Actividades de generalización*

Título:	Se ha ganado la guerra, pero no la paz.
Grado:	Undécimo

Asignatura:	Física
Tiempo:	60 minutos

Objetivo de aprendizaje

Evidenciar aspectos éticos y morales en la construcción de conocimiento, haciendo uso de registros de diálogos científicos para la toma de decisiones informadas.

Conocimientos previos

No aplica

Competencias

- Analiza los factores sociales, éticos y políticos que intervienen en la construcción del conocimiento científico.
- Utiliza diferentes puntos de vista frente a una misma problemática para reproducir y discutir su manera de proceder, hallazgos y conclusiones.
- Acepta diferentes formas de pensamiento, y a raíz de ello, fundamenta su posición.
- Responde a sus hallazgos y conocimientos previamente reflexionados para la toma de decisiones informadas.

Actividades por sesión

Actividades del docente	Actividades del estudiante
En el primer momento, el maestro realiza la lectura del fragmento de un discurso de Albert Einstein titulada “ <i>Se ha ganado la guerra, pero no la paz</i> ” y explica cada una de las preguntas a la totalidad del grupo.	En el primer momento, a cada estudiante se le entrega un documento con el fragmento de un discurso de Albert Einstein titulada “ <i>Se ha ganado la guerra, pero no la paz</i> ”, y 3 preguntas, las cuales

En el segundo momento, el maestro genera un espacio de discusión en función de las 3 preguntas planteadas en el documento compartido con los estudiantes.	debe responder de forma escrita e individual. En el segundo momento, el estudiante comparte sus respuestas con el resto de sus compañeros.
---	---

Capítulo 6: conclusiones

Los planteamientos abordados a lo largo de la investigación permiten arribar las siguientes consideraciones:

El concepto de simultaneidad de eventos en la TRE, apela necesariamente a la crisis que presentó la física, y en particular a la concepción de una ciencia totalmente establecida y verídica, tal como se consagró la mecánica clásica en el siglo XIX, puesto que la instauración de una interpretación mecanicista de la electrodinámica, trajo consigo un cambio radical tanto sobre el papel de la experimentación en la construcción de la ciencia como de los fundamentos teóricos (Granes, 1992).

Este reconocimiento del cambio que ha presentado la ciencia en los últimos siglos (a raíz de la crisis de los fundamentos), permite asumir la ciencia como un proceso dinámico, ante un mismo fenómeno de estudio, es decir, es necesario la interacción de diferentes teorías. Es justamente esto lo que posibilita, por medio de discusiones dialógicas y un marco teórico, el establecimiento de consensos frente a una situación problema.

Ante la posibilidad de la existencia de diversas explicaciones científicas frente a un mismo acontecimiento, suscita a una concepción sociocultural de la ciencia donde los aspectos políticos, éticos, morales y sociales que interviene en la construcción del conocimiento, favorece reflexiones tanto sobre la NdC, es decir, su proceder interno, como de sus implicaciones sociales, de tal forma que, el sujeto toma conciencia sobre su rol trascendental en la construcción de conocimiento para la transformación social, en pro de un bienestar común.

En cuanto a la resignificación de la experimentación en la ciencia, ésta conlleva a que el papel de los fundamentos teóricos como constructores de explicaciones, se encuentren en consonancia con los sentidos y la experiencia, por ende, los objetos de medida que determinan las propiedades de la naturaleza son objetos de la misma naturaleza (Mittelstaedt & Aleixandre 1969, p. 9). De lo anterior resulta que, las habilidades argumentativas y comunicativas son transversales a las relaciones dialógicas, las cuales permiten ampliar el panorama ante un mismo objeto de estudio, y por consiguiente, fomenta la toma de decisiones informadas a partir de conocimientos previamente reflexionados.

En este sentido, el concepto del tiempo absoluto planteado por Newton no presenta validez en los planteamientos de Einstein, tras considerar el principio de la constancia de la velocidad de la luz y el principio de la relatividad, puesto que, la simultaneidad de dos sucesos depende tanto del marco referencia como la velocidad constante que presenta un observador respecto a otro.

Esta nueva manera de comprender la simultaneidad, brinda la posibilidad de que en un mismo fenómeno, dos observadores en condiciones de movimiento distinto, pero a velocidades constantes, puedan ofrecer diversas explicaciones. Así pues, las situaciones que apelan a la simultaneidad relativista de eventos, fomenta visibilizar diferentes puntos de vista, y por consiguiente, puede admitir como veraz una multiplicidad de teorías, sin necesidad de recurrir a actos violentos. Sin embargo, aunque la flexibilidad de pensamiento permite que posturas opuestas puedan ser respetadas, también, fomenta que el interlocutor con el que se presenta el debate, sea comprendido como un par, de tal forma que, existe la posibilidad de que sujeto cambie su percepción.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, además de los retos que afronta Colombia a raíz del tratado de paz consolidado en el 2016, donde se planteó la necesidad de sujetos activos que busquen contribuir a la sociedad; que no solucionen los problemas por medio de actos violentos; sino que utilicen sus conocimientos en función al desarrollo económico y social del país; sujetos capaces de moldear su pensamiento para establecer criterios de forma consciente y autónoma, es decir, sujetos políticos, la investigación dispuso de tres casos de la Institución Educativa Comercial de Envigado, con el fin de caracterizar en sus discursos aspectos de, lo denominado en el proceso investigativo, un sujeto político, por medio de situaciones problemas sobre la construcción de la ciencia y la simultaneidad de eventos.

En este orden de ideas, la implementación de situaciones problemáticas y el análisis de los mismos, logró percibir en los discursos que:

A pesar de que en la ciencia existen diferentes teorías para un mismo concepto, esto no supone inconvenientes, puesto que la diversidad de teorías da cuenta de distintas formas de construir fenómenos a partir de sus fundamentos teóricos. Es justamente el desarrollo de debates que, fomenta escenarios tanto para la discusión como para generar consensos, debido que, el sujeto es capaz de moldear sus pensamientos a raíz de las ideas de sus interlocutores. Es así, como las habilidades argumentativas y comunicativas logran producir relaciones dialógicas, las cuales forjan condiciones para desenvolverse en sociedad.

En relación con lo anterior, cabe mencionar que, las reflexiones de los aspectos morales, éticos, políticos y socioculturales de la ciencia son desarrollados a partir de las discusiones e interacciones con el otro. Esto, permite cuestionar los desarrollos científicos y

las repercusiones de su construcción en la sociedad, lo que implica la trascendencia de un ámbito individual a uno colectivo.

Considerando los análisis de la investigación, la trascendencia de los modelos explicativos brindados por los casos, además de las relaciones establecidas de estas con la simultaneidad relativista, cabe resaltar el papel del maestro para generar situaciones que posibiliten un apropiado clima para el aprendizaje, por medio de actividades que presenten un orden que, dé cuenta de la intencionalidad del docente. Por lo tanto, las secuencias didácticas resultan ser una alternativa que permite resolver factores problemáticos de los contextos, a través de la relación entre el conocimiento *en y sobre* ciencias y las características del sujeto político, para así atender, a las dinámicas actuales de la sociedad.

Bibliografía

- Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M. & Acevedo, P. (2005). Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Educación Química*, 16(3), 372-382.
- Adúriz, A (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica.
- Aguilar, Y. (2002). A propósito de las cosmovisiones: la realista y la fenomenológica. *El movimiento desde la perspectiva de sistema, estados y transformaciones*, 30-43.
- Aguilar, Y. (2006). *el concepto de presión desde la perspectiva euleriana*. (tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Aguilar, Y. & Romero, A. (2011). A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias. Trabajo presentado en 5 Congreso Nacional de la Enseñanza de la Física. Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 16 al 20 de Mayo. *Revista Científica. Volumen extra*, 1169-174.
- Amelines, P., García, E., Giraldo, Y., Mejía, L., Morcillo, C., Quinto, J. & Tobón, E. (2017). La experimentación en la clase de ciencias: aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas.
- Arias, G. & Villota, F. (2007). De la política del sujeto al sujeto político. *Revista ANFARA*, 14 (23), 40-52.
- Arriasecq, I.& Greca I (2004). Enseñanza de la teoría de la relatividad especial en el ciclo polimodal: dificultades manifestadas por los docentes y textos de uso habitual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3, N° 2, 211-227

- Ayala, M (julio,2000). *Historia de la ciencia y la formación de profesores de física*. Trabajo presentado en VII conferencia interamericana sobre educación en física, Portoalegre, Brasil
- Binder, A. (1991). La sociedad fragmentada. *Pasos especial*, (3).
- Carr, E. (1991). *¿qué es la historia?*. Barcelona: Ariel S.A.
- Cassirer, E. (1979). Fin y método de la física teórica. En: *El problema del conocimiento*. Vol. 4. México: Fondo de cultura económica.
- Castro, E., Gómez, P. & Llavona, L. (2012). La historia de la ciencia como recurso didáctico en física y química desde un punto de vista constructivista. *Tiempo y sociedad* 8, 68-88.
- Christensen, N., & Moore, T. (2012). Teaching general relativity to undergraduates. *Physics today*, 65(6), 41.
- Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (comps.), *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 157- 186). Madrid: Alianza Editorial.
- Collingwood, R. (1996) *Idea de la historia*. México: fondo de cultura económica.
- Congreso de Colombia. (1 de septiembre de 2014). Por la cual se establece la cátedra de la paz en todas las instituciones educativas del país. [ley 1732 de 2014]
- Constitución política de Colombia [Const.] (1991). Artículo 22 y artículo 95. 2da Ed. Legis.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. *Science in Science Education*. Vol.10, 37-60.

- Einstein, A. (1905). Zur elektrodynamik bewegter körper. *Annalen der physik*, 322(10), 891-921.
- Einstein, A. (1915). Explicación del movimiento del perihelio de Mercurio desde la teoría general de la relatividad. *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.*, 47(2), 831-839.
- Einstein, A. (1945). *Ideas and opinions. Barcelona, España: Antoni Bosch*
- Einstein, A. (1985). Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad; El significado de la relatividad (No. 04; QC173. 55, E5.)
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín de la sociedad colombiana de epistemología*, 3(10-11), 65-80.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Galtung, J. (1989). Violencia cultural. *Gernika gogoratuZ*, 14°, 9
- Geertz, C. Thick Description: Toward an interpretative Theory of Culture, Capítulo 1 de the interpretation of Culture, Basic Books, 1973, p.5. Geertz ha escrito Ideology as a Cultural System y Religion as a Cultural System, los dos recientemente reimpresos en Common Senac as a Cultural System.
- Guzmán, G., Fals, O., & Umaña, E. (2005). La violencia en Colombia. Tomo I. *Bogotá: Santillana Editores.*
- Granés, J. (1992). La revolución conceptual en la física de comienzos de siglo. *Ideas y valores*, 41 (87-88), 89-136.
- Heisenberg, W. (1935). Wandlungen der Grundlagen.. *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft, Leipzig, S. Hirzel, 5.*

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación (Vol3)*. México: McGraw-Hill.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.
- Institución Educativa Comercial de Envigado. (2016). *Proyecto Educativo Institucional*.
- Iparraguirre, R. (2007). Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de un tema de física. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 423-434.
- Jenkins, F. & White, H. (1964). *fundamentos de óptica*. Madrid: Aguilar.
- Knorr-Cetina, K. (2005). La fabricación del conocimiento: un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia.
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago and London.
- Lombardi, O. (2000). ¿Es la Mecánica Clásica una teoría determinista?. *Theoria. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 17(1), 5-34.
- Mach, E., & Plá, C. (1948). *Conocimiento y error*. Espasa-Calpe.
- Mach, E. (1907). The science of mechanics: A critical and historical account of its development. Open court publishing Company.
- Mach, E., & Babini, J. (1949). *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*. Espasa-Calpe Argentina.
- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), pp.255-277.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77, 7-18.
- Mittelstaedt, P., & Aleixandre, G. (1969). Problemas filosóficos de la física moderna. Alhambra.

- Moya, A. (5 de febrero de 2018). Colombia está enferma de violencia cultural. *El espectador*. Recuperado de: <https://www.elspectador.com/opinion/colombia-esta-enferma-de-violencia-cultural-columna-737386>
- Newton, I., de Heredia, M., & Flórez, P. (1982). Principios matemáticos de la filosofía natural.
- Novak, J. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. Enseñanza de las ciencias, Vol 6, nº 3, 213-223.
- Núñez, J. (2000). Lo que la educación científica no debería olvidar: Rigor, objetividad y responsabilidad social. Recuperado el 8 de marzo de 2019, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/nunez05.htm>
- Ortiz, C. (2008). Lo real y lo virtual, 100 años después de Einstein: ¿ Vigencia del experimento mental en Mach o vuelta al Kant postcrítico?(Un debate entre Sorensen y Kühne). *Ontology studies*, (8), 0219-230.
- Pabón, C. (2014). *Análisis crítico del discurso sobre el conflicto armado y desarrollo en los presidentes Álvaro Uribe Vélez y Juan Manuel Santos en Colombia entre los años 2002 y 2013*. Maestría. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Pérez, D., Senent, F., y Solbes, J. (1986). Análisis crítico de la introducción de la física moderna en la enseñanza media. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2(1), 16-24.
- Pérez, H. & Solbes, J.(2003). Algunos problemas de la enseñanza de la relatividad. *enseñanza de la ciencia*, 21(1), 135-146
- Poder legislativo / Autoridades nacionales, *Colombia: El Acuerdo Final de paz. La oportunidad para construir paz. (Cartilla completa del Acuerdo)*. Junio 2016, Junio

2016, disponible en esta dirección:

<https://www.refworld.org/es/docid/5a874f254.html> [Accesado el 28 Febrero 2019]

Porlán, R. & Martín, J. (1997). *El diario del profesor un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla, España: Diada.

Torres, M (2010). La enseñanza tradicional de las ciencia versus las nuevas tendencias educativas. *Electronic@ educare*. 14 (1), 131-142.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Acomodation of a scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*. 66(2), 221-227.

Rodríguez, M. & Camacho, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM: Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, 23(92), 32-53.

Romero, A., & Aguilar, Y. (2013). La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos. *Universidad de Antioquia*.

Romero, A. & Amelines, P.(2016). La experimentación en el aula. Aportes de la Naturaleza de las Ciencias. En Universidad de Antioquia (Ed). *La experimentación en el aula de ciencia aportes para una enseñanza de la ciencia contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 15-30). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.


Sánchez, J. (1988). Usos y abusos de la historia de la física en la enseñanza. *Las ciencias y enseñanza*, 6(2), 179-188

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.

- Tolchinsky, L. (1994). Constructivismo en educación. II Seminario sobre Constructivismo y Educación. Puerto de la Cruz: Universidad de La Laguna.
- Toulmin, S. (2003). The uses of argument. Cambridge university press.
- Vázquez, A., Acevedo, J. & Manansero, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista iberoamericana de educación*, 34(1), 1-37.

Anexos

Anexo A. Protocolo de entrevista

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803</p>	<h1>Protocolo Entrevista</h1> <h2>Semiestructurada</h2>	
Fecha:	Hora: De... a ...	Centro:
Caso:		Investigador:

Objetivo: Caracterizar en los discursos de cada caso cómo comprenden la construcción de la ciencia y los aspectos sociales que intervienen en ella.

El caso responderá una serie de preguntas tanto de manera verbal como escrita acompañado por un investigador, el cual tendrá la libertad de realizar cuestionamientos diferentes a los ya establecidos.

Una de las visiones de la ciencia asume la ciencia como una construcción social, que parte de unos principios, leyes y teorías los cuales obedecen a unos intereses y necesidades de comunidades.

1. El físico Isaac Newton formuló tres leyes para describir el movimiento. En el libro de Principios Matemáticos de la filosofía natural escrito por Newton se define la primera ley como: *“Todo cuerpo persevera en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que se vea obligado a cambiar ese estado por las fuerzas impresas en él.”*

¿Qué papel crees que tiene el enunciado anterior en la construcción de la ciencia?

2. En 1915 Albert Einstein demostró teóricamente la existencia de las ondas gravitacionales, posteriormente en el 2017 tres investigadores estadounidenses lograron establecer experimentalmente la existencia de las ondas predichas por Einstein. ¿Por qué crees que hubo la necesidad de demostrarlo experimentalmente aun cuando pasó más de 100 desde su desarrollo teórico?

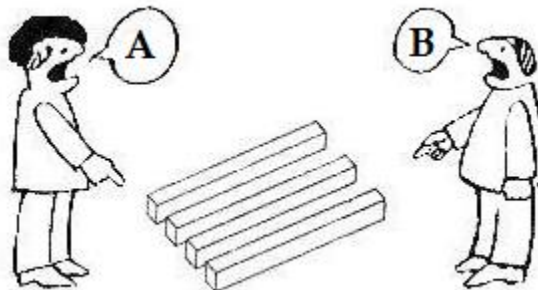
3. En la ciencia es usual encontrar diferentes teorías sobre asuntos similares. Es el caso de la definición del tiempo brindada por Newton y Einstein.

Isaac Newton define el tiempo como absoluto e independiente de los sucesos, es decir, el tiempo es el mismo para todos los observadores. Por otro lado, Albert Einstein afirma que bajo ciertas condiciones, dos sujetos observando el mismo fenómeno pueden registrar tiempos diferentes.

Realice un escrito corto mostrando su punto de vista donde plantee sus consideraciones sobre la existencia de más de una explicación para un mismo concepto y cómo influye en la construcción de la ciencia.

- 4. ¿En qué aspectos de orden social crees que se puede evidenciar diferentes posturas para una misma problemática social?**

Las preguntas del 5 al 7 hacen referencia a la siguiente imagen. En la imagen se presentan dos sujetos discutiendo sobre el número de barras que observan.



- 5. ¿Cuántas barras observa cada uno?**
- 6. ¿En la sociedad cómo se desarrolla este tipo de problemáticas?**
- 7. ¿Crees que podrían llegar a un consenso? en el caso de que la respuesta sea afirmativa ¿cómo podrían llegar al consenso?**

8. De la siguiente lista, seleccione en orden de importancia, los factores que intervienen en la construcción de la ciencia. Siendo 1 el más importante y 12 el menos importante.

__ Divulgación

__ Consensos

__ Sociedad

__ Comprobación

__ Economía

__ Intereses políticas

__ Validación

__ Grupos científicos

__ Universalidad

__ Experimentos

__ Religioso

__ Individualismo

Realice un escrito corto donde explique con los términos anteriores, las dinámicas de la construcción de la ciencia.

Anexo B. Protocolo de debate I

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803</p>	<h1>Protocolo de debate I</h1>
--	--------------------------------

	(Narrativa científica I)	
Fecha:	Hora: De... a ...	Centro:
Caso:		Investigador:

Objetivo: Caracterizar por medio de la Teoría de la Relatividad Especial discursos del sujeto político en cada caso.

El debate se dividirá en tres momentos.

Primer momento:

Principio de la constancia de la velocidad de luz: “La luz y todas las demás formas de radiación electromagnética se propagan en el espacio vacío con una velocidad constante c que es independiente del movimiento del observador o del cuerpo emisor.”

Posteriormente, se plantean dos situaciones problematizadoras en relación al principio anterior y concepciones sobre simultaneidad de eventos, donde cada caso expondrá sus interpretaciones.

Tormenta: Imaginemos que nos encontramos en una tormenta, y desde lejos vemos un relámpago, 5 segundos después escuchamos el trueno. *¿Por qué crees que escuchamos el trueno segundos después de ver el relámpago?*

Sol solecito: Los habitantes del sol, los cuales poseen la tecnología para enviar y recibir información en rayos de luz, se enteran, gracias a sus científicos, que la tierra explotará en 500 segundos. Inmediatamente, los habitantes del sol, en un rayo de luz, nos envían una información diciendo que en 500 segundos la tierra explotará,

1. **¿Es posible prever la explosión en la tierra? Sí __ No__ Explique.**
2. **La emisión de la información desde el sol y la percepción de la misma en la tierra, ¿tienen ocurrencia simultánea?**

Segundo momento (Narrativa científica): Un viaje por el mundo

Año 3018: los científicos han sido capaces de crear un vehículo llamado Light Ray #1 que alcanza velocidades muy cercanas a la velocidad de la luz. Con el fin de probar la efectividad del vehículo, contratan a un conductor experto, el cual es equipado con el reloj de mano más preciso creado en la tierra. Para sincronizar el reloj se eligió un reloj, igual de preciso, que se encuentra en una torre situada en la pista donde se prueba la efectividad del Light Ray #1.

Antes de realizar cada prueba, se verifica que tanto el reloj de mano como el reloj de la torre se encuentren sincronizados, por medio de rayos de luz.

En la primera prueba, para calentar el motor, el conductor irá a una velocidad de 30 Km/s. Cuando Light Ray #1 pasa por reloj de la torre, éste marca las 2:00 a.m.

- **¿Coincide la hora del reloj de mano del conductor con la hora del reloj de la pista? Si __ No__ Explique**
- **La información relacionada con la hora que está marcando el reloj de la torre (2:00 a.m.) ¿Nos llega de manera instantánea o requiere de un tiempo? Explique**
- **Si ahora el conductor se encuentra a 300000Km de distancia del reloj de la torre, el cual marca las 2:00 a.m., y esta información es emitida al conductor ¿qué hora está marcando el reloj de la torre en el instante en que el que el conductor registra esta hora?**

En la segunda prueba, se ubica, en el reloj de la torre, un dispositivo que se activa emitiendo un rayo de luz, cada vez que pasa la nave frente a él. Tras la instalación del dispositivo, el conductor de light Ray #1 pasa por la torre a una velocidad de 150000Km/s, **¿Es posible que el conductor perciba el rayo de luz de manera instantánea? Sí __ No __ Explique.**

¿Podría percibir el conductor el rayo de luz emitido por el artefacto situado en la torre, si pasa frente a ella a una velocidad de 300000Km/s? Sí __ No __ Explique.

Tercer momento (Narrativa científica): ¿Cuánto dura el partido de fútbol?

La **FIFA** es la institución que gobierna todas las federaciones de fútbol en el planeta. Ésta para buscar los máximos aciertos en los partidos de fútbol ha decidido que en cada partido habrá cuatro árbitros con sus respectivos relojes, los cuales son idénticos e igual de precisos. Tres árbitros en el campo de juego y el cuarto en una nave espacial que puede alcanzar la velocidad de la luz. Esta nave se encuentra orbitando la tierra y está equipada con el sistema de vídeo arbitraje (**VAR**) para evitar que a los árbitros se les pasen las jugadas y el tiempo justo de juego.

En los partidos, la nave viaja a 150000km/s, la incorporación de este árbitro en la nave ha ocasionado problemas en cuanto al consenso con la duración de los partidos, pues mientras el árbitro de la tierra registra 90 minutos, el de la nave espacial alega que aún no es tiempo para terminar el partido.

- **¿Por qué crees que el árbitro de la nave espacial afirma que el partido aún no ha terminado?**

Una alternativa de la FIFA para solucionar la diferencia de tiempo de los árbitros y tener la mayor unanimidad y veracidad en los partidos, ha decidido contratar un físico experto en relatividad, el cual les brinda la fórmula para el cálculo del tiempo:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$


Donde el tiempo t' se calcula con base al tiempo t (el tiempo medido desde el objeto móvil).

Depende de la velocidad V (del objeto móvil) y la velocidad de la luz.

Si hacemos uso de la ecuación planteada por el físico y el tiempo registrado por el árbitro de la tierra es de 90 minutos **¿Qué tiempo registra el árbitro de la nave?**

- **¿Los fundamentos abordados por la ciencia ayuda a resolver el asunto? Sí __ No__
Explique.**
- **En las dinámicas sociales ¿qué repercusiones tiene (la ciencia no ayude a solucionar todo)?**
- **¿Cuáles criterios diferentes a los científicos posibilitan solucionar el problema del tiempo de los árbitros?**

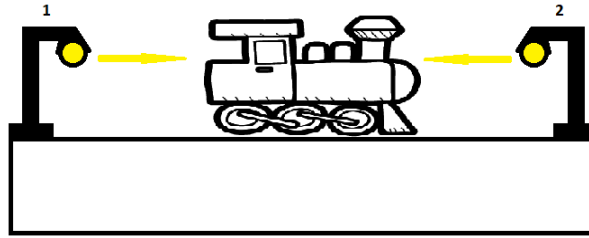
Anexo C. Protocolo de debate II

	<h1>Protocolo de debate II</h1>	
Fecha:	Hora: De... a ...	Centro:
Caso:		Investigador:

Objetivo: Identificar aspectos característicos del sujeto político en el discurso de cada caso sobre el concepto de simultaneidad de Albert Einstein.

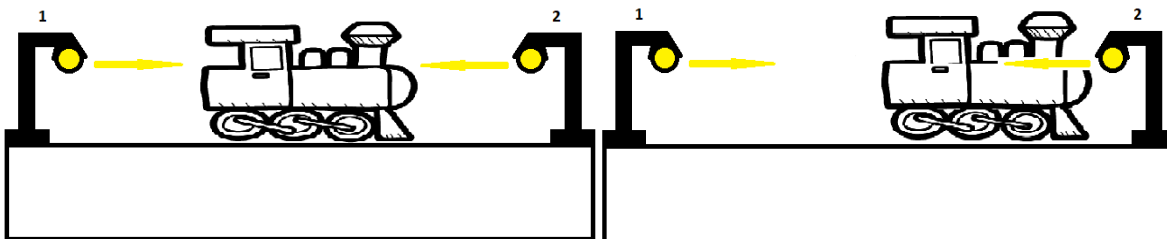
El tren Chu Chu

La matemática Mileva Maric, para el regalo de cumpleaños número 16 de su hijo Hans Albert, construyó un tren de juguete que puede alcanzar velocidades muy cercanas a la de la luz, y una estación de ferrocarril con dos lámparas en cada extremo, las cuales se encienden cuando el tren pasa justo por la mitad de la estación. Hans, quien tiene un espíritu de experimentador y una gran imaginación, puso en el tren una persona de juguete. Posteriormente, Hans detuvo el tren justo en la mitad de la estación, al encenderse las dos lámparas, planteó dos preguntas en torno a la percepción de las luces, las cuales les preguntó a sus padres:



1. ¿Crees que la persona de juguete en el tren observa de manera simultánea las luces? /
¿Coincide el tiempo de llegada de las luces que emite cada lámpara al juguete del tren? Sí __ No__ Explique /
2. Teniendo en cuenta la respuesta en la pregunta anterior ¿Crees que sucede para cualquier observador? /

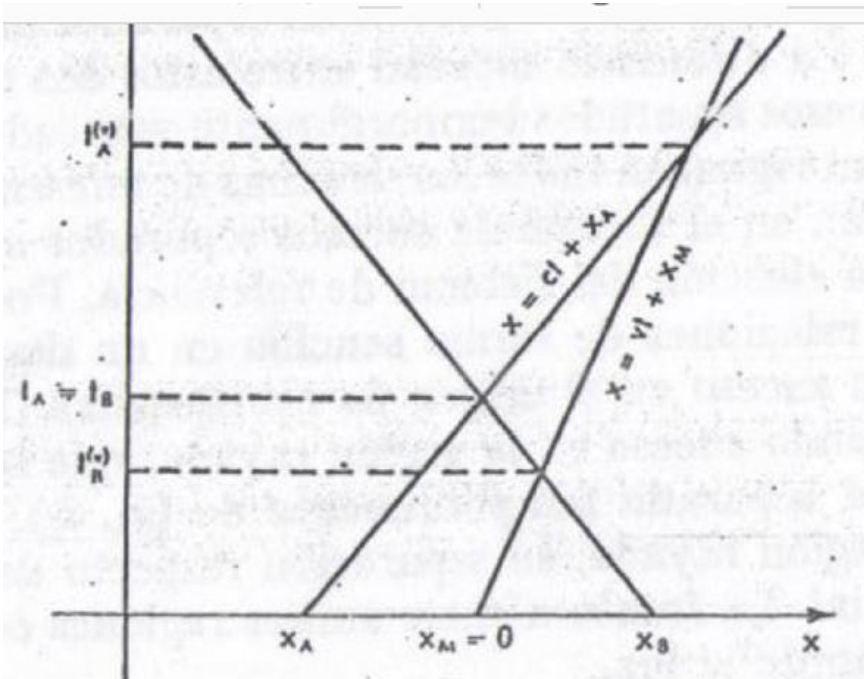
Los padres Hans al ver su gran interés, le recomendaron hacer el mismo experimento pero con el tren en movimiento con su máxima velocidad. Hans muy ansioso, siguió la recomendación de sus padres e hizo que el tren con la persona de juguete pasará varias veces por la estación a velocidades muy cercanas a la de luz.



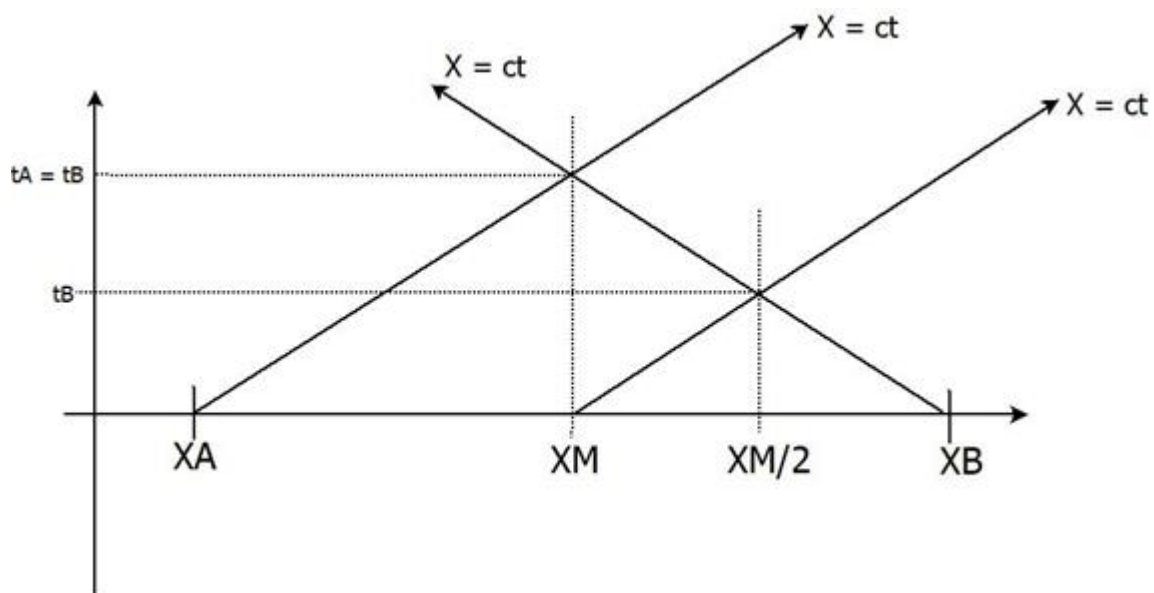
1. ¿Crees que la persona de juguete en el tren observa de manera simultánea las luces?
 Sí __ No__ Explique / ¿Coincide el tiempo de llegada de las luces que emite cada lámpara al juguete del tren? Sí __ No__ Explique
2. ¿Crees que esta situación de que un mismo evento se interprete de diferentes maneras se evidencia en otros espacios?

Posteriormente, Hans trato de modelar gráficamente el movimiento del tren en relación al tiempo en cada uno de sus casos. **Realice la representación que más se acerca a la que realizó Hans cuando el tren estaba en reposo.**


Su padre, Albert Einstein, al ver el interés y la pasión de Hans por lo que acontece con su juguete, decidió describir de manera geométrica, cada uno de los momentos por el que el tren pasaba.



¿Qué sucede si el observador se mueve con una velocidad igual a la velocidad de la luz? ¿qué modificaciones experimenta el gráfico?



Anexo D. Protocolo de debate III

 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803</p>	<h1>Protocolo Debate III</h1>	
Fecha:	Hora: De... a ...	Centro:
Caso:	Investigador:	

Objetivo: Identificar aspectos característicos del sujeto político a través de ideas y opiniones de Albert Einstein.

Cada caso leerá el fragmento de un discurso de Albert Einstein pronunciado en el Fith Nobel Anniversary Dinner y responderá las preguntas subsecuentes. Después de responder las preguntas se proseguirá a compartir lo escrito y debatir las ideas con el resto de los casos.

Se ha ganado la guerra, pero no la paz.

“Los físicos se encuentran en una posición no muy distinta a la de Alfred Nobel. Alfred Nobel inventó el explosivo más poderoso que la humanidad había conocido hasta entonces, un medio de destrucción por excelencia. Para compensar, y con objeto de aliviar su conciencia humana, instituyó sus premios para el fomento y logro de la paz. Hoy en día, los físicos que participaron en la construcción del arma más potente y peligrosa de todos los tiempos, se

ven acosados por un sentimiento similar de responsabilidad, por no decir de culpa. Y no podemos dejar de prevenir una y otra vez; no podemos ni debemos vacilar en nuestros esfuerzos por lograr que las naciones del mundo, y sobre todo los gobiernos, tomen conciencia del desastre indescriptible que inevitablemente provocarán si no cambian en sus relaciones mutuas y en la tarea de moldear el futuro. Nosotros ayudamos a construir esa arma nueva para impedir que los enemigos de la humanidad lo lograsen antes que nosotros, lo cual, dada la mentalidad de los nazis, habría significado la destrucción y la esclavitud del resto del mundo. Pusimos esta arma en manos de los norteamericanos y de los ingleses como representantes de toda la humanidad, como defensores de la paz y de la libertad. Pero hasta ahora no hemos visto ninguna garantía de paz, no hemos visto ninguna garantía de las libertades que se prometieron a los pueblo en la Carta Atlántica. Se ha ganado la guerra, pero no la paz.”

1. Según el texto, ¿Qué criterios consideras que deben ser tenidos en cuenta en la construcción y divulgación del conocimiento científico?

2. Usualmente, se estima que la actividad científica debe ocuparse sólo de los aspectos científicos (innovación, tecnología). ¿Qué consideraciones puedes hacer al respecto?

3. Realice un escrito donde plantee aspectos positivos y en contra de la actividad científica.