



El perspectivismo en el espacio tiempo de Einstein: Una alternativa para articular la formación en ciencias y la formación ciudadana por medio de reflexiones filosófico-epistemológicas

Édgar Johan Arboleda Mira

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física

Asesor

Yirsen Aguilar Mosquera, Magíster (MSc) en Enseñanza de las Ciencias

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Matemáticas y Física
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	(Arboleda-Mira, 2021)
Referencia	Arboleda-Mira, E. J. (2021). <i>El perspectivismo en el espacio tiempo de Einstein: Una alternativa para articular la formación en ciencias y la formación ciudadana por medio de reflexiones filosófico-epistemológicas</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Grupo de Investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE)



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Carlos Arturo Soto Lomban.

Jefe departamento: Juan David Gómez González.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A Julián, por ser mi fuente de inspiración.

Agradecimientos

A mi asesor, el profesor Yirsen Aguilar Mosquera por el apoyo, calidad humana, disponibilidad, valiosos aportes y acompañamiento durante el ejercicio de esta investigación. Gracias por favorecer las reflexiones en la práctica educativa en pro de ser mejor cada día.

Al grupo de investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE), por sus espacios de reflexión y formación investigativa.

A la I. E. Comercial de Envigado, por abrir sus puertas para llevar a cabo la investigación y las prácticas profesionales.

A la Universidad de Antioquia, por brindar los conocimientos en la construcción de una identidad y el fortalecimiento de mi carrera docente.

A mis compañeras de la línea de investigación, por sus valiosas retroalimentaciones en los seminarios y espacio académicos.

Por último y más importante, quiero agradecer a mi familia, por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, su acompañamiento y motivación.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Capítulo 1. Contextualización	11
1.1 Introducción	11
1.2 Planteamiento del problema	12
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
Capítulo 2. Marco teórico.....	17
2.1 La enseñanza de las ciencias y de ciudadanía en la escuela.....	17
2.2 El perspectivismo en la ciencia: Una tentativa para formación en ciencias y en ciudadanía	19
2.3 El concepto de espacio tiempo en el marco del perspectivismo: una manera de relacionar formación científica y formación ciudadana	21
2.4 La argumentación como condición de posibilidad para la comunicación de ideas en la actividad científica: una articulación entre la formación científica y ciudadana	25
Capítulo 3. Metodología.....	28
3.1 Enfoque y método de la investigación	28
3.2 Contexto de investigación	29
3.3 Fases o momentos de la investigación	29
Momento de planteamiento del problema.....	29
Momento de fundamentación teórica y análisis del clásico	30
Momento de diseño, implementación de los instrumentos y registro de la información...30	
Momento de sistematización y análisis de la información.....	32
El perspectivismo científico: una articulación entre formación científica y ciudadana.34	

El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas.....	34
La argumentación en la clase de ciencias: Una posibilidad para desarrollar habilidades ciudadanas:	34
Momento de redacción del informe final	35
Capítulo 4. Hallazgos y Análisis.....	36
4.1 El perspectivismo: una articulación entre formación científica y ciudadana.....	36
4.2 El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas.....	40
4.3 La argumentación en la clase de ciencias: Una posibilidad para desarrollar habilidades ciudadanas	42
Capítulo 5. Consideraciones finales.....	47
5.1 ¿Qué aprendizajes quedan después de haber realizado este trabajo en el contexto de la práctica? ¿Qué implica enseñar ciencias?	48
5.2 Recomendaciones.....	49
Referencias	51
Anexos.....	55
Anexo 1. Protocolo ético y Consentimiento informado.....	55
Anexo 2. Análisis del debate ¿Crees que el espacio y tiempo son el mismo para todas las personas?	58
Anexo 3. El perspectivismo en la obra de Albert Einstein.....	60
Anexo 4. Entrevista	61

Lista de tablas

Tabla 1 Fragmento de grabación del encuentro académico dos.....	44
--	----

Lista de figuras

Figura 1 Esquema de triangulación.....	33
---	----

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
Cms.	Centímetros
ERIC	Education Resources Information Center
Esp.	Especialista
MP	Magistrado Ponente
MSc	Magister Scientiae
Párr.	Párrafo
PhD	Philosophiae Doctor
PBQ-SF	Personality Belief Questionnaire Short Form
PostDoc	PostDoctor
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

En las últimas décadas se ha logrado establecer el interés en relacionar aspectos de la formación científica con los de ciudadanía. En particular, preservar el bien común, es una necesidad dadas de las dinámicas del momento histórico actual. Frente a estos desafíos, se requiere reconocer la importancia que tienen las formas de proceder y relacionarse desde una mirada integradora de la ciencia y la cultura. Sobre esto, diversas investigaciones revelan que algunos docentes privilegian ideas de repetición y reproducción de hechos en los estudiantes, por tanto, la escuela debe adelantar reflexiones que permitan la articulación entre los distintos ámbitos de la actividad humana, porque, se requieren sujetos con una capacidad crítica, que no conciban la ciencia ajena a la cultura, dogmática, ni descontextualizada. De modo que, vale la pena preguntarse entonces ¿Qué aportes se obtienen para el desarrollo de habilidades científicas y de ciudadanía con reflexiones desde el perspectivismo científico centradas en el tratamiento del concepto de espacio tiempo propuesto por Einstein? En esta investigación se propone que, una enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural y filosófica puede favorecer la articulación entre formación en ciencias y formación ciudadana. Para analizar la información se toman las producciones escritas y discursos de cuatro casos de la I.E Comercial de Envigado y se realiza una triangulación de información entre fuentes. Por último, se presentan los hallazgos donde tienen lugar la argumentación y la construcción del conocimiento desde la diferencia, en relación con, la formación en ciencias y la formación ciudadana.

Palabras clave: reflexiones filosófico-epistemológicas, formación en ciencias, formación ciudadana, espacio tiempo, perspectivismo.

Abstract

In recent decades, interest has been shown in linking aspects of scientific education with those of citizenship. Preserving the common good is a necessity given the dynamics of the current historical moment. Faced with these challenges, it is necessary to recognize the importance of the ways of proceeding and relating from an integrative view of science and culture. In this regard, several investigations reveal that some teachers privilege ideas of repetition and reproduction of facts in students, therefore, the school must advance reflections that allow the articulation between the different fields of human activity, because subjects with a critical capacity are required, who do not conceive science as alien to culture, dogmatic, or decontextualized. So, it is worth asking then, ¿what contributions are obtained for the development of scientific skills and citizenship with reflections from scientific perspectivism focused on the treatment of the concept of spacetime proposed by Einstein? This research proposes that science teaching from a cultural and philosophical perspective can favor the articulation between science education and citizenship education. To analyze the information, the written productions, and speeches of four cases of the I.E Comercial de Envigado are taken and a triangulation of information between sources is carried out. Finally, the findings are presented where the argumentation and the construction of knowledge from the difference take place, in relation to science education and citizenship education.

Keywords: philosophical-epistemological reflexions, science education, citizenship education, space-time, perspectivism

Capítulo 1. Contextualización

1.1 Introducción

El momento histórico actual es coyuntural, las relaciones económicas y sociales a nivel global, así como la tecnología, han dado lugar a nuevos y complejos retos que agudizaron los ya presentes a inicios del siglo XXI. Se suma a la emergencia climática, desigualdad y violencia, etc. la emergencia sanitaria; teniendo en cuenta que, incluso los virus, son hoy a escala planetaria. Con lo cual, se hacen necesarias las reflexiones continuas sobre las manifestaciones humanas y su entorno. En particular, la educación en ciencias tiene un papel fundamental en la sociedad. La necesidad de tomar decisiones y participar en las acciones de una comunidad, han llevado a integrar la formación en ciencias y la ciudadanía, dado que, son una fuente de recursos para la actividad humana.

Este trabajo de investigación se propone articular la formación en ciencias y la formación ciudadana, teniendo en cuenta como base algunas reflexiones filosófico-epistemológicas que se inscriben en el marco de la línea de investigación “Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza” (ECCE). Se ha tomado como caso particular el perspectivismo en el espacio tiempo de Einstein, en la búsqueda de promover habilidades científicas y ciudadanas en el aula de ciencias.

Con lo anterior en mente, a lo largo de cinco capítulos, se presentan los fundamentos, metodologías, hallazgos y conclusiones recabadas en la investigación. En el primer capítulo, se realiza una contextualización que describe el panorama alrededor de la formación científica y ciudadana, su importancia y la necesidad de contribuir a la búsqueda de perspectivas formativas desde una mirada cultural. De igual manera, se presentan la pregunta de investigación y los objetivos propuestos.

En el segundo capítulo, se ubica el marco teórico que fundamenta el trabajo investigativo. Se hace la articulación entre enseñanza de las ciencias y formación ciudadana, acto seguido, se desarrolla el perspectivismo como tentativa para la formación en ciencias y ciudadanía, se toma el

caso del espacio tiempo en Einstein, y al final, se relaciona con algunos elementos que son transversales a la formación científica como posibilidad para fomentar habilidades ciudadanas.

En el tercer capítulo, se realizan las consideraciones de orden metodológico donde se describen: el paradigma, enfoque y tipo de investigación, así mismo, el contexto, las fases o momentos de la investigación de manera detallada, destacando el papel del clásico en la propuesta. Este capítulo contiene, además, el proceso realizado en los encuentros académicos, la sistematización y análisis de la información, el esquema de triangulación y las categorías que hacen referencia a la relación entre ciencia y ciudadanía.

En el cuarto capítulo, se recogen los hallazgos y análisis surgidos de la interpretación de la información obtenida en los encuentros, y por medio de, los instrumentos aplicados. Aquí se sigue la línea de las categorías presentadas en la metodología: *El perspectivismo: una articulación entre formación científica y ciudadana*, *El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas*, *La argumentación en la clase de ciencias*.

En el capítulo cinco, se encuentran las consideraciones finales, conclusiones y recomendaciones que surgen del trabajo desarrollado. Tiene especial relevancia en este capítulo, un apartado en torno a los aprendizajes que quedan luego de realizar la investigación en el contexto de la práctica y las implicaciones de enseñar ciencias.

1.2 Planteamiento del problema

En el análisis de algunas investigaciones (Hodson, 2003; Aikenhead, 2005; Hofstein et al., 2010; Pérez & Aleixandre, 2015), se ha logrado establecer el interés que tiene, para investigadores de las ciencias, relacionar aspectos de la formación científica con los de ciudadanía. Algunos consideran que explicitar esta relación es necesario dado los retos que impone el mundo a la humanidad actual.

Uno de los retos de la ciudadanía puede ser ilustrado con la situación actual ocasionada por el virus que la comunidad científica ha denominado COVID - 19. Enfrentar este virus tipificado como pandemia, tiene como principio fundamental pensar en el bien común, es decir, en principio preservar las condiciones mínimas de vida es posible siempre y cuando me cuide cuidando al otro.

La sociedad colombiana, no es ajena a esta situación, acudimos a momentos en los que la cohesión social es la única salida posible. Esto sin duda alguna supone echar un vistazo a dos lógicas evidenciables en las interacciones sociales: una que privilegia el individualismo y otra, el bien común.

Ante este panorama, es innegable que, en el país, empiezan a emerger condiciones sociales distintas a las habituales en términos de interacción interpersonal (Zamagni, 2019) y, en consecuencia, se requiere reinventar parámetros también novedosos que posibiliten al nuevo ciudadano e interpretar estos requerimientos vía la construcción de una nueva sociedad. Estas nuevas condiciones no estarán determinadas por la lógica de la indiferencia y el individualismo, sino que, por el contrario, los procesos de socialización, dados por estos retos, suponen una educación que posibilite la construcción de aspectos que soportan las nuevas instituciones sociales que dan forma a un nuevo contexto sociocultural. En este sentido, resulta apropiado asumir la sociedad como una construcción humana, en el entendido de que muchos de los problemas que hoy enfrentamos no son más que construcciones sociales, motivadas por los intereses, políticos, económicos, entre otros.

Ante las consideraciones planteadas y teniendo en cuenta la situación que vive el mundo y en particular Colombia, resulta apropiado preguntarse si, ¿está preparado el ciudadano actual para enfrentar estos nuevos retos?

De cara a estos desafíos, se requiere ser consciente que nuestros actos tienen implicaciones en el contexto sociocultural en el que interactuamos, como también que, las maneras en que se percibe el entorno determinan formas de proceder y de relacionarse e integrarse a la sociedad. Al respecto coincidimos con Piedrahita y Gómez (2014) cuando plantean que, la comprensión de la

naturaleza y la humanidad permite pensar al individuo en torno a su capacidad de tomar decisiones contextualizadas.

Estas consideraciones no son ajenas a las reflexiones que debe adelantar la escuela. Justamente en este sentido Téllez (2016) señala que la actividad escolar es una fuente de articulación entre economía, política, ideología y cultura. En este sentido, consideramos que estos aspectos deben convertirse en objeto de reflexión y de enseñanza, sobre todo porque, como se ha planteado, se requieren sujetos con una capacidad crítica que intervengan de manera activa en el contexto en el que interactúan. Al respecto, conviene subrayar que es la escuela el contexto propicio para la conexión de los procesos sociales con la ciencia y, desde luego, con unas responsabilidades que tienen centralidad en las intrincadas relaciones que organiza como fundamento de las capacidades intelectuales y morales de la acción ciudadana.

Sin embargo, según investigaciones analizadas (Muñoz, & Torres, 2014), lo que sucede en las aulas dista de lo que plantean muchos de los teóricos de la enseñanza y de los retos planteados por Hodson (2003): sujetos con una formación sociopolítica con capacidad de prever las consecuencias de sus actos. Estudios como los de Muñoz y Torres (2014), por ejemplo, dan cuenta de las diversas formas de enseñanza que se perpetúan en la escuela contemporánea: la formación no intencionada, memorística, descontextualizada, en la cual prima el interés personal sobre el interés colectivo y sin conexión ciudadana. Dichas formas de enseñanza tienen unos antecedentes históricos que se pueden rastrear desde la creación misma de la escuela, y particularmente, en relación con la enseñanza de las ciencias. Al respecto, algunos investigadores (Ayala, Garzón & Malagón, 2008) proponen una conexión con las formas de pensamiento por las cuales han transcurrido, por años, los maestros que entendieron la enseñanza como un sistema de transmisión. El mismo que, para Romero (2013), se encuentra asociado a la manera como los maestros significan y comprenden los procesos de constitución del conocimiento científico; mientras que otros como Barnes (1986), plantean que “la credibilidad escolar no está relacionada con la experiencia, sino, con la autoridad del profesor y del aparato institucional que lo apoya” (p. 49).

Puede decirse entonces que, según estas investigaciones, la idea de enseñanza que privilegian algunos los docentes y la concepción de ciencia que prevalece en ellos, promueve ideas

de repetición y reproducción de hechos en los estudiantes, quienes tienen como objetivo, verificar los resultados propuestos por los grandes científicos, concediendo -desde la posición de los profesores-, un lugar privilegiado a los libros de texto, sin considerar el contexto histórico, epistemológico, la pertinencia del debate o la inclusión de diversas miradas a la hora de organizar los contenidos y el currículo, tal como lo plantean Aguilar et al. (2002) cuando señalan que, “El maestro se constituye en un transmisor de conocimientos y de verdades construidas y validadas por una comunidad científica en donde la actividad científica es independiente de los contextos y de los individuos” (p. 40).

Este es el caso particular de la enseñanza de numerosos conceptos de la física que, persisten con su carácter absolutista en el contexto de la mecánica newtoniana, los cuales son sostenidos sobre excusas como la falta de recursos didácticos para el abordaje de perspectivas diversas, la dificultad cognitiva de los temas y la complejidad de nuevas teorías como la mecánica moderna, en particular, algunos fundamentos referidos al espacio y el tiempo.

No obstante, resulta de gran interés indagar si estas dificultades pueden ser abordadas con alternativas como la inclusión de la historia, la sociología, la epistemología de las ciencias y el perspectivismo científico, todo esto en conexión con la cultura, como lo reconocen Pérez et al. (1986), Swinbank (1992), Pérez y Solbes (2003), Gordillo-Chaparro (2018). En esta línea se destacan algunas potencialidades para la enseñanza de las ciencias si se reconocen: el papel del contexto de los estudiantes, la motivación en la elección de carreras científicas y los recursos intelectuales que dan lugar a instancias propicias para el pluralismo (Arnold & Rodríguez, 1990).

A lo anterior se le suman estudios como los de Tamayo et al. (2015), que señalan la necesidad de propiciar, en la enseñanza, condiciones para el desarrollo del pensamiento crítico a fin de la formación de los sujetos para que actúen críticamente y tomen decisiones informadas.

Así pues, en el análisis realizado en investigaciones se encontraron pocos estudios sobre el uso de la historia, epistemología y perspectivismo en la enseñanza de las ciencias, que puedan aportar a ampliar las perspectivas ciudadanas de los sujetos y cómo estas se relacionan con la cultura. Sobre esto, surge la necesidad de considerar en la enseñanza de las ciencias reflexiones

sobre las ciencias y en ciencias, como posibilidad para articular la formación científica y la formación ciudadana.

Las consideraciones anteriores motivan a indagar por:

¿Qué aportes se obtienen para el desarrollo de habilidades científicas y de ciudadanía con reflexiones desde el perspectivismo científico centradas en el tratamiento de los conceptos de espacio y tiempo propuestos por Einstein?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar qué aportes se obtienen de las reflexiones del perspectivismo científico centradas en los conceptos de espacio y tiempo de la mecánica moderna para el desarrollo de habilidades científicas y de ciudadanía.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar aportes del perspectivismo científico para el desarrollo de habilidades científicas y ciudadanas a partir del análisis de situaciones que involucran los conceptos de espacio y tiempo.
- Describir la relación entre habilidades científicas y habilidades de ciudadanía de cuatro casos de la I.E. Comercial de Envigado a partir de los discursos que construyen cuando resuelven situaciones que involucran los conceptos de espacio y tiempo.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 La enseñanza de las ciencias y de ciudadanía en la escuela

En los últimos años, investigadores coinciden en afirmar la necesidad de considerar, en la enseñanza, una perspectiva cultural de la ciencia. Sobre esto, Molina señala que es importante hacerlo “porque la apropiación y construcción conceptual dependen también de los valores, de las decisiones, las creencias sobre lo que es verdadero, creíble, cognoscible, lógico, para el sujeto que conoce” (2010, p.78). Complementario a esto, resulta adecuado decir que, en este enfoque cultural se ligan percepciones, lenguajes y formas de pensar condicionadas por el momento histórico de los individuos, con lo cual, se destaca una centralidad histórica y epistemológica. En este sentido, Horkheimer (1972) expresa que, “los hechos que percibimos están conformados socialmente, es más, los objetos percibidos y sujetos perceptores tienen un carácter histórico”. (p. 200)

Bajo estas circunstancias, la enseñanza de las ciencias se relaciona con la ciudadanía en tanto la participación de las personas en sociedad depende de las características moldeadas por la cultura. Sin embargo, en el contexto colombiano, poco se ha pensado sobre la articulación entre la enseñanza de las ciencias y la ciudadanía, a pesar de reconocer que la enseñanza de las ciencias, en los últimos años, ha experimentado transformaciones importantes, tal como lo reconocen Ayala y Malagón (2004) cuando escriben:

La manera de concebir la enseñanza de las ciencias experimenta un cambio de una concepción de enseñanza como transmisión neutral de saberes, a una de enseñanza como actividad que genera condiciones para que la cultura científica se integre a la cultura de colectividades ajenas a ella gracias a dos aspectos primordialmente: el análisis crítico de la imagen de ciencia que se propaga en la enseñanza tradicional y la crítica a la forma en que se asume al estudiante. (p.81)

Vista como una actividad, la enseñanza de las ciencias moviliza a los sujetos desde su lugar pasivo-receptor de información a uno de participación, donde intervienen aspectos centrales como la toma de decisiones informadas y la reflexión crítica de los asuntos del contexto social, aspectos que están en concordancia con lo planteado por Hodson (2003), en cuanto a la necesidad de una formación

en ciencias que contribuya a la formación de sujetos con capacidad de tomar decisiones en asuntos sociopolíticos.

Por otra parte, la toma de conciencia sobre el carácter dinámico de la enseñanza de la ciencia y su papel en relación con la cultura se encarna en la acción del maestro en tanto esta se corresponde con sus maneras de concebir la ciencia, en palabras de Aguilar et al., (2002):

La actividad educativa está trascendida por dos aspectos estrechamente relacionados: por una parte, 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. (p.11)

De esta manera, teniendo en cuenta la articulación entre enseñanza de las ciencias y ciudadanía, se fundamenta la investigación centrada en reflexiones filosófico-epistemológicas, entendiendo estas como los aportes que emergen en el interior de una cultura que es dinámica y diversa. En este sentido, la enseñanza de las ciencias se presenta como una posibilidad para fomentar en los estudiantes la formación científica y ciudadana que no perpetúa verdades acabadas y absolutas, sino que, por el contrario, está en procesos de reflexión constante sobre la ciencia, es decir, en reflexiones en torno a las formas de hacer ciencia y su repercusión en la actividad humana.

La inclusión de la filosofía y la epistemología en la clase de ciencias favorece asumir una postura crítica tanto en las concepciones de la enseñanza como transmisión, dogmatismo y modo de significar la actividad científica; posibilita el reconocimiento de las limitaciones en la actividad científica, de la reducción de la ciencia a la abstracción matemática sin conexión con la realidad, de la práctica científica en conexión con la experiencia y la significación de la ciencia en relación con los objetos físicos, esto es, la relación sujeto-objeto; en la medida que permite conectar diversas perspectivas que tuvieron lugar en un momento socio histórico determinado. Justamente, en esta relación se puede advertir que la actividad científica no es neutral, sino que, está ligada a intereses políticos, éticos, históricos y sociales. En palabras de Solís (1994), “las motivaciones sociales están presentes en todo tipo de teorías y decisiones científicas, sea cual sea el juicio que merecieron en su día o en nuestros días desde el punto de vista epistemológico”. (p. 67)

Por otra parte, el uso de diversas perspectivas científicas se conecta con la enseñanza de las ciencias, en la medida en que problematiza la idea de la realidad “tal cual es” y el carácter objetivo de los instrumentos, como a su vez, la influencia que las leyes y principios ejercen sobre el resultado de la medida. En este contexto de significación, encuentran lugar el análisis de conceptos de la física, gracias a que, estos conceptos se enmarcan en formas de pensar, actuar y sentir en contextos diversos; conceptos también, que tuvieron lugar en torno a experiencias físicas, filosóficas, culturales, entre otras.

2.2 El perspectivismo en la ciencia: Una tentativa para formación en ciencias y en ciudadanía

Complementario a lo anterior, en clave de la perspectiva cultural de la ciencia, se destacan aspectos relacionados con la naturaleza de las ciencias que se tienen en cuenta a la hora de enfrentar a los estudiantes con nociones como la verdad, realidad, percepción y experimentación. En esta línea que se viene siguiendo, a nivel escolar, se ha dicho que existe de manera predominante una idea realista de ciencia, grosso modo, se mantiene una actitud positivista hacia los contenidos teóricos y se promueve la idea de creer que el mundo es observable y que solo puede ser descrito por la ciencia; más allá incluso, de que algunos coincidan en afirmar que el realismo está muerto (Fine, 1984).

Sin embargo, la actividad humana en cada momento histórico ha tenido matices, la controversia entre las visiones del mundo ptolemaica y galileana, enfrentó dos grandes ideas no solo en el marco del movimiento de los astros y su ubicación en el espacio, sino también, entre la ciencia y la fe (Recio, 2017). El caso de Pasteur y Pouchet en torno a la generación espontánea de los organismos (Latour, 1991) y el episodio entre Pasteur y Liebig sobre la fermentación (Acevedo, & García, 2016), ubican distintos puntos de vista sobre un hecho científico. El surgimiento del concepto de sífilis (Fleck, 2012) y el espacio tiempo en Einstein (Ortega y Gasset, 2005), son otros de los muchos ejemplos que se pueden mencionar a la hora de presentar incidencias de numerosos factores; allí no solo se evidencian distintas formas de percibir la naturaleza, de interpretar hechos

históricos, de problematizar la verdad o de validar el conocimiento, sino, de las formas en que este se produce.

Otro notable ejemplo en esta línea es enunciado por Rathbone (2009) cuando pregunta ‘¿What 's the time on Jupiter?’ Cuando hablamos de tiempo, implícitamente nos referimos a la manera relativa del paso entre día y noche, o sea, a la rotación de un planeta sobre su propio eje. ¿Quiere esto decir que esta forma de interpretar el tiempo es la única posible y absoluta? De ninguna manera, pero tampoco quiere decir que no haya una respuesta para este tipo de preguntas; yendo un poco más allá, la manera en cómo se validan estas perspectivas, está relacionada con la interacción entre individuos.

De esta manera, es posible notar que las perspectivas son un importante elemento de la actividad científica y sin lugar a duda, de la actividad ciudadana. Numerosos aspectos relacionados con la participación en comunidad se ponen en tela de juicio, se hace resistencia a los procesos individualistas no solo como manera de enfrentar conflictos, sino como reconocimiento y respeto del otro. De manera similar, en la medida que reconoce que el centro no es la indiferencia y el egoísmo, sino, la discusión con argumentos en la búsqueda del bien común permite ser conscientes de los actos propios y los de los demás gracias a que, se leen las condiciones de interacción entre unos y otros, el entorno, las formas de proceder y relacionarse.

En conjunto, el perspectivismo hace referencia a un modo de ver la realidad que se distancia de la idea de verdad absoluta y propone que las teorías científicas no proveen una imagen completa del mundo (Pearce, 2013). Esta concepción tan general del perspectivismo no refleja el hecho de que en efecto se constituye en una cierta habilidad ciudadana, además de que es una fuente de contrastes a la hora de evaluar argumentos y discutir puntos de vista.

Aunque se trata de un presupuesto filosófico, que no necesariamente está incluido en los currículos escolares, el perspectivismo contempla la autorreflexión y la auto observación, con los cuales, el individuo juega un papel central desde su lugar de observador sometido a lo que puede ver desde sus limitaciones, ya sean de tipo biológico, instrumental o teórico. Yendo un poco más allá, pone en juego el punto de vista y las relaciones con el mundo físico, como diría Saussure (1945): “lejos

de preceder el objeto al punto de vista, se diría que es el punto de vista el que crea el objeto”. (p. 36)

De esta manera, el perspectivismo enfocado en la enseñanza de las ciencias según Matthews (1994, p. 86) tiene el potencial de:

- Mostrar que las afirmaciones sobre la verdad o falsedad tiene una perspectiva de la experiencia humana.
- Permite a los estudiantes reconocer que los datos adquiridos mediante la experimentación dependen de los medios de observación.
- Dilucida que siempre hay múltiples perspectivas del mundo.
- Los debates sobre la recogida de datos mediante la instrucción científica tienen la capacidad de enseñar a los alumnos la falibilidad de la investigación científica.
- La forma en que interpretamos los fenómenos del mundo depende en gran medida de la forma en que están calibrados nuestros instrumentos.
- Toda interpretación se hace siempre desde alguna perspectiva: nunca depende completamente de ciertas categorías.

Además, se convierte en una herramienta que reconoce la diversidad cultural gracias al enriquecimiento de las perspectivas conceptuales y epistemológicas con enfoques culturales e históricos.

En las consideraciones descritas, se encuentra planteado como el perspectivismo tiene un lugar significativo para la formación científica con miras a la búsqueda de un ciudadano global, tornándose en una tentativa para reunir los caminos entre la ciencia y la ciudadanía.

2.3 El concepto de espacio tiempo en el marco del perspectivismo: una manera de relacionar formación científica y formación ciudadana

Con respecto a la mirada sociocultural de la ciencia y desde el estudio filosófico de la ciencia, coincidimos con diversos autores (Mittelstaedt, & Aleixandre, 1969, Einstein et. al, 1983) cuando afirman que los instrumentos y conceptos por medio de los cuales se describen las propiedades de la naturaleza hacen parte de los intereses del observador, o sea, cargan con el peso de una finalidad que hace parte del sujeto. Para el caso de espacio tiempo, se hace necesario recuperar diversos modos de proceder con los cuales se ha construido conocimiento desde la modernidad.

Einstein et al., (1983) hacen referencia a varias de las maneras en que espacio y tiempo (de manera desligada) eran concebidos antes que él; otorgados de una realidad física, encontraban su relación en el concepto de aceleración gracias a que, en ese contexto, la aceleración era medida con respecto al espacio; o sea, para científicos como Newton, el espacio debía ser concebido en reposo con el fin de que las magnitudes utilizadas para describir las propiedades de la naturaleza tuvieran algún sentido, y de manera similar se puede encontrar la relación del concepto de tiempo con el de aceleración.

Por su parte, luego de la mecánica clásica, para Einstein los conceptos de espacio y tiempo adquieren un trasfondo ligado a las experiencias psicológicas. El primero de estos, encuentra su origen en lo que denomina ciertas experiencias primitivas:

Supongamos que se ha construido una caja; dentro de ella es posible acomodar objetos de forma que se llene. La posibilidad de que esto ocurra es una propiedad del objeto material «caja», algo que va con la caja, el «espacio encerrado» por la caja. Esto es algo que será distinto para distintas cajas, algo que, en forma natural, es pensado como un hecho independiente de que, en algún momento, haya o no objetos dentro de la caja. Cuando dentro de la caja no hay objetos, el espacio está «vacío». (p. 172)

Complementariamente, Einstein, considera que, desde un punto de vista físico, se hace necesario analizar dos cajas de diferente tamaño (una contenida por la otra) en movimiento relativo, con lo cual, el observador siente la necesidad de conceder un único espacio para la caja pequeña pero una parte variable del espacio de la caja grande.

Por otra parte, para Einstein et al. (1983), el tiempo está asociado a la experiencia de los sujetos. Sobre esto escribe:

Una persona A («yo») tiene la experiencia «está relampagueando». Al mismo tiempo, esta persona A también tiene la experiencia de cierto comportamiento de la persona B, que pone en relación ese comportamiento de B con su propia experiencia «está relampagueando». De esta manera, se produce una situación tal que para A la experiencia «está relampagueando» queda asociada con B. Y así, esta persona A llega a pensar que otras personas también participan de la experiencia «está relampagueando». A partir de ese momento, «está relampagueando» ya no es interpretada como una experiencia exclusivamente personal, sino como una experiencia de otras personas (o, en todo caso, sólo como una «experiencia potencial»). De esta forma surge la interpretación siguiente: «está relampagueando», que originalmente ingresaba en la conciencia como una «experiencia>>, ahora también es interpretada como un «suceso» (objetivo). (p. 174)

En consecuencia, Einstein, relaciona un recuerdo del cual es posible decir que es anterior a las experiencias presentes, y le otorga un orden conceptual que posibilita construir el concepto subjetivo de tiempo. En este proceso de constitución del conocimiento, el científico continúa agregando otros elementos al bosquejo espacio-tiempo-suceso, sin dejar de enfatizar cuál ha sido el lugar que ocupan los conceptos en sus ideas: desde el punto de vista lógico “son creaciones libres de la inteligencia humana, instrumentos mentales que han de servir para establecer relaciones entre las experiencias, con el fin de que puedan ser mejor estudiadas”. (p. 175)

Llegado a este punto, Einstein sostiene que el espacio y tiempo desempeñan un doble papel, el de ser portador de las cosas que ocurren en física, respecto del cual los fenómenos son descritos; y el de, constituir un sistema inercial en el cual las leyes tienen validez. Pero no se queda allí, continúa contrastando las ideas anteriores a las suyas, cuestiona en la medida de su interpretación, los distintos usos que se hacen otros de los conceptos y continúa avanzando en su construcción diciendo:

Aquí, lo esencial es que la «realidad física», considerada independiente de los sujetos que la experimentan, fue concebida como algo que, en principio, consistía en espacio y tiempo por una

parte y por otra en puntos materiales, de existencia permanente, en movimiento continuo con respecto al espacio y al tiempo.

(...) Este punto de vista ha sido superado a lo largo de un proceso que, en primer lugar, y en apariencia, nada tiene que ver con el problema del espacio y del tiempo; se trata del surgimiento del concepto de campo y su pretensión de reemplazar, en principio, la idea de partícula (punto material).
(p. 178)

Ya en este momento, el noble realiza en su modo de proceder diversas asociaciones desde un punto de vista matemático que escapan de la finalidad de esta investigación, pero resulta importante mencionar que gracias a la incorporación de ideas como las de Faraday y Maxwell sobre la electricidad y el magnetismo, las discusiones en torno al éter llevadas a cabo por Michelson-Morley y Lorentz, permitieron poner en perspectiva nuevas ideas para la constitución del concepto espacio tiempo (de manera ligada).

En suma, la forma de proceder del científico es recopilar diversas versiones de los conceptos desarrollados para contrastar sus ideas, discutir su significación a partir de concepciones previas, culturales y contextualizadas; para luego, poner en discusión con la comunidad dejando ver cuál ha sido el método empleado para conocer. Así, el concepto en su versión moderna está ligado con la ideología racionalista, estableciendo una relación entre los fenómenos naturales y los marcos inerciales como la medición geométrica, que establece que, las leyes físicas son iguales para cualquier observador de acuerdo con su marco de referencia (Gordillo-Chaparro, 2018).

En todas estas consideraciones, lo que sucede es que desaparece la condición de “mejor” descripción de la naturaleza. Aquí, desde distintas perspectivas (que, no sin razón, diversos pensadores de la ciencia han concluido son incomparables) se pone en entredicho la cualidad absoluta de la verdad, y así mismo, la de que toda verdad es mejor que cualquier otra. Para este caso, diferentes perspectivas sirven para diferentes propósitos. No sirve de nada explicar el concepto de espacio tiempo en términos de Einstein, si el objetivo es entender la mecánica newtoniana.

Para articular espacio y tiempo, el perspectivismo tiene varias características relevantes. Ortega y Gasset (2005) al respecto de esta idea einsteniana propone que:

Lo que ocurre es que una de las cualidades propias de la realidad consiste en tener perspectiva, esto es, en organizarse de diverso modo para ser vista desde uno u otro lugar. Espacio y Tiempo son los ingredientes objetivos de la perspectiva física, y es natural que varíen según el punto de vista. (p. 26)

Sin embargo, complementariamente, “el perspectivismo no prescinde de la jerarquía, sino que se mantiene como un ingrediente necesario. No hay Verdad (V mayúscula), pero hay verdades en función de la perspectiva” (Pearce, 2013). Con lo cual, se traza una conexión entre la enseñanza de las ciencias y la ciudadanía: en la constitución del concepto espacio tiempo -y en general en toda actividad humana- subyace un matiz valorativo con el que se da cuenta de: una cierta concepción de la naturaleza y una manera en la que vemos ciencia; los conceptos no se dan de manera natural y es en la interacción de los sujetos que se valida el conocimiento. Los términos cruciales aquí son: “sujeto” porque en la medida en que interpreta y representa, están mediados por sus intereses; y “nosotros” porque en la medida que interactúa de manera dialógica con los demás, se construye conocimiento.

En lo anterior se recogen distintos aspectos filosóficos y epistemológicos de la ciencia que están ligados a un momento histórico particular; con la mirada cultural en este conjunto, es posible articular una forma de hacer ciencia ligada a la ciudadanía en tanto toda actividad se encuentra mediada por condiciones humanas.

2.4 La argumentación como condición de posibilidad para la comunicación de ideas en la actividad científica: una articulación entre la formación científica y ciudadana

Coincidimos con autores (Jiménez-Aleixandre et al., 2000, Romero-Chacon et al., 2013, Ortega et al., 2015...) que consideran que la ciencia es una actividad humana que está determinada por la comunicación. En particular, estos autores señalan la centralidad del lenguaje en la construcción

de la ciencia. Y, justamente en este contexto de significación es que se considera que el uso que hacen los sujetos del lenguaje es lo que da sentido a los hechos, posibilita confrontar ideas y establecer consenso en las explicaciones científicas (Sanmartí, 2007).

Las condiciones anteriores transferidas al contexto de la enseñanza permiten afirmar que en la enseñanza de las ciencias debe generarse las condiciones para que tenga lugar: la comunicación de ideas, el debate, la controversia y establecimiento de consensos. Al respecto, resulta apropiado decir que, todos estos aspectos, propios de la actividad científica, son también atribuibles a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, dado que, aprender ciencias también supone construir diferentes puntos de vista sobre el mismo asunto y, en consecuencia, someterlos a procesos comunicativos para su debida validación. En el caso particular del aprendizaje de las ciencias, Sanmartí, señala que: “aprender ciencias comporta aprender a mirar y ver las experiencias desde puntos de vista distintos y a pensar sobre ellos desde concepciones que a menudo son diferentes de las intuitivas” (2007, p. 2).

Así mismo, en el proceso de construir explicaciones científicas, que tengan lugar en la ciudadanía, se contempla la naturaleza de la “buena explicación” como aquella donde se describe, significa y se delimitan las condiciones de uso, causas, motivos y razones de una idea (Echeverría, 1995); sin embargo, cuando se explica un concepto situado en un contexto amplio que lo hace entendible tienen lugar respuestas diversas como consecuencia de los intereses individuales de quienes explican. Así en los términos de Eder y Adúriz-Bravo (2008),

Algunos intentan reconstruir el “cómo”, reconocer los procesos que han llevado al estado actual; otros se preguntan por el “por qué”, y esta pregunta significa búsquedas diferentes, vinculadas al contexto desde el que se hagan. Y también nos encontramos que la explicación científica se pregunta por el “qué”. (p. 128)

En esta medida se vislumbran diversas características que tienen lugar en espacios de formación y enseñanza de las ciencias, que ocurren en la interacción entre individuos, y que dan cuenta de las formas de interpretar y comprender el conocimiento como práctica sociocultural; entre ellas, el origen de las explicaciones atiende a intereses particulares, los datos o hechos empleados por los

individuos son de diversa índole, los principios o preceptos establecidos hacen parte de un momento histórico, las intenciones del que explica tienen un carácter arbitrario.

Todo lo anterior hace referencia también a la interacción entre sujetos, en particular, desde la perspectiva cultural que se viene desarrollando, la actividad educativa es el espacio idóneo para el debate como posibilidad para la comunicación de las ideas y el desarrollo de habilidades ciudadanas como la argumentación, el pensamiento crítico, el discurso, la explicación de las ideas, situaciones o hechos, la síntesis de la información, la toma de decisiones, la elaboración de conclusiones, etc.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Enfoque y método de la investigación

En esta investigación se intenta comprender la articulación entre formación científica y ciudadana de diversos casos en un contexto educativo, propósito que se concreta a partir de descripciones profundas e interpretaciones centradas en lo que acontece en el contexto de aula. En este espacio de interacción confluyen comportamientos, creencias, intereses e inteligencias disímiles, organizadas de manera espontánea en procesos de enseñanza y aprendizaje que dan lugar a sistemas complejos. Inmersos en este entorno, la intención del investigador fue comprender e identificar el conjunto de símbolos significativos que los casos usaban para hacer inteligibles sus modos de comprender y, desde luego, caracterizar el comportamiento de los participantes en relación con el desarrollo de habilidades científicas y de ciudadanía.

Consecuente con lo anterior se precisa que es característica de este estudio un planteamiento no determinista y constructivista que se enmarca en el paradigma cualitativo con estudio de caso. Para ello, de manera similar a lo planteado por Stake (1998), la investigación guarda una estrecha relación con las acciones fortuitas de los participantes, su variedad de contextos: temporales y espaciales, así como, sus características históricas, políticas, económicas, culturales, sociales y personales. La comprensión de cada caso (participante) implica comprender actividades y sucesos, concepciones, formas de expresión y conocimientos.

De manera particular, este estudio también se caracteriza por su carácter flexible y la amplitud de visión comparable con los del método de estudio interpretativo de caso; esto permite mantener contacto cercano a la gramática de los informantes, sus vivencias personales, influencias del entorno, actitudes y sentimientos individuales. Así mismo, se relaciona con la complejidad intrínseca y consustancial a los contextos e interacciones humanas similares a los planteados por Pérez et al., (2002).

Este método en particular ayuda al investigador a caracterizar las condiciones sociales en conexión con las ciencias y las representaciones culturales del conocimiento científico, que lleva a los casos

al entendimiento de sus propias problemáticas y cómo constituyen la fundamentación de sus ideas con miras a la toma de lugar en comunidad.

Por las características anteriores, este proceso se enmarcó en los lineamientos teóricos de la investigación cualitativa con estudio de caso instrumental.

3.2 Contexto de investigación

Esta investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Comercial de Envigado, ubicada en el sector San Rafael-La Mina, del municipio de Envigado en el departamento de Antioquia. Esta institución educativa de carácter mixto cuenta con una población estudiantil que se referencia en los estratos socioeconómicos uno, dos y tres, con predominancia de los estratos uno y dos.

Es importante precisar que la investigación se da en el marco de un convenio entre la Universidad de Antioquia y la Institución Educativa, dado que, como investigadores y maestro en formación la práctica profesional fue realizada en esta institución. En concordancia con lo anterior, se eligió esta Institución para la intervención dado que, además de ser el contexto de la práctica, sus características favorecieron el propósito y proceso de investigación: la misión y visión de la institución reflejan el carácter epistemológico de la enseñanza de las ciencias y la formación ciudadana hace parte de sus objetivos educativos.

3.3 Fases o momentos de la investigación

La investigación se realizó en cinco fases (los participantes serán llamados casos, o C1, C2, C3 y C4 donde sea necesario particularizar), tal como se presenta a continuación:

Momento de planteamiento del problema: En esta fase se acudió al contexto de la investigación y se indagó por sus necesidades y particularidades. Paralelamente, se recolectó en bases de datos bibliográficas y repositorios académicos, distintos artículos de investigación llevados a cabo en el mismo contexto entre los años 2010 y 2020 que posibilitaron la justificación del problema.

Momento de fundamentación teórica y análisis del clásico: En el proceso de construcción del marco teórico, se analizaron documentos en relación con las temáticas: formación científica y la formación ciudadana, el papel de la filosofía, historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias y distintas conexiones entre el espacio tiempo einsteniano y la ciudadanía con el fin de determinar diversos acercamientos para la investigación y la implementación.

De manera singular, para esta investigación, fue de vital importancia el análisis de una fuente de primera mano como medio para comprender la construcción del concepto espacio tiempo, y, además, considerar cómo se sustenta, cómo interviene y se significa en ciertas explicaciones científicas. Para este caso, el análisis de documentos del científico Albert Einstein, permitió realizar una reflexión como parte de la selección de las categorías que reconfiguran el contexto y que abren la posibilidad de acceder a habilidades de argumentación y pensamiento crítico en el ejercicio de la ciudadanía.

Para el análisis del clásico, se tomaron apartes del texto Sobre la teoría de la relatividad y otras aportaciones científicas (Einstein et al., 1983), que fueron puestos en discusión entre pares académicos y expertos; además, se elaboraron registros escritos con la idea de dar cuenta de las formas de proceder del científico, su conexión con la cultura y la ciudadanía.

Momento de diseño, implementación de los instrumentos y registro de la información: Posterior al análisis de los aspectos teóricos sobre el espacio tiempo y posibilidad de articulación de la formación científica y formación ciudadana, se definieron los encuentros que permitieron recolectar la información y los distintos instrumentos que fueron utilizados para la recolección de la información acorde con la problemática planteada y los objetivos de la investigación.

Para la recolección de la información fue necesario plantear encuentros virtuales a través de la plataforma Teams, debido a las condiciones impuestas por la COVID-19. Para los fines de esta investigación se realizaron tres sesiones con una duración de 60 minutos cada una.

En este proceso fue necesario prestar especial atención a las interacciones que se dan entre los participantes, sus formas de argumentación, explicación y representación, que dan cuenta de las representaciones, creencias, emociones, pensamientos y experiencias en la articulación entre ciencia y ciudadanía.

De manera particular, es conveniente decir que, en estos tiempos de pandemia, la virtualidad y los sistemas de comunicación, permitieron recuperar las diversas formas de expresión de los individuos que no se reducen a lo escrito, sino, como lo plantea Vygotsky (1979), comprende su lenguaje hablado, la expresión oral, combinan lo cognoscitivo y lo social. Así mismo, se emplearon técnicas como la observación, entrevista semiestructurada y encuentros académicos, y, se utilizaron instrumentos como: grabaciones audiovisuales y cuestionarios virtuales con preguntas de carácter abierto en la recolección de la información.

La observación participativa (Sampieri et al., 2010) en este estudio cumplió una función primordial, fue posible evidenciar las manifestaciones, expresiones e indicios, así como, las formas de comunicación y el uso de la argumentación de los casos. Esta brindó una vía para recuperar las formas de construcción del conocimiento y las experiencias en las que los casos sustentaron sus representaciones acerca del vínculo entre ciencia, sociedad y el rol de los científicos en la transformación social.

- **Encuentro académico uno.** Este encuentro tuvo una duración de 60 minutos. En esta sesión se presentó la propuesta y se consideraron las posibles formas de interacción entre los distintos casos, al plantear una discusión sobre conceptos conocidos que son problematizados por Einstein en su obra. Para esto, se realizó una adaptación (ver anexo 2) de *El andamiaje mecánico* (Einstein, & Infeld, 2008), que fue sometido a discusión. Igualmente, se aplicó un cuestionario donde los participantes ampliaron sus reflexiones y preguntas que surgieron en el encuentro.

En este sentido, cobró importancia hallar aspectos de la naturaleza de la ciencia que forman parte de la actividad científica, las formas de significar conceptos, su surgimiento y cómo estos se relacionan con las habilidades de ciudadanía, la vida de grupo, la participación, comunicación y negociación.

- **Encuentro académico dos.** Este encuentro tuvo una duración de 60 minutos. En este se presentó la adaptación de un apartado histórico (ver anexo 3) como medio para discutir la

relación entre la física, las formas de hacer ciencia y diversas perspectivas que dejan ver de qué manera comprenden los casos la relación ciencia-cultura. Aquí se relacionó la importancia que tienen dichos conocimientos en su cotidianidad y cómo, a partir de ellos, se toman decisiones fundamentadas.

El episodio en cuestión fue un fragmento de la Obra de Einstein et al. (1983) *Sobre la teoría de la relatividad y otras aportaciones científicas*. En este, se establece una interesante representación de las fuerzas centrífugas y cómo es posible realizar diversas lecturas de un fenómeno en movimiento ligado a una concepción del espacio clásico y relativista. Aquí, intervienen tanto las concepciones de Newton como las de Einstein en relación con el espacio y el tiempo que van a encontrar su punto concreto en las representaciones geométricas.

Dichas representaciones, como ya hemos dicho a lo largo de la investigación, influyen en las formas que se utilizan en la enseñanza de la física, a saber: la geometría euclidiana. En la teoría general cinemática sugerida por Einstein, el comportamiento geométrico de los cuerpos y la marcha de los relojes depende de los campos gravitatorios, lo cual exige, un cambio a su vez en las maneras de enseñanza referidas anteriormente.

- **Encuentro académico tres.** Este encuentro tuvo una duración de 60 minutos. En esta sesión se realizó una entrevista semiestructurada (ver anexo 4), con preguntas de carácter abierto, preestablecidas, aunque de carácter flexible, que ayudaron a comprender las formas de argumentación de los casos. La entrevista se hizo en un espacio virtual. En consideración al carácter cualitativo de la investigación, también fue central el seguimiento de los discursos de los casos. Aquí, la articulación entre habilidades científicas y de ciudadanía tuvo mayor centralidad.

Momento de sistematización y análisis de la información: Luego de obtener la información de los instrumentos y la transcripción de las entrevistas realizadas por medio de registros de audio, video, se llevó a cabo un proceso de sistematización mediante matrices de doble entrada, en primera instancia, por caso, y posteriormente, por instrumento, para lograr una categorización de los

distintos registros con el fin de determinar las actuaciones de los casos y los hallazgos obtenidos de dicha recolección.

La observación, en este sentido, es una fuente densa de información que se enfatiza en lo que sucede y en las relaciones entre las intenciones y estrategias de las personas (Martínez, 2007). En esta medida, para analizar la información se continuó con la triangulación de información¹ entre cada una de las fuentes, los métodos, instrumentos y el marco teórico.

El siguiente esquema describe el proceso de triangulación de la información.

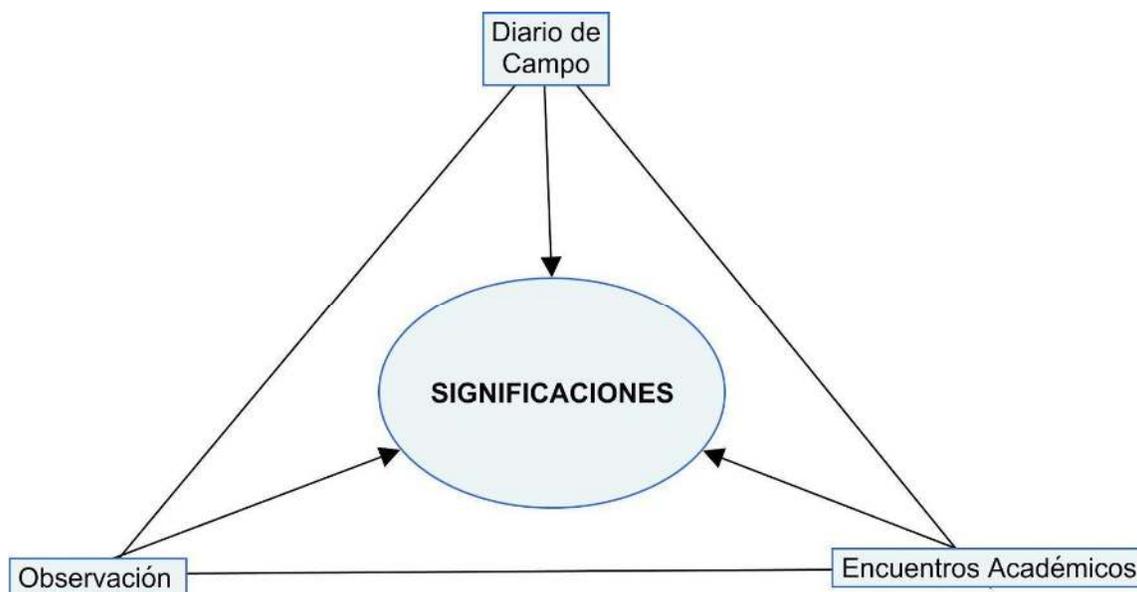


Figura 1. Esquema de triangulación

En el proceso de análisis también se seleccionaron unidades de registro por párrafos, emplearon matrices para recoger apartes de los discursos de los casos que permiten interpretar sus significaciones. Esta parte estuvo orientado el sistema de categorías que se precisa en los siguientes términos:

¹ Según Cisterna (2005) la triangulación de información es la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación.

El perspectivismo científico: una articulación entre formación científica y ciudadana: Esta categoría hace referencia a la relación existente en la interacción entre ciencia, ciudadanía y como desde el contraste de perspectivas se abre la posibilidad de entablar relaciones con nuevos acercamientos al conocimiento científico. En este sentido, es importante observar y comprender diversos aspectos que dan cuenta de que el conocimiento es necesariamente parcial e incompleto. Con esta mirada, fue posible indagar por la clásica distinción entre sujeto-objeto y el carácter de verdad del conocimiento llevado a las aulas, su identidad estática (a la que se alude tradicionalmente), mientras se apela a entender la práctica del conocer como un momento de imaginación sociológica, en la cual, sujeto y objeto se distinguen como dos polos, pudiendo los participantes ocupar múltiples posiciones.

El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas: Con esta categoría se buscó comprender aspectos del conocimiento científico que están ligados con el momento histórico de los casos y las relaciones epistemológicas que se desprenden de la discusión del espacio tiempo con miras a desarrollar habilidades científicas y ciudadanas. En este sentido, fue relevante observar cómo los casos comprendían la conexión entre las diversas formas de hacer ciencia y sus implicaciones en la actividad humana. Aquí, fue necesario contemplar que el conocimiento no se genera de manera neutral ni absoluta, sino que es polisémico y localizado según contextos sociohistóricos. Más aún, conlleva relaciones de poder incluso en el aula, y todavía más, acarrea preocupaciones ciudadanas, políticas y culturales.

La argumentación en la clase de ciencias: Una posibilidad para desarrollar habilidades ciudadanas: Esta categoría intenta comprender las formas de argumentación de los casos por los cuales se conecta el conocimiento científico como práctica sociocultural. Para este objetivo fue importante observar aspectos del carácter sociopolítico de las ciencias y cómo son los procesos discursivos de los casos, es decir, acciones conectadas con la construcción del conocimiento como lo son: sustentar ideas con base en principios establecidos, evaluar datos de diferentes fuentes, relacionar datos con conclusiones, aceptar o refutar las perspectivas de otros y los enunciados teóricos a la luz de datos o modificar las afirmaciones y usar modelos y los conceptos para soportar conclusiones.

Posteriormente, el análisis de los datos se enfocó en interpretar y comprender la manera en que los informantes piensan ciertos fenómenos físicos y sociales, cómo comprenden e interactúan en sus realidades, a la vez que, trazar la articulación entre formación científica y formación ciudadana. En este sentido, la organización de la información e incluso el análisis, empezó antes de los registros de video, texto escrito y las entrevistas.

Momento de redacción del informe final: El informe final cuenta con las distintas significaciones e interpretaciones realizadas gracias a los hallazgos enriquecidos por los factores de la investigación.

Capítulo 4. Hallazgos y Análisis

En este capítulo se presenta la interpretación de la información obtenida y se estructura siguiendo la línea de las categorías presentadas en la metodología, estas se fundamentan en la mirada cultural de la ciencia y el perspectivismo.

La primera categoría: *El perspectivismo: una articulación entre formación científica y ciudadana* busca entender los elementos que articulan la actividad científica con la cultura, las posiciones que ocupan los casos a la hora de conocer y relacionar aspectos de la ciencia, no solo disciplinares sino de interacción colectiva.

La segunda categoría: *El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas* busca entender elementos históricos y epistemológicos del desarrollo del concepto espacio tiempo que tienen relación con habilidades científicas y ciudadanas.

La tercera categoría: *La argumentación en la clase de ciencias*, busca entender la importancia de la argumentación en el aula de ciencias, y los elementos a través de los cuales los casos conectan aspectos del carácter sociopolítico de las ciencias con su propio punto de vista, cómo relacionan los datos, realizan conclusiones y aceptan o refutan las demás perspectivas en un ejercicio de respeto por el otro.

4.1 El perspectivismo: una articulación entre formación científica y ciudadana

La ciencia, como se ha expuesto, no escapa a las discusiones sobre ciudadanía. Existen dentro de los contextos diversas formas de percibir el mundo y, consecuentemente, diversos estilos de pensamiento generan diversas formas de enfrentar a los otros. Este debate se explicita también, en los conocimientos necesarios para que el ciudadano pueda tomar decisiones informadas y fundamentadas, con lo cual, se entrelazan implicaciones epistemológicas, ontológicas, morales, políticas y sociales; otras consideraciones pueden ser derivadas del análisis sociológico en contextos culturales particulares.

Así, en la construcción del conocimiento, en las aulas, intervienen percepciones, lenguajes y formas de pensar, que son heredadas por las culturas que están en constante contraste, pero que determinan las acciones entre las personas. En particular, suele estar la idea de objetividad del conocimiento científico y, por otro lado, el relativismo ciudadano del “todo vale”; una dicotomía que se mantiene y refuerza gracias a la perpetuación de una mirada escindida entre la ciencia y la ciudadanía.

De manera general, el perspectivismo ha sido parte de la construcción de conocimiento a lo largo de la historia, y las diversas percepciones de los individuos, se conjugan para brindar la posibilidad de construir conclusiones con un carácter más amplio. En este sentido, los diversos sistemas de conocimiento se identifican por medio de las nociones y conceptos empleados por los casos, y las consideraciones sobre el otro, implican también argumentos epistemológicos (Molina, 2010). Esto pone de manifiesto la particularidad del contexto escolar, sin olvidar que, las preconcepciones con las que los estudiantes se desenvuelven cotidianamente dan lugar a un foco de atención en la enseñanza de las ciencias que, ya viene siendo puesto en tensión hace décadas; este es, el paradigma sobre el cual los estudiantes articulan las explicaciones.

En las anteriores consideraciones se encuentra el propósito que entrelazó los distintos instrumentos utilizados en la investigación, poniendo en tensión ideas científicas en torno al espacio tiempo que, en la interacción, se orientaba a la argumentación y respeto de la opinión de los demás. Estos encuentros dieron lugar a discusiones sobre la actividad científica, las maneras de proceder y las concepciones de los casos acerca de dicha actividad.

Algunas de las expresiones utilizadas por los casos en la articulación entre ciencia y ciudadanía, dan cuenta de la importancia que tiene esta en su momento histórico: “*saber qué decisiones son las correctas*”, “*dar respuesta a las cosas que haga día a día*”, “*derribar muchas teorías de la vida cotidiana*”; las entiendo como preocupaciones que se contemplan en los modelos de enseñanza de las ciencias, nacidos de distintos puntos de vista que se organizan -de manera dialógica- entre las personas.

En los datos obtenidos se pudo interpretar que, los casos reconocen elementos primordiales en la construcción de conocimiento; por ejemplo, C1 afirma que *“la ciencias se hace atravesando investigaciones de lo que vemos y tocamos”*, con lo cual entiendo, se le concede protagonismo a los sentidos a la hora de conocer y desde una mirada empirista se organizan los fenómenos; Así mismo, C2 y C3 coinciden en afirmar que *“esto se hace por medio de una pregunta, tienes que investigar sobre esta, así va evolucionando la ciencia. Pregunta, prueba, algo que derribe esto y seguir preguntando y haciendo pruebas”*. En este enunciado se puede interpretar que los casos reconocen que, en los procesos de construcción del conocimiento, tienen lugar la pregunta, la prueba, la negación de conocimientos anteriores para formular otros nuevos. Al respecto, otros como Hempel (1976), han permitido entender que no se llega al conocimiento por medio de procesos inductivos, sino empleando hipótesis que luego son contrastadas empíricamente.

Por su parte, C4, afirma sobre esta cuestión que, *“el conocimiento científico y la ciencia se forman con un conocimiento a priori y uno del exterior, es decir un conocimiento que tenemos gracias al razonamiento y uno que tenemos gracias a las experiencias”*. En este contexto se puede interpretar que, en estos argumentos intervienen elementos constitutivos de la estructura relacional sujeto-objeto, fundamentada en la dualidad cartesiana mente-cuerpo (res extensa-res cogitans). En esta, encuentran relación un mundo exterior real (como conjunto de objetos materiales), un mundo interior real (como conjunto de conceptos) y un elemento articulador que dice el modo de relación entre los anteriores.

Sobre estas cuestiones, trabajos como los de Gil (1983) reconocen que las experiencias cotidianas tienen una incidencia importante a la hora de establecer relaciones a nivel escolar, o sea, las ideas preexistentes inciden en las visiones (perspectivas) de los casos, y consecuentemente, en la manera en cómo las exponen.

Llegado este punto, es lícito distinguir entre el uso “común” y el uso “científico” que hacen los casos, de las nociones antes descritas. Como se expuso en el capítulo dos, para el perspectivismo, la ciencia es un proceso dialéctico y dinámico que implica interpretación otorgando cualidades (y cantidades) a nuestra categorización del mundo.

En este sentido, diversos elementos del discurso y de la actuación de los casos me permiten interpretar que el lenguaje juega un papel sustancial en la actividad científica. C2 por ejemplo menciona en la entrevista que la perspectiva “*es un tema complejo, ya que han derribado muchas ideas que he tenido durante mucho tiempo, pero conocer, pensar y dialogar acerca de esto me permite explorar un poco más profundo el conocimiento.*” En general, las actividades llevadas a cabo tenían la comunicación como eje central (gracias a la mediación virtual por medio de la cual se llevó a cabo la investigación) y se dieron en el marco de la discusión sustentada en imágenes mentales, con lo cual, se amplía el análisis a la esfera del sujeto, esto es, en el análisis ontológico del esquema sujeto-objeto.

La cuestión aquí es: ¿las entidades a las que se referían los casos tienen o no sentido cognoscitivo? Al respecto, según las evidencias aportadas por los casos, se puede interpretar que la perspectiva (o el perspectivismo), está en la línea que resalta Negrete (2003) sobre la percepción, ya que, en el marco del paradigma mencionado, los hallazgos no corresponden con la naturaleza intrínseca de los fenómenos; con lo cual, exige mayor investigación en torno al alcance psicológico como nivel profundo de organización del conocimiento. Sin embargo, otros autores (Malagón, 2002, García, 2011) incluyen en los procesos discursivos lo que se percibe, con lo que relacionan el lenguaje en la medida en que permite llenar de significado la actividad científica.

Por otra parte, los casos también dan cuenta de la relación ciencia y ciudadanía en tanto que, en la información suministrada por ellos se pudo interpretar que algunos reconocen características de la interacción social en el proceso. Por ejemplo, C1, afirma sobre esta cuestión que, “*al momento de cómo te comportas en un grupo o una situación ahí hay ciencia*”, mientras que C4 menciona que, “*en la ciudadanía es donde realmente se hace ciencia, de donde se sacan todos los experimentos científicos*”. Al respecto, se puede interpretar que, las preocupaciones, intereses y motivaciones para la construcción de conocimiento se hallan en el corazón de la interacción social y concuerdo con Dewey (1967) cuando afirma que, se trata de formar un ciudadano para una nueva sociedad, una filosofía de la educación que pone en el centro de la enseñanza al estudiantado, a través de la acción.

En conjunto, los casos, presentan lo que Cartwright (1999) describe como la complejidad de nuestras teorías: “vivimos en un mundo moteado, un mundo rico en cosas diferentes, con nombres diferentes, que se comportan de manera diferente. Las leyes que describen este mundo son un mosaico, no una pirámide” (p. 1)

4.2 El uso del espacio tiempo como conocimiento situado culturalmente: una posibilidad de conexión entre habilidades científicas y ciudadanas

De manera similar a la categoría anterior, para el análisis se seleccionaron apartados de las entrevistas y las producciones escritas de los casos que, dan pie para conectar habilidades científicas y ciudadanas, en torno a las formas de hacer ciencia en las reflexiones sobre el espacio tiempo con un carácter histórico.

Diversos momentos históricos han dado lugar a diversos conocimientos, sin embargo, es usual escuchar que el conocimiento científico es homogéneo, coherente, con un único enfoque metodológico que, como algunos piensan, establece una relación directa con la naturaleza. Desde el enfoque cultural por otra parte, tienen lugar las condiciones humanas en la construcción del conocimiento, esto es, el papel ontológico de las prácticas que resultan eficientes para interpretar muchos problemas, pero que no alcanzan a dominar el mundo tal cual es.

En este sentido, no se trata de sentar las bases para una única forma de ser, sino, reconocer que hay una participación de elementos indirectos a la hora de hacer y enseñar ciencias, con los cuales, se conecta el uso del conocimiento que hacen los individuos, las implicaciones del contexto, de la interacción entre enseñantes y aprendices y de las implicaciones históricas en el momento actual. Un aspecto importante en este sentido se destaca en el carácter central que tiene la experimentación y los instrumentos para la enseñanza de las ciencias.

Sobre estas cuestiones, en los diferentes encuentros y entrevistas se entabló la discusión en torno a las significaciones del momento histórico de los conceptos einstenianos. En este sentido, los instrumentos expusieron argumentos sobre el pensamiento einsteniano y su forma de hacer ciencia. A la pregunta: Los científicos, a lo largo de la historia, han transformado las maneras de explicar

la realidad a causa de sus creencias, los datos o la forma en cómo entienden la actividad científica ¿De qué manera crees que el espacio tiempo ha permitido un cambio en las formas de hacer ciencia?, C1 afirma que:

Al principio la ciencia era sólo lo que podíamos ver, tocar, se basaba solo en lo que se podía observar, ya hay laboratorios en los cuales se experimenta con el ¿qué pasaría si? ¿Cómo podemos hacer para que algo dure más tiempo? etc... (C1)

En estas líneas se puede interpretar que, la significación sobre las prácticas de experimentación cambia según el momento histórico, la observación constituye la base inicial para la experiencia física y ella permite elaborar nuevos estilos de pensamiento; distintas formas de observar dan lugar a, distintas interpretaciones y posibilidades para la actividad científica. Algunas consideraciones se pueden entender desde la propuesta de Fleck (1986) en tanto el autor considera que la observación está afectada por hábitos que se corresponden con estilos particulares de pensamiento, y de manera consecuente, llena de presupuestos; la construcción que se hace de los términos, conceptos, definiciones y demás, está determinada por la relación que los colectivos en donde se desarrollaron, formaron con ellos. Estos conceptos tienen una génesis, unos procesos, constataciones y contrastes. Y así, llegan a ser parte del pensamiento colectivo de una época. Luego éstos no se examinan lógicamente, se aceptan o niegan en virtud de las creencias que se han constituido a favor o en contra. Así mismo, concuerdo con Medina (como se citó en Binder, 2019) cuando dice que “our beliefs about the past maintain their vital force, if they do, thanks to day-to-day epistemic negotiations embedded in a complex network of interpretative practices that always involve a multiplicity of perspectives”. En este sentido, las consideraciones y creencias pasadas están en constante negociación, con lo cual, están en un cambio continuo y nunca acabado.

Por su parte C3 menciona que: “*A partir de las disputas que se hacían entre personas, con diferentes pensamientos se pudo llegar a la conclusión exacta*”. En estas líneas es lícito decir que, según C3, en la actividad científica hay lugar para la discusión, es decir, la actividad se concreta en un contraste entre diferentes formas de pensamientos como medio para alcanzar el consenso. De manera similar C4 afirma en entrevista que:

Al hacer hipótesis con espacio tiempo como los que nosotros hicimos en clase del tren que viaja a la velocidad de la luz, tener claro que es el espacio tiempo hace que varíen las posibilidades y los espacios en los que se hacen los experimentos científicos (C4)

En estas líneas interpreto que los conceptos que construyen los científicos generan nuevas posibilidades, en particular, el uso del espacio tiempo brinda la oportunidad de poner en discusión lo que ya los casos conocían, desafiando la centralidad de la mirada clásica. Sobre esta cuestión, otros (Aubrecht, 1986, Stannard, 1990, Kalmus 1992, Swinbank, 1992) han destacado hace varias décadas la importancia de enseñar conceptos de la física moderna en la escuela, como medio para incentivar la curiosidad y el interés por la ciencia. En concordancia con la mirada sociocultural de la ciencia, el espacio tiempo conlleva la ampliación de los puntos de vista usuales en la escuela media, o sea, la discusión con los paradigmas discutidos en el apartado anterior en la búsqueda de puntos similares.

En suma, por medio de los instrumentos se pudo ubicar el espacio tiempo desde una racionalidad posicionada y dialógica que conecta la observación y la relación con otros en un carácter discursivo; aspectos que ya no tienen la centralidad de los datos como lo presupone la actividad científica positivista, sino que devuelve la reflexión y la (re)interpretación de los conceptos, con lo cual, toma lugar el sujeto que conoce y no sola la fórmula con su peso de legitimidad científico. En este sentido, la ciencia se reúne con la cultura en tanto se torna una discusión continua, o sea, no es una cuestión de elite especializada, sino que, hace parte de una cotidianidad que promueve habilidades como la participación en debates. Por otra parte, no se trata de relativizar los contenidos, en este sentido, hace falta mayor investigación.

4.3 La argumentación en la clase de ciencias: Una posibilidad para desarrollar habilidades ciudadanas

Como se ha mencionado anteriormente, la comunicación juega un papel fundamental en la actividad científica, en esta categoría, para el análisis e interpretación, se seleccionaron los diálogos de los participantes en el segundo encuentro académico. En este encuentro se establecen características correspondientes a la argumentación como los procesos discursivos, el uso y

validación de las explicaciones, con los que se establece relación con el debate. En relación con las reflexiones anteriores acerca de las distintas perspectivas sobre los conceptos y las formas de hacer ciencia einstenianos, se configura una estrategia que privilegia la argumentación, los razonamientos y descripciones del movimiento.

El tema central del encuentro giró en torno a diversas perspectivas que Einstein deja ver en su obra. En esta, encuentra que para dar explicación al fenómeno del movimiento de un cuerpo en el espacio (ver anexo 3), debe recurrir no a la explicación clásica sobre movimiento inercial, sino, a la masa. En el encuentro tuvo lugar una discusión en torno a la pregunta: ¿Cuál creen que es el punto de vista privilegiado para explicar este fenómeno?, o sea, ¿cuál es la explicación real, o una explicación del fenómeno? Ustedes que piensan. ¿Existe uno privilegiado o nos sirven todos?

Los casos en un primer instante se mostraron tímidos ante la pregunta, sin embargo, C4 propuso que *"la verdad no estoy de ningún lado, pues los dos son conceptos absolutos, así que prefiero no estar de lado ni de uno ni de otro"*, con lo cual entiendo que el caso reconoce que en las formas de explicar un determinado fenómeno está siempre presente la posibilidad del disenso, asimismo, se puede ver en Carr (1983) que la objetividad es cuestionada gracias a la falibilidad de quienes la determinan; por otra parte, el conocimiento desde una perspectiva cultura se construye mediante la discusión, validación y legitimación intersubjetiva, esto es, la acción colectiva de un grupo. De manera igualmente importante, Giere (1999) reconoce que en el razonamiento científico intervienen procesos de elección entre diferentes modelos que compiten para convencer por medio de la explicación de determinados hechos o fenómenos, con lo cual, se requiere de habilidades argumentativas, sobre todo, si las decisiones que debe tomar un individuo incluyen ideas controvertidas sobre aspectos científicos.

Diversos aspectos resultan igualmente importantes a la hora de considerar la argumentación en la clase de ciencias, según Toulmin (como se citó en Solbes et al., 2010), una argumentación, como mínimo, ha de tener datos, justificación y conclusión. Un sistema que resulta útil para evaluar discursos argumentativos tanto orales como escritos.

A continuación, se presentan apartados de los discursos de los casos que dan cuenta de su argumentación:

Tabla 1. Fragmento de grabación del encuentro académico dos.

Minuto	Caso	Transcripción
41:53	C2	yo diría que el de Albert Einstein
41:54	investigador	¿Y por qué?
41:56	C2	Porque mira que el de Albert Einstein nos explicó que es por la masa, pues entre más mayor masa tiene un cuerpo más gravedad tiene, pero el de Newton no nos explica eso solamente es por inercia.
42:36	C1	Yo diría que el de Einstein no porque pues, pongamos este ejemplo: cuando éste está en la Luna y lanza un objeto hacia atrás de usted. O sea, cuando usted quiera acercar un objeto hacia usted, usted lo tiene que empujar, cierto, pues es como el sentido contrario de las cosas. Entonces su peso no, no hace que usted siga sostenido de la Luna.

Interpreto a partir de estos apartados que los casos emplean los conceptos propuestos por el científico, para tratar de refutar las consideraciones de los compañeros, además, reconocen y emplean distintos puntos de vista para proponer procesos comunicativos para su validación. Estas consideraciones pueden ser entendidas desde una perspectiva cultural como un proceso plural y dinámico donde intervienen teorías explicativas que externalizan razonamientos, con los cuales se constituye una racionalidad local y contingente que favorece el devenir de las ciencias (Toulmin, 1999, 2003).

Siguiendo los estudios realizados por Toulmin, es posible realizar un análisis de los niveles discursivos de los casos, sin embargo, escapa de los objetivos de la investigación, quedando como propuesta para una investigación futura, la pregunta por los niveles argumentativos que el debate entre perspectivas pueda alcanzar a nivel escolar. Por otra parte, de cara a las habilidades científicas

y ciudadanas propuestas en la investigación, es posible mencionar que estas actividades permitieron también otros usos de la argumentación. Por ejemplo, C4 afirma que

Yo diría que hacen una mezcla de los dos, por lo general la idea que se mezcla termina siendo la que más se queda, Kant hizo eso con Platón y Hume en el tema de la belleza y esa idea es muy buena, yo diría que ponen partes de las dos ideas y arman una tercera más cargada (C4).

Entiendo en estas líneas que la negociación de significados es una de las interacciones posibles gracias al debate propuesto, otro de los aspectos que identifica Toulmin (2003) en su propuesta evolutiva sobre las ciencias y que recae sobre los aspectos sociológicos e individuales del escrutinio de las afirmaciones, que se distancia de posturas absolutistas en pro de variantes que apelan por un consenso general, con el cual, tienen cabida también todos aquellos que no pretendan ser científicos.

Por otra parte, siguiendo el análisis realizado, en torno a la pregunta: en la actividad científica, a la hora de compartir conocimiento tiene lugar el debate, el consenso, el disenso, diferentes puntos de vista. Estas habilidades son propias de la actividad científica. ¿Cómo crees que se evidencian estas habilidades en la formación ciudadana?, los casos en las entrevistas presentaron los siguientes comentarios:

Que de acuerdo con lo que cada uno sabe podríamos llegar más fácil a una respuesta (C1)

Es bastante complejo en la ciudadanía cuando se cierran en su propia opinión... pero un consenso se ve en las votaciones, porque al momento de haber una persona ganadora de la votación o una o una ley ganadora, etc. Se sabe que muchas personas o la mayoría votaron por está (C4)

En estas líneas se puede interpretar que, cuando se trata de tomar decisiones entran en juego los conocimientos, los argumentos y el debate. Al respecto, coincido con Hodson (2003) cuando señala que el lenguaje no es neutral. El uso continuado de un lenguaje concreto define lo que se considera

una conceptualización adecuada de los temas; fija la naturaleza del debate e identifica las prioridades. Habilidades como la auto reflexión y auto observación hacen parte de los requerimientos para evaluar las perspectivas propias y de los demás. Sobre esto, Sanmarti (2007) explica que en este proceso de charla consigo mismo, se concreta el uso del vocabulario y de unas expresiones específicas como resultado de aprender ciencias.

En atención a los párrafos anteriores, las actividades desarrolladas dieron lugar a que cada uno de los casos compartiera una mirada sobre asuntos científicos, las cuales dan cuenta de que, en la interacción comunicativa entre sujetos, se permite llegar a conclusiones, validarlas o ampliarlas. De acuerdo con los planteamientos de diversos autores (Ortega et a., 2015) que valoran los procesos comunicativos, la argumentación, como actividad necesaria para la construcción de conocimiento. Incluso yendo un poco más allá, como medio para la participación ciudadana.

Capítulo 5. Consideraciones finales

Con este proceso de investigación han sido posibles diversas reflexiones y aprendizajes. En las condiciones actuales de pandemia e incertidumbre social, la ciencia bajo la perspectiva cultural abre la posibilidad de encontrar salidas dialógicas a las problemáticas cotidianas en el hogar, la escuela, el barrio, la ciudad, etc. Sin embargo, esto no parece evidente en un primer momento; cotidianamente es usual encontrar que las personas tienen la idea de que existe una separación “natural” entre ciencia y cultura, o sea, la ciencia es cultura, pero cultura científica; y no cotidianidad, ni interacción con el otro. En el ámbito educativo, por ejemplo, predomina la enseñanza de las ciencias desde contenidos disciplinares con carácter memorístico, formulista, descontextualizado y con un aspecto “aséptico”. Y aun cuando dichos contenidos tienen un recorrido histórico que los valida (es más, gracias a que tienen un recorrido histórico), se puede decir que contribuyen a la separación entre ciencia y ciudadanía como consecuencia de no reconocer la importancia de una formación cualitativa.

En este sentido, bajo la mirada cultural de las ciencias, se resalta que la apropiación conceptual depende también de los valores y creencias de las personas; la forma en que se hace ciencia no es distinta de la actividad ciudadana y, por el contrario, están conectados el pensamiento, lenguaje y momento histórico de los sujetos en los procesos de construcción, enseñanza, y aprendizaje de la ciencia. Así, una mirada sobre las reflexiones filosóficas, históricas y sociológicas de la ciencia, están en la capacidad de orientar las acciones de las personas, es decir, brindan la posibilidad de entender que toda actividad humana está atravesada por intereses sociales, políticos, económicos, etc.

Algunos de los aportes de concebir la ciencia desde una perspectiva cultural, y en particular, en el desarrollo de la investigación fueron: la negociación de los significados por parte de las personas en el ejercicio comunicativo, el respeto por el otro, la construcción del conocimiento desde la diferencia de cosmovisiones y la interacción colectiva. Así mismo, el papel del debate en la construcción de explicaciones científicas permite resaltar el papel activo en la construcción, validación y legitimación del conocimiento.

Por otra parte, el uso del perspectivismo en el caso del espacio tiempo einsteniano, permitió identificar habilidades científicas en los casos que son necesarias en el ejercicio ciudadano como: la comparación de criterios, la explicación de situaciones, la argumentación, el reconocimiento del momento histórico. A su vez, todo esto incentivo en los participantes al estudio de la física, en particular, resultó evidenciable su interés por los temas de la física moderna que rara vez son llevados a las aulas de educación media, pero que, tienen gran impacto en la motivación, curiosidad y participación en las actividades escolares, en este sentido, se presentan las palabras de uno de los participantes:

Me cambiaron las perspectivas, lo que tal vez podría ignorar en el tema, a partir de las discusiones que hacíamos en los encuentros, llegué a tener un conocimiento. Optando por la investigación, la emoción de indagar a profundidad sobre los temas de ciencia de la física (IC)

De igual manera, las actividades incentivaron en los casos el pensamiento crítico al estar involucrados en situaciones que tienen que ver con el concepto de espacio tiempo, propuso cuestionamientos en torno a los contenidos que les son impartidos en sus clases, una postura frente al conocimiento como consecuencia de reconocer que hay en la cultura, otras perspectivas que no son integradas en el currículo tradicional. De manera similar, en lo anterior se constituye una fuente de habilidades científicas y ciudadanas en articulación con los procesos discursivos y argumentativos de los casos.

5.1 ¿Qué aprendizajes quedan después de haber realizado este trabajo en el contexto de la práctica? ¿Qué implica enseñar ciencias?

A lo largo de la investigación se discutió sobre aspectos de la enseñanza de las ciencias y la ciudadanía, en particular, la articulación entre formación científica y ciudadana que permitió identificar aportes del perspectivismo en estudiantes de la I.E. Comercial de Envigado. Sin embargo, como Licenciado en Matemáticas y Física en formación, reconozco que el aprendizaje es constante; no se reduce al campo disciplinar, sino que se expande a lo cultural, filosófico,

didáctico, ético, político y social. En el transcurso de mi carrera, ha estado siempre presente el cuestionamiento por la manera de participar en la sociedad por medio de la enseñanza de las ciencias; para dar respuesta a ello, han tenido lugar la pedagogía, didáctica, sociología y epistemología de las ciencias, que contribuyen a ampliar las perspectivas de la labor docente. Todo esto ha significado un cambio en mis formas de concebir el conocimiento científico, mi relación con el mundo y las personas que me rodean; por una parte, para poner en discusión el carácter bancario de la enseñanza de las ciencias con el que solo se llena de contenido a los estudiantes, y por la otra, para reconocer que la ciencia, y consecuentemente su enseñanza, no escapa a las condiciones humanas.

En particular, en estos momentos de incertidumbre debido a la pandemia, gracias a la línea de investigación y la conexión con la función educativa de la institución, me ha sido posible reconocer la importancia de la interacción con los demás en la construcción del conocimiento, en concreto, lo absurdo que resulta separar las categorías científicas como datos dados por la naturaleza, sin conexión con el momento histórico, las creencias, las formas de ser y los intereses de los individuos.

En este sentido, enseñar ciencias, se traduce en un proceso dinámico que no dogmatiza, sino que genera nuevas significaciones y reflexiones en torno a un sujeto que es sensible y capacitado para pensar. Con lo cual, entre las implicaciones de esta actividad se encuentran: el entrelazamiento de las posibilidades humanas entre enseñantes y aprendices, esto es, las acciones compartidas por miembros de una comunidad en la búsqueda de un saber unido a la acción humana; el reconocimiento de la conexión entre historia, pensamiento y factores sociales a la hora de enseñar; entender las dinámicas científicas que permitan engrosar las perspectivas educativas, entre otras.

5.2 Recomendaciones

Como reconocimiento a la amplitud del tema trabajado en la investigación, a la considerable ausencia de investigaciones en torno a la formación científica y ciudadana, en particular en el contexto colombiano, se recomienda continuar en la búsqueda de elementos que relacionen la historia, filosofía y epistemología de las ciencias y ciudadanía, desde una perspectiva cultural;

relacionando instrumentos de diversa índole a los presentados aquí que permitan reflexiones cercanas a las problemáticas actuales.

Vale la pena retomar autores clásicos (o actuales) de primera mano, en la búsqueda de identificar y corregir, aspectos relacionados con las problemáticas contemporáneas (vacunación, tecnología, contaminación, etc) que no se tuvieron en cuenta en esta propuesta, así mismo, retomar las preguntas que quedaron abiertas a lo largo de la discusión presentada.

Referencias

- Acevedo, J., & García, A. (2016). Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación Pasteur-Lieb. *CTS*, 11(33), 203–226.
- Aguilar, Y., Restrepo, T., & Mejía, R. (2002). El movimiento desde la perspectiva de sistema, estados y transformaciones.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. *Educación química*, 16(2), 304-315.
- Arnold, M., & Rodríguez, D. (1990). El perspectivismo en la teoría sociológica.
- Aubrecht, G. (1986). Report on the conference on the teaching of modern physics. *The Physics Teacher*, 24(9), 540-546.
- Ayala, M. M., Garzón, M. y Malagón, J. F. (2008). Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos. En Ayala, M., Romero, Á., Malagón, J., Rodríguez, O., Aguilar, Y. y Garzón, M. Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos (pp. 17-32). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ayala, M., & Malagón, F. (2004) La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. En *Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias* (No. 7). Universidad Pedagógica Nacional.
- Barnes, B., & Kuhn, T. S. (1986). TS Kuhn y las ciencias sociales (No. 300 B3y). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Cartwright, N (1999) *The dappled world*. Cambridge: Cambridge University Press
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, vol. 14, núm. 1, pp. 61-71. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/299/29900107.pdf>.
- Dewey, J. (1967). *Experiencia y Educación*. Buenos Aires: Losada.
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Eder, M. L., & Aduriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y Didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(1), 101–133.

- Einstein, A., Alvarez Flores, J. M., & Goldar, A. (1983). Sobre la teoría de la relatividad y otras aportaciones científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, pp. 63-69.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1986). *La evolución de la física (24)*. Barcelona: Salvat Editores.
- Fine, A. (1984). The natural ontological attitude. In J. Leplin (Ed.), *Scientific realism* (pp. 83–107). Berkeley: University of California Press.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico: Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Alianza Editorial. Madrid.
- Fleck, L. (2012). *Genesis and development of a scientific fact*. University of Chicago Press.
- García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. *Aportes de la filosofía historicista. Revista científica*, (14), 89-96.
- Giere, R. (1999): *Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico*.
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 026-33.
- Gordillo-Chaparro, L. A. (2018). Análisis comparativo del concepto de espacio en la teoría clásica y relatividad especial.
- Hempel, C. (1976). *Filosofía de la ciencia natural*. Alianza, Madrid.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2010). Societal issues and their importance for contemporary science education. *Contemporary science education*, 5-22.
- Horkheimer, M. (1972). Traditional and critical theory. *Critical theory: Selected essays*, 188, 201.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science education*, 84(6), 757-792.
- Kalmus, P. (1992). Particle physics at A-level-the universities’ viewpoint. *Physics Education*, 27(2), 62-64.
- Latour, B. (1991). *Pasteur y Pouchet: Heterogénesis de la historia de las ciencias*. Historia de Las Ciencias. Madrid: Cátedra.
- Malagón, F. (2002). Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. *Revista Física y Cultura*, Bogotá N 8 (en impresión).

- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, 4(80), 73-80.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Mittelstaedt, P., & Aleixandre, G. M. (1969). *Problemas filosóficos de la física moderna*. Alhambra.
- Molina, A. (2010). Una relación urgente: Enseñanza de las ciencias y contexto cultural. *Revista EDUCyT*, 1(1), 76-88.
- Muñoz, C., & Torres, B. (2014). La formación ciudadana en la escuela: Problemas y desafíos. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 233-245.
- Stannard, R. (1990). Modern physics for the young. *Physics Education*, 25(3), 133.
- Swinbank, E. (1992). Particle Physics: a new course for schools and colleges. *Physics Education*, 27(2), 87-91.
- Ortega y Gasset, J. (2005). El sentido histórico de la teoría de Einstein. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 24(3), 23-33.
- Ortega, F. J. R., Alzate, O. E. T., & Bargalló, C. M. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-645.
- Pearce, J. (2013) The Potential of Perspectivism for Science Education, *Educational Philosophy and Theory*, 45:5, 531-545.
- Pérez, B. C., & Aleixandre, M. P. J. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 63-84.
- Pérez, D. G., Senent, F., & 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 en la enseñanza de la relatividad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 135-146.
- Pérez, J. G., Llórente, T. P., & Cano, A. F. (2002). Los estudios de caso en la lógica de la investigación interpretativa. *Arbor*, 171(675), 533-557.
- Piedrahita, L. M., & Gómez, V. D. (2014). Sociedad, Cultura y Astronomía: dinamizadores de prácticas educativas para la paz. *Una mirada crítica. Ra Ximhai*, 10(2).

- Rathbone, D. (2009). ¿What is the time on Jupiter? *Plaza Watch Magazine*, 8.
- Recio, G. (2017). "La astronomía de Ptolomeo y el caso Galileo: dos aportes histórico-epistemológicos". *Scientia et Fides*, 5 (2), 2017, 251 - 281.
- Romero Chacón, Á. E., Henao Sierra, B. L., Barros Martínez, J. F., Palacio Mejía, L. V., Restrepo Olaya, C., Arango Ramírez, J. S., y Guzmán Restrepo, J. F. (2013). *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. (pp. 71-98). Medellín: Universidad de Antioquia.
- Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Sanmartí, N. (2007). *Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*, 128.
- Saussure, F (1945). *Curso de lingüística general*. Editorial Losada. Buenos Aires.
- Solbes, J., Ruiz, J. J., & Furió, C. (2010). *Debates y argumentación en las clases de física y química*. *Alambique*, 63(1), 65-75.
- Solís, C., Hueros, A. L., & Pueyo, M. J. P. (1994). *Razones e intereses: La historia de la ciencia después de Kuhn*. Paidós.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Swinbank, E. (1992). *Particle Physics: a new course for schools and colleges*. *Physics Education*, 27(2), 87-91.
- Tamayo, O. E., Zona, R., & Loaiza, Y. E. (2015). *El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio*. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.
- Téllez, G. M. (2016). *El espacio-escolar en Émile Durkheim*. *Negonotas Docentes*, (7), 79-86.
- Vygotsky, L. S. (1979). *The development of higher forms of attention in childhood*. *Soviet Psychology*, 18(1), 67-115.
- Zamagni, S. (2019). *El bien común en la sociedad posmoderna: propuestas para la acción político-económica*. *Cultura Económica*, 25(70), 23-43.

Anexos

Anexo 1. Protocolo ético y Consentimiento informado

Protocolo de Compromiso ético y Consentimiento informado para participantes de investigación

Proyecto de Investigación: Alternativas para la formación científica y ciudadana a partir de reflexiones histórico-epistemológicas centradas en el concepto de espacio tiempo.

Investigadores: Edgar Johan Arboleda Mira, Yirsén Aguilar Mosquera

Estimado participante:

Usted ha sido invitado a participar en el Proyecto de Investigación titulado “alternativas para la formación científica y ciudadana a partir de reflexiones histórico-epistemológicas centradas en el concepto de espacio tiempo”, cuyos investigadores son el estudiante Edgar J. Arboleda Mira (Investigadora Principal) y el profesor Yirsén Aguilar Mosquera (Coinvestigador). Estudiante y profesor de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

El objetivo del estudio son las habilidades científicas y de ciudadanía que se pueden desarrollar a partir de las reflexiones histórico-epistemológicas centradas en el concepto de espacio tiempo, así como algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia que son transversales.

El estudio se está realizando con estudiantes de bachillerato. En particular, me interesa conocer cómo se relacionan la ciencia y la ciudadanía en el desarrollo de habilidades como comparar criterios científicos, el análisis de situaciones y el pensamiento crítico, a partir de la aplicación de instrumentos construidos con el fin de indagar en estos aspectos.

Procedimientos.

Si Usted acepta participar en el estudio:

Le invito a participar en un grupo de discusión, junto con otras personas como usted, para conocer sus opiniones y experiencias acerca de la cómo es concebida la ciencia y de algunos conceptos físicos. Es importante aclarar que no habrá respuestas correctas ni incorrectas, solamente me interesa conocer sus consideraciones acerca del tema objeto de investigación.

Si usted está de acuerdo, la discusión que se dé dentro de este grupo será grabada en audio y video, con la única finalidad de tener registrada toda la información y poder analizarla.

Beneficios.

De participar de todo el estudio los beneficios directos que recibirá Usted son los resultados de los hallazgos y análisis del estudio, y la posibilidad de contribuir a desarrollar una enseñanza de las ciencias más adecuada y contextualizada. No se contempla ningún otro tipo de beneficios.

Confidencialidad y devolución a los interesados.

La información obtenida en el estudio será de carácter confidencial, y se guardará el anonimato. Esta información será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto para el posterior desarrollo de informes y publicaciones en textos de divulgación y en revistas científicas. Aun cuando no podemos garantizar que los otros asistentes al grupo de discusión guarden la confidencialidad de la información que se discuta, se les invitará a que eviten comentarla con otras personas. Para asegurar la confidencialidad de sus datos, Usted quedará identificado(a) con un número, o con un seudónimo, y no con su nombre, lo que garantizará el compromiso del investigador de no identificar las respuestas y opiniones de los participantes de modo personal.

Todos los análisis y resultados del estudio le serán dados a conocer en primera instancia a Usted, para su conocimiento y validación. Para este fin, se le presentará los documentos que contienen las interpretaciones de la información suministrada por usted. Igualmente, una vez terminada la investigación, se hará un encuentro con todos los participantes para presentar los hallazgos y conclusiones, productos del proceso investigativo, con la intención de recibir observaciones y sugerencias de los participantes en la investigación, las cuales serán tenidas en cuenta antes de la publicación del informe final.

Riesgos Potenciales/Compensación

Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Los riesgos potenciales que implican su participación en el grupo de discusión son mínimos. Si alguna de las preguntas o temas que se traten le hicieran sentir un poco incómodo(a), tiene el derecho de no comentar al respecto. Para minimizar los riesgos, en medio de esta emergencia sanitaria, los encuentros serán a través de plataformas virtuales, lo cual evitará que usted tenga que desplazarse a otros lugares.

Por otra parte, es importante precisar que Usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y tampoco tendrá costo alguno para Usted.

Participación Voluntaria/Retiro.

Su participación en este estudio es voluntaria. Su decisión de participar o no, no afectará su formación académica en la Institución. Si Usted decide participar en este estudio, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que Usted así lo quiera, sin recibir ningún tipo de sanción; en tal caso, la información que se haya recogido hasta la fecha será descartada y eliminada del estudio.

Datos de contacto:

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar al profesor en formación Edgar Johan Arboleda Mira, numero celular: 317 450 5813, e-mail: edgar.arboleda@udea.edu.co.

Agradecemos desde ya su colaboración, cordialmente:

Profesores: Edgar Johan Arboleda-Mira, Investigador Principal

Yirsen Aguilar Mosquera, Coinvestigador

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____, identificado con C.C. _____, acudiente de _____, identificado con T.I. _____, autorizo la participación de mi acudido quien acepta participar voluntariamente en la investigación alternativas para la formación científica y ciudadana a partir de reflexiones histórico-epistemológicas centradas en el concepto de espacio tiempo, desarrollada por los profesores Edgar Johan Arboleda Mira y Yirsen Aguilar Mosquera, estudiante y docente de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. Con relación a ello, mi acudido acepta participar en las actividades individuales y en el grupo de discusión, y consiento que se realicen grabaciones en audio y vídeo.

Declaro haber sido informado que las fuentes de información como escritos, intervenciones en el grupo de discusión, grabaciones de audio y video, se constituyen en bases de datos para los propósitos señalados, y que estos datos que se recojan serán de carácter confidencial y no se usarán para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

Declaro haber sido informado/a que la participación de mi acudido no involucra ningún daño o peligro para su salud física o mental, que es voluntaria, que puede hacer preguntas en cualquier momento del estudio y que puede retirarse del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para él/ella. De igual forma declaro haber sido informado/a que por su participación no tendrá ninguna compensación económica.

Declaro saber que la información entregada será confidencial y anónima. Entiendo que la información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de cada participante de modo personal.

Declaro saber que la información que se obtenga será guardada por el investigador responsable en dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y será utilizada sólo para este estudio.

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes.

Nombre del acudiente Identificación Firma

Nombre del Investigador Principal Identificación Firma

Edgar Johan Arboleda-Mira 71296309

Para su constancia se firma a los ____ días el mes de _____ de 2020.

Datos de contacto:

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar al profesor en formación Edgar Johan Arboleda Mira, celular: 3174505813, e-mail: edgar.arboleda@udea.edu.co

Anexo 2. Análisis del debate ¿Crees que el espacio y tiempo son el mismo para todas las personas?

El día de ayer fui donde mi primo Miguel, él es todo un loquillo de la ciencia, y su papá es un científico, por eso, en su casa hay todo tipo de artilugios de laboratorio. Al llegar, me encontré con que estaba construyendo una maqueta de un tren y me hizo una pregunta que me dejó fría:

¿crees que el tiempo y el espacio son el mismo para todas las personas? - me dijo-

Yo quedé atónita sin saber qué responder; no solo por lo prematuro y extraño de su saludo, sino porque esas cosas nunca se me pasan por la cabeza. Intenté seguidamente, sin embargo, aclarar algunas ideas y recordé que en clase de ciencias la profesora comentó algo al respecto, entonces dije:

-la distancia entre dos puntos es invariante, es decir, independiente de la persona.

Mi primo se quedó pensativo un momento como intentando recabar información, hasta que volvió en sí y dijo:

-Imaginemos un lugar, puede ser la sala de tu casa, tu habitación o un parque. ¿Qué elementos podemos encontrar allí? -me preguntó entusiasmado.

-Una cama, un closet, una ventana, una puerta, un televisor quizá -le respondí.

- ¿Y en el parque? -continuó seguidamente.

-Allí podemos encontrar árboles, flores, rocas, una mariposa y un sinfín de elementos más. - atiné a responder y lo observé hasta que continuó.

- ¿Los distintos elementos que existen en la naturaleza, estuvieron siempre ahí? ¿Cómo llegaron a ocupar el lugar en el que se encuentran en este escenario? Pensemos en el espacio que ocupan estos objetos, a la hora de distinguirlos y ubicarlos en su lugar, decimos que están en el mundo y podemos verlos porque la luz llega a nuestros ojos y “nos informa” que algo existe. Pero ¿en qué lugar se encuentran y cómo sabemos a qué distancia se hallan, uno del otro, los distintos elementos?

-Usamos un sistema de coordenadas -le respondí todavía tratando de seguirle el paso a sus ideas, hablaba tanto y tan rápido que me costaba seguirle el paso. Aun así continuó diciendo:

-Exacto, en un plano representamos la posición de cada objeto o elemento. Imagina que estoy en el compartimento de este tren- me dijo mientras señalaba uno de los vagones del tren que estaba construyendo-, a partir de allí puedo decir que me encuentro en el espacio si determinó las coordenadas.

Hice un esfuerzo para imaginar lo que mi primo decía, intenté pensar en que hay una distancia desde su posición en el tren hasta el lugar donde yo me encontraba y conseguí trazar un plano que conectara todo. Era un poco difícil, generalmente en la escuela nos daban estos datos.

- ¿Y el tiempo? -preguntó seguidamente-, ¿qué pasa con el tiempo?

Era otra de esas preguntas que no tenía claras -pensé-, el tiempo nunca se tenía en cuenta cuando ponemos las coordenadas de un objeto en el espacio, sin embargo, dije al final:

-Es lo que mide el reloj. ¿No?

Mi primo puso una cara chistosa que me hizo sonreír y empezó a mover el tren en línea recta mientras decía.

-El tiempo cambia mientras me muevo y con él, las coordenadas.

Ahora realicemos el debate nosotros:

¿Crees que el tiempo y el espacio son el mismo para todas las personas?

¿Los distintos elementos que existen en la naturaleza, estuvieron siempre ahí?

¿Cómo llegaron a ocupar el lugar en el que se encuentran en este escenario?

Anexo 3. El perspectivismo en la obra de Albert Einstein.

Fuerzas ficticias y Movimiento relativo

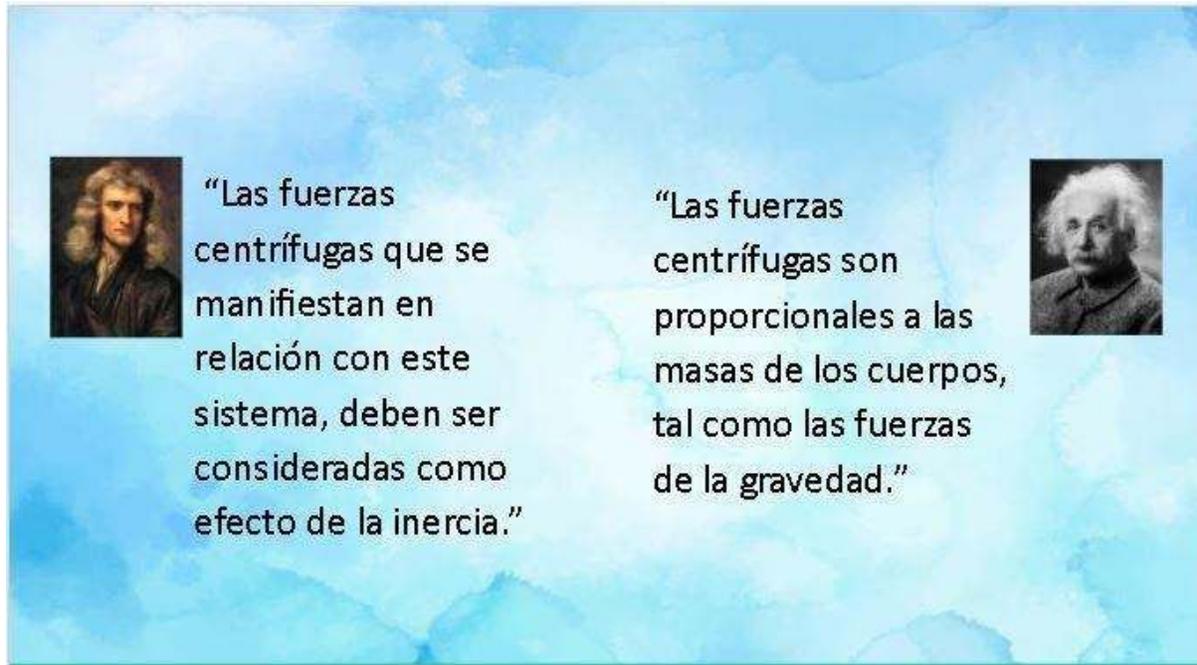


Imagen 1. Adaptación del fragmento de la Obra de Einstein (1983) Sobre *la teoría de la relatividad y otras aportaciones científicas*.

Preguntas

- ¿Cuál crees que es el punto de vista privilegiado para explicar este fenómeno?
- ¿Cuáles crees que son las fuerzas que intervienen en el movimiento del cubo?
- ¿Crees que la forma de la Tierra influye en la manera en que se mueve el cubo?
- ¿Crees que la causa de la fuerza centrífuga en el cubo es debida a la inercia o a la gravedad que empuja el cuerpo?

Anexo 4. Entrevista

1. En las actividades realizadas, ¿consideras que es posible llegar a acuerdos al respecto de distintos puntos de vista en la clase de física?
2. ¿Crees que la ciencia y la ciudadanía tiene una relación directa? ¿De qué manera crees que estás se relacionan?
3. Los científicos, a lo largo de la historia, han transformado las maneras de explicar la realidad a causa de sus creencias, los datos o la forma en cómo entienden la actividad científica ¿De qué manera crees que el espacio tiempo ha permitido un cambio en las formas de hacer ciencia?
4. En la actividad científica, a la hora de compartir conocimiento tiene lugar el debate, el consenso, el disenso, diferentes puntos de vista. Estas habilidades son propias de la actividad científica. ¿Cómo cree usted que se evidencian estas habilidades en la formación ciudadana?
5. A la hora de pensar en la ciencia es usual escuchar que estos conocimientos tienen un carácter objetivo que no depende de las personas. ¿En las clases de física te han mencionado que el conocimiento científico es objetivo o que refleja una realidad de manera neutra?
6. Muchas personas a lo largo de la historia se han interesado en reflexionar sobre las maneras en que los científicos hacen ciencia, crees que los conocimientos desarrollados por personas hace siglos, ¿siguen siendo vigentes en nuestra sociedad o nuestro tiempo actual? ¿De qué manera?
7. Tener diversas miradas de un tema comúnmente permite ver aspectos que no se habían considerado en una discusión ¿Crees que las actividades realizadas permiten tener una visión distinta de la relación entre ciencia y ciudadanía?