

**LA NOCIÓN DEL TIEMPO: CARACTERIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL  
INSTRUMENTO Y SU UNIDAD DE MEDIDA**

**ELIANA SOLANYIE VARGAS ROMERO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
BOGOTÁ D.C.  
2020**

**LA NOCIÓN DEL TIEMPO: CARACTERIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL  
INSTRUMENTO Y SU UNIDAD DE MEDIDA**

**ELIANA SOLANYIE VARGAS ROMERO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN FÍSICA**

**Asesoras:**

**Profesora CLARA INÉS CHAPARRO  
Profesora DIANA CARDENAS VALBUENA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
BOGOTÁ D.C.  
2020**

***Dedicado a:***

*Primeramente, a Dios por darme su sabiduría e inteligencia para poder culminar con este propósito en vida y por darme el maravilloso regalo de ser docente.*

*A mi madre, Lilia Romero por ser una mujer esforzada y valiente que, gracias a su ejemplo, a su arduo trabajo, a su apoyo, a su dedicación y constancia hoy puedo graduarme como*

*Licenciada en Física.*

## **Agradecimientos:**

*A mi padre, **José Virgilio Vargas** por sus enseñanzas, por su amor, su comprensión y por motivarme a seguir luchando por mis sueños.*

*A mis hermanas, por siempre darme una palabra de aliento, por su apoyo y por ayudarme a cumplir esta meta.*

*A mis asesoras, a la profesora **Diana Cárdenas Valbuena** por su apoyo incondicional, por sus palabras de motivación, por su entrega y constancia. A la profesora **Clara Inés Chaparro** por su dedicación y sus consejos para seguir trabajando en esta hermosa investigación.*

*A las dos, por su entrega, sabiduría, conocimiento e inteligencia que gracias esto, pude desarrollar y construir mi trabajo grado.*

*A mi amiga del alma, **Alejandra Suescún**, por su hermosa amistad, por estar siempre en los buenos y malos momentos y por motivarme a cumplir con este propósito.*

*A cada una de las personas que hicieron partícipes de este proceso profesores, amigos, compañeros y a mis estudiantes que sin ellos no hubiera sido posible esta investigación.*

## Tabla de contenido

Introducción.....	8
Capítulo I.....	11
Contextualización del problema .....	11
1. Planteamiento del problema .....	11
1.1. Objetivos .....	13
1.1.1. Objetivo General .....	13
1.1.2. Objetivos Específicos .....	13
1.2. Justificación.....	13
1.3. Antecedentes.....	15
Capítulo II.....	16
2. Construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo .....	16
2.1.1. <i>El concepto físico del tiempo desde la cinemática.</i> .....	17
2.1.2. <i>El tiempo físico de Newton.</i> .....	18
2.1.4. <i>El tiempo en la termodinámica.</i> .....	20
2.2. El desarrollo de la noción del tiempo en el niño .....	21
2.2.1. El orden de los sucesos.....	22
2.2.2. El tiempo vivido.....	25
2.3. Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes .....	27
2.4. Reflexión acerca de la construcción de la magnitud del tiempo .....	30
Capítulo III .....	31
3. La construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo desde la experiencia sensible: Una propuesta desde la virtualidad.....	31
3.1. Momento 1: Orden de los sucesos a partir de la experiencia sensible de los estudiantes.....	36
3.2. Momento 2: El tiempo que transcurre.....	44
3.3. Momento 3: El instrumento y la unidad de medida .....	49
Capítulo IV .....	52
Reflexiones finales.....	52
Anexos.....	56
Anexo 1: El tiempo de Emilio.....	56

Anexo 2. El orden los sucesos.....	61
Anexo 3. Diapositivas Orden de los sucesos.....	65
Anexo 4. El ladrón de los minutos .....	69
Anexo 5. Mirando al cielo.....	72
Anexo 6. Jugando con el tiempo .....	74

## Índice de imágenes

Figura 1: Etapas de desarrollo cognitivo .....	33
Figura 2: Momentos de la propuesta desde la virtualidad .....	34
Figura 3: El tiempo de Emilio .....	36
Figura 4: El orden de los sucesos.....	41
Figura 5: El ladrón de los minutos.....	45
Figura 6: Mirando al cielo .....	47

## Introducción

En la práctica pedagógica como docente en formación se pudo evidenciar que las clases de física no van enfocadas únicamente a la memorización de conceptos científicos, sino que también son direccionadas a que los estudiantes generen sus propias comprensiones alrededor del funcionamiento del mundo físico a partir de las experiencias de su cotidianidad. Como lo indican Arca, Guidoni y Mazzoli (2016):

Desde el punto de vista de la educación para la ciencia, esto significa no aprender esquemas para irlos a contar a la escuela, o a quien nos deba proporcionar trabajo. Es preciso, en cambio, darse cuenta de que «educación científica» significa desarrollo de modos de observar la realidad, y de modos de relacionarse con la realidad; que esto implica y supone los modos de pensar, los modos de hablar, los modos de hacer, pero sobre todo la capacidad de juntar todos estos aspectos. Es preciso, pues, estar dispuestos a cuestionar continuamente -a fondo y a cualquier edad- nuestra relación (de interpretación, discurso e intervención) con las personas y los «hechos de la vida» (p.66).

Al respecto, lo que se pretende con este trabajo investigativo, es que los estudiantes generen sus propias reflexiones a partir de su experiencia sensible y de esa manera puedan crear y explicar con su propio lenguaje diferentes nociones que les permitan llegar a la construcción de la noción del tiempo físico y su unidad de medida, para que no solo sea aprendido desde las teorías científicas, pues el conocimiento no solo se construye a partir de éstas, sino que es necesario construirlo desde las necesidades, las motivaciones y los intereses de los estudiantes.

En este contexto, surge una preocupación por el papel que ha venido jugando el experimento en el aula de clase, ya que, se ha evidenciado que en diferentes espacios educativos la enseñanza del concepto del tiempo se reduce a lo que marca un instrumento de medida, desconociendo los diversos procesos de formalización que realiza el estudiante frente a esta esta magnitud. Por ende, y en búsqueda de fortalecer la relación estrecha que existe entre la noción de tiempo, la construcción del instrumento y la unidad de medida, se privilegió la ampliación de la base fenomenológica de los estudiantes a partir del uso de la experiencia.

En búsqueda de llevar a los estudiantes a la caracterización de la medición del tiempo, se plantearon una serie de actividades para el aula de clases. Sin embargo, para este año 2020, el país entró en un estricto aislamiento por la pandemia que padecía el mundo por el virus Covid-19, lo que llevó a cerrar las instituciones educativas y demás lugares donde hubiese aglomeración de personas, con el fin de salvaguardar las vidas de los seres humanos. Por ende, y en búsqueda de seguir con la educación de los niños y jóvenes de Colombia, se les dio paso a las “clases virtuales” o “trabajo en casa”. Al respecto, el Ministerio de Educación Nacional (2020) plantea que:

Esto significó suspender la prestación del servicio educativo en modalidad presencial y demandó a las secretarías de Educación, a los directivos y a los docentes, realizar una inmediata adecuación de los distintos componentes de la gestión escolar para garantizar el acompañamiento educativo a los estudiantes en sus casas. (p.12).

Por esta razón, la metodología que se había construido para implementar el trabajo tuvo que replantearse y encaminarla hacia la “virtualidad”<sup>1</sup> sin que se perdiera la finalidad original de la investigación: llevar a los estudiantes a la caracterización de la unidad y el instrumento de medida del tiempo, a partir de la ampliación fenomenológica. Dicha implementación se realizó por medio de videos, video conferencias y la experiencia con su entorno, siendo estas últimas la columna vertebral del trabajo investigativo, puesto que, desde su realidad y con los conceptos previos que conoce el estudiante construye nuevo conocimiento como lo afirma Arca, Guidoni y Mazzoli (2016):

...No se debería tener la pretensión de explicar siempre cosas nuevas, sino tender más a menudo a que se «reconozcan» las cosas que ya se saben de algún modo, para luego enriquecerlas y desarrollarlas. Tomemos el discurso del número (o cualquier otro): ante todo es preciso reconocerlo como lenguaje aparte, adecuado para decir con símbolos específicos cosas de las que se tiene de todos modos la experiencia necesaria para vivir; y gradualmente desprenderlo de la experiencia directa y desarrollarlo como lenguaje autónomo; y al final de todos los pasos hacer nacer de una nueva confrontación entre lenguaje y experiencia nuevos modos de observar la realidad (p.73-74).

---

<sup>1</sup> La educación virtual, también llamada "educación en línea", se refiere al desarrollo de programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje el ciberespacio. Ministerio de Educación Nacional.

De esta manera, se busca que, desde la experiencia sensible, con sus saberes y con actividades orientadas a conocer el orden en el que ocurren los sucesos de su realidad el estudiante llegue a caracterizar la unidad y el instrumento de medida de tiempo.

En este orden de ideas, se plantean cuatro capítulos para este trabajo investigativo. Entre los que se encuentran:

En el Capítulo 1: *Contextualización del problema*, se presenta al lector el desarrollo de la problemática que surgió desde la práctica pedagógica como docente en formación en las clases de física con estudiantes de nivel Precategorial de la institución educativa Liceo Campestre Bosque Andino, ubicado en el municipio de Sibaté. También, se presentan los objetivos que dan direccionamiento a este trabajo de grado y así mismo, los argumentos que justifican su desarrollo, además de los aportes presentados en otros trabajos investigativos que se consideran como referencias importantes para esta propuesta.

En el Capítulo 2: *Construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo*, se muestran los referentes teóricos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de esta investigación, tanto desde la parte disciplinar como desde el campo pedagógico que orientan la propuesta de aula. En relación al concepto de tiempo, se hizo un recorrido histórico teniendo en cuenta los aportes que dieron autores como Kepler, Galileo Galilei, Newton, Einstein entre otros. Así mismo, desde el enfoque pedagógico se tuvieron en cuenta las contribuciones de Jean Piaget acerca del desarrollo de la noción del tiempo en el niño y los aportes que hace Francisco Malagón en relación con las comprensiones fenomenológicas y la construcción de magnitudes. De esta manera, estos referentes teóricos se convirtieron en el fundamento para el desarrollo de la propuesta.

En el Capítulo 3: *La construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo desde la experiencia sensible: Una propuesta desde la virtualidad*, en este capítulo se presentan los tres momentos que se tuvieron en cuenta para ejecutar la propuesta que se llevó a cabo desde la virtualidad, así mismo, se muestra el análisis de cada una de las actividades que se propusieron, teniendo en cuenta los referentes teóricos y las respuestas de los estudiantes.

En el Capítulo 4: *Reflexiones finales*, se presenta las reflexiones finales que surgieron a partir de la implementación de la propuesta de aula en las que se evidencian los resultados de cada uno

de los estudiantes que permitieron llegar a la caracterización de la unidad y el instrumento de medida.

## Capítulo I

### Contextualización del problema

En el siguiente capítulo se expone la problemática que surgió desde la observación que se hizo en la práctica pedagógica como docente en formación, así mismo se presenta la pregunta problema, los objetivos, los argumentos que dan desarrollo a la justificación y referentes investigativos que aportan a este trabajo de grado.

#### 1. Planteamiento del problema

Eventos como la gestación de un bebe, el surgimiento de canas, la maduración de las frutas, el crecimiento de las plantas, e incluso los recuerdos que llegan a la memoria de acontecimientos pasados, están directamente relacionados con el paso del tiempo, y constituyen situaciones interesantes para llevar a los estudiantes a construir explicaciones y elaborar argumentos relacionados con la medición del tiempo, ya que, el estudio de estos sucesos permite que el estudiante encuentre un vínculo entre su diario vivir y lo aprendido en clase.

A partir de lo anterior, desde la práctica como docente en formación se logró evidenciar que usualmente los docentes de ciencias naturales asumen que el utilizar **el tiempo** en la resolución de problemas implica que el estudiante ha construido una idea de esta magnitud. Sin embargo, al indagar por estas comprensiones, se observa que el estudiante sí es consciente del paso del tiempo, pero no de lo que esta magnitud o noción representa. Así pues, al pensar en el tiempo se considera que está presente en todas partes, pero no ocupa un espacio, se puede medir, pero no se puede ver, oír, oler o tocar, por lo tanto, esta noción queda desprovisto de sentido y se reduce a “algo” que simple y sencillamente transcurre.

En este orden de ideas, el tiempo solo se hace evidente mediante la lectura de un reloj, es decir que únicamente el leer el resultado que arroja el instrumento de medida supondría la construcción de la noción de tiempo. De esta manera, De Andrade (como se citó en Malagón, 2011) plantea que:

Usualmente los aparatos de medida, mediante los cuales se realizan estos procesos de asignación numérica y de vínculo entre los planteamientos teóricos y los efectos sensibles, son

entendidos como cajas negras que producen lecturas cuando son aplicados a sistemas físicos. (p. 27).

Al respecto, se ha observado en las prácticas como docente en formación que las dinámicas del aula no permiten que el estudiante se cuestione acerca de cómo se construye una unidad de medida y por ende un instrumento de medida que dé cuenta del paso del tiempo. De esta manera, se ha evidenciado que los docentes de ciencias naturales, en especial los de física, le asignan un papel al experimento como una herramienta que comprueba o refuta teorías de la medición del tiempo, presentadas como información, donde el profesor asume que al mostrar contenidos a los estudiantes y hacerles la comprobación por medio del experimento, ellos construirán una imagen del concepto y serán capaces de resolver problemas. Visto así, el papel del experimento es tomado como la prueba real de lo que está diciendo la teoría.

En este sentido, el estudiante se convierte en un ente receptor de información, evidenciando que solo memoriza y repite para poder resolver una evaluación y obtener una calificación, perdiéndose así el sentido que toman los conceptos y formalizaciones<sup>2</sup> que se dan alrededor de la medición del tiempo.

Por otro lado, el docente asume que el estudiante comprende cómo se llegó a establecer la unidad de medida del tiempo, porque le han hecho saber que según el Sistema Internacional de Medida, las unidades que permiten dar cuenta de esta magnitud son los segundos, minutos y horas, de esta manera, queda como una información más, que permite la resolución de problemas o incluso reconocer qué es lo que está indicando el reloj, es así, donde se imposibilita comprender cómo se llegó al instrumento y a la unidad de medida del tiempo.

A partir de lo expuesto en líneas anteriores surge la siguiente pregunta problema:

**¿Cómo aproximar a los estudiantes de nivel Precategorial del Liceo Campestre Bosque Andino a la noción del tiempo a partir de la construcción de la unidad y su instrumento de medida, desde la modalidad virtual?**

---

<sup>2</sup> La formalización se entiende como el proceso de organización o estructuración lógica que ha construido el sujeto para dar cuenta de sus acciones y/o explicaciones.

## **1.1.Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Realizar una propuesta que permita la construcción de la noción del tiempo a partir de la elaboración de instrumentos y unidades de medida con estudiantes de nivel Precategorial del Liceo Campestre Bosque Andino.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Revisar planteamientos históricos y epistemológicos que den cuenta del análisis de la medición del tiempo.
- Ampliar la base fenomenológica a partir de la construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo.
- Diseñar e implementar una ruta de aula basada en los análisis de la medición del tiempo a partir de la construcción de instrumentos y escalas de medida.

## **1.2.Justificación**

La medición del tiempo es algo que comúnmente se asocia a la lectura del reloj, al suceso de eventos en un determinado periodo, a un almanaque, etc., de esta manera, se hace necesario revisar algunas definiciones del tiempo para así comprender cómo es interpretada esta magnitud. Es así como el American Heritage Dictionary (como se citó en Jespersen y Fitz-Randolph, 1977) define:

El tiempo como un evento en donde ocurren sucesiones aparentes irreversibles del pasado a través del presente al futuro. Esencialmente mediante la selección de un evento regularmente recurrente, como la salida del sol, y contando el número de sus apariciones durante un intervalo de duración. (p.5).

Así mismo, la Real Academia Española (2016), define el tiempo como “una magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo”. Así pues, estas definiciones apuntan a considerar que el tiempo está relacionado con la duración de un evento en donde se ponen en juego sistemas para medirlo como, el sol.

En este orden de ideas, para caracterizar la magnitud del tiempo, es necesario considerar que, a los cuerpos, fenómenos, o procesos se les suele asignar características, propiedades o cualidades que permitan identificarlos, las cuales se pueden determinar mediante la observación. De esta manera, el producto de esta observación es la organización de la experiencia sensible que permite de forma dinámica dar origen a la construcción de magnitudes con las que se describe el campo fenomenológico al que se articula. También, es importante resaltar que la actividad de construir magnitudes y sus formas de medida están ligadas con la elaboración y conceptualización del fenómeno a abordar, de modo que se genera un vínculo entre la experiencia sensible y el concepto del fenómeno que da lugar a la construcción del instrumento y la escala de medida.

Visto de esta manera la actividad de construcción de magnitudes y la forma en cómo se debe medir, está ligado directamente con la experiencia sensible y las conceptualizaciones que se dan acerca de la noción del tiempo, dando así una explicación formal de lo que representa esta magnitud, es decir, que las magnitudes y las formas de medida no son externas al fenómeno. En este sentido, Malagón (2011) plantea que:

Una red teórica transforma un conjunto de alambres, resortes y tornillos en un instrumento de medida convirtiendo marcas y coincidencias en números con una significación, la de las relaciones entre ciertas magnitudes, siendo un instrumento de medida la concreción de la teoría en que se basa (p.27).

Así pues, no se puede asumir la medición como el producto que arroja un instrumento de medida al analizar un evento en particular, ya que implica entre otras cosas, comprender cuáles son sus escalas de medida, los instrumentos con los que se hace esta operación y las teorías que se abordan acerca de la medición del tiempo, asumiendo una manera diferente de ver la actividad experimental.

Puesto en estos términos, la enseñanza de la física no busca la repetición de información sino la construcción de argumentos que les permitan a los estudiantes hablar acerca de las comprensiones que tienen alrededor de la medición del tiempo. De esta manera, la actividad experimental toma un papel importante en el aula de clases ya que permite decidir cómo organizar y disponer los instrumentos y escalas de medida, determinar qué se quiere observar y medir y cómo

se debe hacer, de tal manera que se pueda crear un vínculo entre lo conceptual y la experiencia sensible.

Así pues al propender por dinámicas, en el aula, que busquen que el estudiante construya conocimiento frente a la medición del tiempo desde su experiencia, se pretende que por medio del análisis de experiencias se evidencien que no es posible una separación entre la teoría y la actividad experimental, ya que estas mantienen una relación dinámica que permite que el estudiante construya conocimientos por medio de la observación y el registro de datos, de manera que genere vínculos entre el concepto y la forma en la que se obtienen los resultados mediante aparatos diseñados para tal fin.

### **1.3. Antecedentes**

Con la intención de ahondar en las preocupaciones que orientan este proyecto de grado, se hace necesario revisar algunas investigaciones que den cuenta del análisis de la medición del tiempo, y de la importancia de la construcción de instrumentos y escalas de medida. A propósito, se destacan las siguientes:

La tesis titulada, *Acerca De La Experimentación En La Enseñanza De Las Ciencias* por Bautista Guachavez Eduardo del año 2005 de la Universidad Pedagógica Nacional, asesorado por la docente Garzón Barrios Marina. Esta investigación brinda elementos a propósito de la manera como se aborda el experimento en el aula, considerando aspectos importantes que constituyen el proceder de la actividad experimental. La pregunta orientadora fue, ¿Qué papel desempeña la medición en el experimento y a partir de los análisis se da lugar a un tipo de medición? El autor señala diferentes categorías experimentales que buscan dar respuesta a este interrogante. A propósito del presente trabajo cabe resaltar una de estas, la categoría exploratoria, que consiste en dar cuenta de las técnicas de medición, el funcionamiento de los aparatos, los planteamientos iniciales del problema y el funcionamiento del procedimiento de la experimentación. Se evidencia que, el experimento permite desarrollar de una manera activa, procesos del pensamiento donde quien elabora la experiencia es quien analiza al interior de la práctica y no quien fundamenta el diseño experimental.

La tesis titulada, La Experimentación y Formulación De Problemas Como Alternativa Para Construir Conocimiento por Gutiérrez Sánchez Yeisi Rocío del año 2008 de la Universidad Industrial de Santander, asesorada por la docente Ortiz Gelvez Gladys Doris. Esta tesis aporta a esta investigación en la manera en cómo describen el papel de la experimentación en el aula de clase, ya que busca brindar al estudiante la oportunidad de contrastar, construir y comparar lo que aprendió previamente acerca de las ciencias naturales. La pregunta que orienta esta investigación es: ¿Cómo a través de la experimentación se pueden generar situaciones problemas, construir conocimiento y procesos de análisis?, Es así, como la experimentación se muestra como un proceso de enseñanza y aprendizaje que permite un mejor trabajo en clase para poder lograr una relación entre la teoría y la realidad.

La tesis titulada, Modelación y Animación De Un Reloj De Péndulo por Cañibano Nagore Rodrigo del año 2014 de la Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales (España) asesorada por el docente Delgado Urrecho Javier. Esta tesis aporta a esta investigación en la medida en que hacen una recopilación histórica de la medición del tiempo desde el instante que el hombre se vio en la necesidad de controlar el transcurso del tiempo, basándose principalmente en el reloj de péndulo de Christian Huygens, describiendo su evolución, componentes y funcionamiento.

## **Capítulo II**

### **2. Construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo**

En el presente capítulo se presentan los referentes teóricos que permitieron dar desarrollo a este trabajo investigativo, desde el campo disciplinar se plantea un recorrido histórico acerca del concepto del tiempo en la física en el que se exponen aportes de autores como Kepler, Galileo Galilei, Newton, Einstein entre otros y desde el enfoque pedagógico se muestran las contribuciones que Piaget hizo alrededor del desarrollo de la noción del tiempo en el niño y así mismo los aportes que hace Malagón referente a las comprensiones fenomenológicas y la construcción de magnitudes.

#### **2.1.El concepto de tiempo en la física**

Referirse al concepto de tiempo e iniciar una indagación sobre la construcción de este concepto, en estudiantes de educación básica, centrando la mirada en el campo de la enseñanza de las

ciencias, exige dejar de lado las significativas y profundas aportaciones desarrolladas por filósofos, sociólogos o hermeneutas, campos disciplinares, cercanas a una reflexión pedagógica, pero que, para efectos del presente trabajo de grado, no serán abordados. Sin embargo, la noción del tiempo se llevará a cabo desde la mirada de la medición para así, llegar a la caracterización de la unidad y el instrumento de medida desde contextos escolares.

En esta dirección, se presentan las concepciones sobre el tiempo que han estado presentes a lo largo del desarrollo histórico de la física.

### ***2.1.1. El concepto físico del tiempo desde la cinemática.***

Este apartado se realiza con base en los planteamientos que hace Manuel García Doncel en su artículo titulado *El tiempo en la física: De Newton a Einstein de 1989*.

Se establece a partir de la cinemática, visto desde el movimiento, sin que en él interactúen fuerzas, que lo provocan. De esta manera, en los estudios más antiguos de la cinemática, se habla de los movimientos de los astros, el sistema ptolemaico con sus diversas esferas y epiciclos, excéntricas y ecuantas daba razón de las posiciones aparentes de los astros, mediante un conjunto de movimientos circulares uniformes. Se basaba en el principio aristotélico de que el movimiento circular uniforme y perpetuo, era el movimiento natural del mundo incorruptible supralunar. De allí, nace la primera noción del tiempo en la que el transcurso de este se manifiesta por el ángulo de rotación de las esferas. Copérnico hace una variación en el orden de las esferas sin que genere muchos cambios. Sin embargo, permite que Kepler la cambie, para así, plantear dos de sus leyes en su obra de 1609.

Por lo anterior, la segunda ley de Kepler plantea que los planetas se mueven con una velocidad areolar constante, es decir, el radio del vector que une al Sol con Marte va barriendo áreas iguales en intervalos de tiempo iguales, esto dio paso a que de una forma científica y comprobable se diera una medida del tiempo mediante algo espacial que para este caso es una superficie. Sin embargo, mediante los jeroglíficos que se dibujan en el cielo dieron paso a plantear a Kepler su tercera ley: los periodos de las órbitas elípticas de los diversos planetas en torno al Sol, o a los diversos satélites en torno a un planeta, está proporción es sesquiáltera, es decir relación 3 a 2 de los ejes mayores de las elipses. De esta manera, se introduce la medida espacial del tiempo ya que, los periodos de tiempo están directamente relacionados con ciertas distancias espaciales.

Por otro lado, la cinemática terrestre que se origina con Galileo, basada en tres conceptos fundamentales: espacio, tiempo y velocidad, los cuales no los define ya que para él son conceptos innatos, pero los relaciona con las leyes del movimiento, la primera para el movimiento uniforme, luego para el movimiento que denomina “naturalmente acelerado” y por último al que siguen los proyectiles.

Galileo hace una definición sobre el movimiento “naturalmente acelerado” que es propio de la caída libre, en el que la velocidad va creciendo proporcionalmente al tiempo. En donde, en una sencilla ley fenomenológica “los espacios recorridos en diversos tiempos de caída son proporcionales a los cuadrados de esos tiempos” y en una faceta experimental, Galileo crea el primer aparato físico, el plano inclinado, con el que pudo estudiar el movimiento midiendo los tiempos empleados por una bola al recorrer diversas longitudes.

De este modo, el reloj utilizado para medir estos tiempos lo describe Salviati el dialogante de Galileo y se representa como testigo de esta experiencia como se cita en García (1989):

En lo que respecta a la medida del tiempo, se empleaba un gran cubo lleno de agua, suspendido en alto, del cual, por un delgado tubito soldado en su fondo, caía un fino hilo de agua, que se recogía en un pequeño vaso durante el tiempo en que la bola descendía por el canal y por sus partes. Luego, las partículas de agua recogidas de este modo, se iban pesando cada vez con una balanza exactísima, dándonos las diferencias y proporciones de sus pesos la diferencias y proporciones de los tiempos; y esto con tal precisión que, como ya he dicho, repetidas una y otra vez estas operaciones, nunca diferían de modo apreciable. “Esa primitivísima clepsidra es el reloj descrito por el anciano Galileo en su cinemática” (p. 44).

### **2.1.2. El tiempo físico de Newton.**

García (1989) refiere que Newton en sus *Principia* define una serie de conceptos dinámicos: masa, cantidad de movimiento, inercia, fuerza, fuerzas centrífugas; son conceptos que intervienen en sus leyes. Sin embargo, al pensar en el tiempo, lo identifica como lo absoluto, en lo verdadero y matemático, y como lo relativo, con lo aparente y lo vulgar. Como lo plantea Newton (como se citó en García, 1989)

El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí mismo y por su naturaleza, fluye uniformemente sin relación a ninguna cosa externa, y se le llama, con otro nombre, duración:

el relativo, aparente y vulgar es cualquier medida (exacta o imprecisa) de la duración, realizada sensible y externamente por medio del movimiento, la cual es usada vulgarmente en vez del tiempo verdadero: como la hora, el día, el mes, el año (p.44).

Y de esta manera, habla sobre el tiempo vulgar, en lo que manifiesta:

El tiempo absoluto en astronomía se distingue del relativo por la igualación del tiempo vulgar. Los días naturales que vulgarmente para la medición del tiempo se tienen como iguales, son desiguales. Esta desigualdad la corrigen los astrónomos, para medir los movimientos celestes con un tiempo más verdadero (p.44).

Por lo anterior, Newton identifica el tiempo como una variable independiente de la física, el tiempo transcurre en las cosas que se mueven. Por consiguiente, el tiempo absoluto es intuitivamente convincente. Más allá de la subjetividad que a veces nos sugiere que este fluye de manera desigual, el sentido común nos advierte que debe existir un patrón uniforme, homogéneo, regular que nos permita medir duraciones de discursos presidenciales, lapsos entre cosechas, tiempo transcurrido entre un par de eventos cualesquiera. La intuición y la experiencia cotidiana nos dice que el valor de un lapso dado no depende de quién lo mida, que cuatro horas son cuatro horas para cualquier observador. Ese es el sentido de “tiempo absoluto” en la física de Newton.

### ***2.1.3. El tiempo de Einstein***

Este apartado se realiza con base en los planteamientos que hace Albert Einstein en su obra titulada: *Sobre la teoría de la relatividad especial y general traducida por Miguel Paredes en 2003*.

Para referirse al tiempo plantea la siguiente situación: un rayo ha caído en dos lugares diferentes separados uno del otro  $A$  y  $B$ , por lo que afirma que los impactos suceden *simultáneamente*. Sin embargo, Einstein menciona que no es posible afirmarlo con toda certeza por cual hace una explicación a fondo para así, comprobar si el resultado teórico corresponde o no con la realidad. De esta manera, se mide el segmento de unión  $AB$  a lo largo de la vía y se coloca un punto medio  $M$  un observador con un artefacto formado por dos espejos que forman un ángulo de  $90^\circ$ , que le permite una visualización óptica simultánea de ambos lugares  $A$  y  $B$ . Si el observador percibe que los rayos caen al mismo tiempo, entonces son simultáneos. De este modo, la visualización que realiza el observador que está en  $M$  permite deducir que del segmento ( $A \rightarrow M$ ) se propaga con la

misma velocidad que del segmento ( $B \rightarrow M$ ). Sin embargo, las comprobaciones de estas hipótesis sólo serían posibles si se pudiera medir el tiempo. Así, el concepto de simultaneidad solo habría que imponer una condición, y es que en cualquier caso real permite tomar una decisión empírica acerca de la pertinencia o no del concepto a definir. No obstante, Einstein (1984), menciona que tarda el mismo tiempo en recorrer el camino de  $A \rightarrow M$  que el de  $B \rightarrow M$ . Por lo tanto, no es en realidad ningún *supuesto previo ni una hipótesis* sobre la naturaleza física de la luz, sino una estipulación que permite llegar a la definición de simultaneidad.

De esta manera, se podría suponer que todos los relojes del mundo marchan “igual de rápido” si son de la misma constitución, es decir, si dos relojes colocados en reposo en distintos lugares del sistema de referencia son puestos en hora de tal manera que la precisión de las manillas del uno sea simultánea a la misma posición de las manillas del otro, entonces estas serían simultáneas entre sí.

#### **2.1.4. El tiempo en la termodinámica.**

Este apartado se realiza con base en los planteamientos que hace Coveney en su obra titulada *La flecha del tiempo* de 1992.

Un campo de la física que se ha encargado de estudiar a profundidad el concepto de tiempo es la termodinámica, partiendo de la segunda ley propuesta por Rudolf Clausius quien introduce el tiempo y la historia en un universo donde el propio Isaac Newton lo determinaba como algo perdurable, los físicos del siglo XVIII a partir de que las ecuaciones de la mecánica Newtoniana eran reversibles, establecieron que el tiempo no tiene dirección. Sin embargo, los estudios realizados por los físicos dedicados a la termodinámica, llegan a la conclusión de que todos los fenómenos son irreversibles.

Un ejemplo claro desde el comportamiento de los gases como lo expone Coveney en su libro *La Flecha del Tiempo*, indica que el flujo del tiempo se hace aparente porque existe una tendencia inexorable, en cualquier sistema que se deja a su propio curso, a que disminuya la organización y aumente el azar. Si se añade un gas a un recipiente vacío, dicho gas tenderá a distribuirse uniformemente en el espacio del recipiente. Una vez que el gas alcanza una densidad uniforme en todo el recipiente, diremos que ha alcanzado su estado máximo de entropía para dicho recipiente. Asimismo, este será su estado de equilibrio para ese sistema. Sin embargo, nunca vemos el proceso

inverso. No vemos que los gases se concentren espontáneamente dentro de los recipientes vacíos, ni que una barra de hierro con temperatura inferior a otra en contacto con la misma pase su calor a una barra de hierro más caliente (Coveney, 1992)

El físico austriaco Boltzmann pionero de la mecánica estadística manifiesta que las características de la temporalidad eran irreductibles, queriendo decir que el paso del tiempo se debía al incremento de la entropía en un sistema aislado. Lo que Boltzmann quería fundamentar es la distinción del pasado y futuro partiendo de la entropía, ya que si en ocasiones la entropía del universo corre hacia atrás los recuerdos de las personas serían acontecimientos en una dirección futura. Pensarían en los sucesos que llamamos futuro como fijos y determinados, y en los sucesos que llamamos pasado como abiertos. (Sklar, 1995).

## **2.2.El desarrollo de la noción del tiempo en el niño**

Este apartado se realiza con base en la investigación publicada por Jean Piaget en su obra titulada *El desarrollo de la noción del tiempo en el niño* traducida por Suarez y Utrilla en 2005.

Piaget por sugerencia de Albert Einstein realiza un estudio basado en los conceptos del tiempo, a partir de los saberes de los pequeños desde su experiencia y la forma verbal de comprender las nociones impuestas por los adultos. De esta manera, mediante el método de análisis de las operaciones, desde la noción de agrupamiento, la idea de número, y cantidades en el niño, se puedan aplicar a las ideas de movimiento, velocidad y tiempo, fundamentados en los problemas de la duración, y el orden temporal.

El objeto de análisis este apartado, es situar el desarrollo de la idea de tiempo desde un contexto cinemático, pero, hay una fuerte tendencia a hablar sobre la intuición del tiempo o conceptos temporales, como si este pudiera ser percibido y concebirse de igual forma que el espacio, por consiguiente, así, como el espacio es visto como una caja negra donde son colocados los cuerpos, del mismo modo el tiempo puede ser visto como la película móvil en la que se graban cuadros que suceden en función de su desarrollo.

En este sentido el tiempo para Piaget es visto como la coordinación de movimientos, ya sea de desplazamientos físicos o de movimientos en el espacio, o de esos movimientos que son anticipados o reconstruidos por la memoria. En este orden de ideas, el espacio es un algo

instantáneo captado en el tiempo, y el tiempo es el espacio en movimiento, ambos constituyen una relación de causa y efecto, y de orden que caracterizan a los objetos y sus movimientos. De esta forma, si el tiempo es la coordinación de movimientos como el espacio es el receptáculo de los objetos entonces, existe un tiempo operativo que consiste en relación entre la sucesión y la duración así, el tiempo podría ser en sí mismo cualitativo o métrico.

### **2.2.1. El orden de los sucesos.**

Para poder determinar el papel del tiempo en nuestra cotidianidad es necesario pensar en tres situaciones en particular. El tiempo está ligado a la memoria, a un proceso causal o a un movimiento bien determinado (Piaget, 2005).

De esta manera, se podría deducir que la memoria tiene una relación con el tiempo, ya que ésta hace una construcción de un sistema de referencia, y a su vez hace una reconstrucción del pasado formando un relato de sucesos, al respecto P Janet (como se cita en Piaget, 1978) otorga necesariamente una casualidad, y cuando un recuerdo aparece anterior al otro, es porque el acontecimiento al que el primero se refiere se juzga, en el orden causal, anterior al suceso que recuerda el segundo.

Los recuerdos siempre tendrán una sucesión pues, un evento irá primero que el segundo y de ningún modo en sentido contrario. Al respecto Cournot (como se cita en Piaget, 1978) define el azar mediante la interferencia de dos series causales distintas, por ende, en la memoria el tiempo es recíproco con la casualidad puesto que, es la estructura propia de nuestra historia mientras construimos y reconstruimos.

Sin embargo, para llegar a un formalismo de tiempo es necesario generar un orden causal que establezcan un vínculo entre la sucesión de los efectos y las causas así, Piaget (1978) afirma, “El tiempo es inherente a la causalidad: él es a las operaciones explicativas lo que el orden lógico es a las operaciones implicatorias” (p.14).

De esta manera, lo que se busca es hacer una reconstrucción de los acontecimientos que se caracterizan por tener una causalidad como la caída de un objeto, el goteo del agua en un recipiente entre otras, de este modo, se pasa una serie de imágenes al niño, distribuidas al azar y se le pide que las organice de forma correcta y temporal y se lograría demostrar el carácter operativo intuitivo del orden temporal puesto que la elaboración de una serie irreversible de los sucesos supone la

reversibilidad del pensamiento, es decir, operaciones como tales que permiten recorrer esa serie en ambos sentidos. (Piaget, 2005).

De acuerdo a lo anterior, el tiempo está ligado a la causalidad y al curso irreversible de las cosas, por lo tanto, las operaciones temporales son necesarias en la construcción del orden de sucesiones y de la unión con las duraciones de los desplazamientos de los objetos en el espacio. De sus investigaciones en este campo Piaget establece tres estadios que dan cuenta del orden de los sucesos.

***Primer estadio: las dificultades para reconstruir la serie global.***

Los niños en este estadio no logran organizar en un orden correcto una serie de eventos que anteceden uno después del otro, esto ocurre en un subestadio que denomina 1A, solo hasta el final logran una seriación tras varios intentos empíricos, desarrollando esto en un subestadio 1B.

*Sub- estadio 1A:* el niño no consigue hacer una seriación entre los eventos que ocurren secuencialmente ya que no consigue elaborar un relato por consiguiente, las dificultades de pensar el tiempo en la forma de una sucesión lineal y de representar los acontecimientos mediante una serie de eventos que suceden en el espacio de esta manera, se podría deducir que una vez el evento entra en el paso, el niño no logra hacer una reconstrucción de una sucesión de eventos ni tampoco situarlos en un tiempo único con desarrollo rectilíneo.

*Sub- estadio 1B:* para este subestadio los niños igual inician sin poder hacer una organización de los eventos que ocurren secuencialmente, pero luego de varios intentos empíricos logra hacer una seriación de estos eventos a medida que recuerda en qué orden ocurrió cada uno, de esta manera, si el niño logra hacer algunas correcciones en su forma de organización, se dice que el niño a separado el sub-estadio 1A y se dice que el niño no domina aún la seriación de conjunto ya que le hace falta un método de reconstrucción sistemática. (Piaget, 2005)

***Segundo estadio: arreglo concreto de los eventos completos, pero fracasó en la seriación de situaciones separadas.***

***Primer subestadio (2A): incapacidad de la seriación total.***

Primero el niño es capaz de hacer una seriación correcta de varias situaciones que ocurren secuencialmente, él falla en la seriación de eventos que surgen simultáneamente.

Segundo, el niño no comprende la correspondencia que hay entre dos situaciones que ocurren simultáneamente, tercero, el sujeto no comprende cómo surgen dos eventos de forma inversa.

Cuarto, en el transcurso de la construcción de los eventos el niño atribuye posiciones provisionales e hipotéticas antes de estar seguro de su corrección, por el contrario, atribuye una cierta firmeza en los enlaces establecidos.

*Segundo sub-estadio (2b): Fracaso inicial*

Los sujetos logran hacer una doble seriación de dos eventos, pero esto lo hacen de forma empírica y no de forma operativa. Sin embargo, las nociones de tiempo son independientes del agrupamiento operativo de las relaciones de las sucesiones, por ende, la doble seriación se da a la movilidad acrecentada que se da en el pensamiento del niño. De esta manera, el orden temporal está ligado a la capacidad de elaborar series y así los procesos que va adquiriendo el niño lo ligan a una noción de simultaneidad entre las dos series. (Piaget, 2005)

***Tercer estadio: la seriación operativa de dos eventos separados y comprensión de las relaciones de sucesión y simultaneidad.***

En este estadio se puede considerar como operativa toda separación que realiza el niño ya que no lo hace por medio de intentos, sino que lo hace por medio de una correspondencia que hay entre varios eventos. De esta manera, se puede intuir que toda acción puede ser posible y así la noción del tiempo alcanza una ordenación y ya no es de forma intuitiva.

Por lo anterior, se evidencia que hay dos procesos que logran los niños, en este estadio, primero puede realizar operaciones de doble seriación o en poner correspondencia eventos que suceden en su cotidianidad y lo puede hacer mentalmente o hacer una reconstrucción material extraída de los intentos y errores.

Segundo, el niño sabe construir dos series de eventos en correspondencia uno con el otro, con una posición bien determinada uno del otro para así lograr una significación temporal, de esta manera se infiere que hay una simultaneidad en los eventos, lo que quiere decir que fue hecho al mismo tiempo.

Por lo anterior, se llega a la conclusión que las operaciones, de separación que conducen al niño a la construcción de las nociones temporales, no son de carácter lógico- aritméticas ya que no sobrepasan el orden deductivo y no llegan a un orden propio del tiempo, de esta manera las

operaciones se dan de forma infra-lógicas o físicas, lo que quiere decir, que estas operaciones no dirigen clases de objetos o relaciones entre objetos, sino a posiciones o estado, que por consiguiente expresan transformaciones de los objetos en lugar de dejarlos constantes.

Sin embargo, Kant (como se citó en Piaget, 2005) hace una reflexión sobre el tiempo y el espacio para el filósofo no constituyen conceptos sino “esquemas” únicos (categorías a priori), porque no hay más que un tiempo y un espacio para todo el universo. Sin embargo, Piaget se aleja de esta perspectiva kantiana dirigiendo su investigación a la construcción de la noción del tiempo en el niño.

### **2.2.2. El tiempo vivido.**

#### **2.2.2.1. La noción de edad.**

Piaget hace mención al estudio llevado a cabo por O. Decroly (como se citó en Piaget, 2005) observando inicialmente las relaciones espontáneas de su hija de los 4 a los 6 años, observó una confusión entre la edad y la estatura, como si el tiempo vivido se midiera por el crecimiento. De esta manera, Piaget establece tres estadios que dan cuenta de la edad de las personas.

#### ***Primer estadio: La edad de las personas.***

Piaget percibe que, en el desarrollo de la noción del tiempo físico en los niños, el tiempo sigue siendo heterogéneo durante un largo periodo. El niño comprenderá que una persona menor a otra siempre seguirá así y sus trayectorias pueden ser alcanzadas en función de su crecimiento, es decir, están en relación con la estatura. Una de las cosas que llaman la atención es su carácter esencialmente estático y casi discontinuo de la idea que el niño hace de la edad. El tiempo vivido es un cambio que tiene ciertos estados y deja de fluir cuando se alcanzan éstos, así como para los pequeños envejecer es crecer. Piaget distingue tres estadios en el desarrollo de la noción de edad:

Primero, las edades son dependientes del orden de los nacimientos y las diferencias de edad pueden modificarse con el tiempo, no siendo este homogéneo.

Segundo: Las edades dependen del orden de nacimiento, pero las diferencias de edades no se conservan en el curso de la existencia. Las diferencias de edades se conservan en el curso de la existencia, pero no dependen del orden de los nacimientos.

Tercero, las duraciones y las sucesiones están coordinadas entre ellas y sus relaciones se conservan gracias a esta coordinación misma.

El tiempo desde el punto de vista de los niños, solo comienza con su propia memoria, por lo tanto, antes de su nacimiento no existían padres ni mayores lo que expresa un egocentrismo temporal. Por otro lado, las nociones que conciernen en cuanto a duración (la edad misma) se reduce a una confusión entre el tiempo y los datos físicos o espaciales que le sirven de contenido: la edad es la estatura, envejecer es crecer y por lo tanto es posible anular y aun intervenir una diferencia de edad creciendo más rápidamente.

### ***Segundo - tercer estadio: la edad de las personas***

*Tipo I: La sucesión correcta procede a la comprensión de las duraciones.*

Cada uno de los niños responde de una manera precisa en cuanto a la seriación de los nacimientos. Para ellos la edad de la familia significa “más edad” a nacido antes y equivaliendo a menos edad a “nacido después” pero esta comprensión se limita a la edad actual, y el hecho que haya correspondencia entre las edades actuales no implica que se conserven en el futuro. Por lo tanto, es claro que esta correspondencia aún no es operativa y constituye sin más una “intuición articulada” Al no conservarse las edades, la correspondencia entre nacimientos y las edades no se conservan.

*Tipo II: El niño deja ver que comprende la conservación de la diferencia de edades y el aspecto de duración del envejecimiento, pero sin concluir un orden de nacimientos.*

La conservación de la diferencia de edad está fundamentada en una intuición articulada, siendo comunes los “AÑOS” a los personajes comparados y disociados de su crecimiento físico, es decir de las estaturas más o menos cambiantes, en tanto el orden de la sucesión sigue siendo objeto de una intuición simple. En este estadio se puede ver que el orden de las sucesiones (seriación de los alimentos) y las duraciones y la (edad misma), están unidos por esos sujetos, es decir, hay una relación de necesidad lógica, de tal modo que la conservación de las diferencias de edades ya no sólo es afirmada sino deducida del orden mismo los nacimientos.

#### ***2.2.2.2. La edad de los animales, plantas, disociación de la edad y del tamaño.***

Se comparan las edades de los árboles, de especies y tamaños distintos para ver cómo el sujeto llegara a descubrir que esas edades dependen únicamente de la fecha en que los árboles fueron plantados y no de su tamaño. De la investigación que realizó Piaget con los niños dedujo tres estadios.

*Estadio I:* se observa una indiferenciación completa entre las nociones de la edad y tamaño pues los sujetos siguen refractarios a toda argumentación, edad proporcional al tamaño

*Estadio II:* se insiste en una diferenciación progresiva.

*Estadio III:* hay una disolución entre las dos nociones, edad y tamaño, los niños sostienen que sólo conociendo la fecha en que fueron plantados puede dar solución de manera segura al problema de cuál es la edad de dos árboles, uno pequeño y uno grande.

### **2.2.2.3.El desarrollo del tiempo físico.**

En cuanto al desarrollo del tiempo físico los niños renuncian a la idea del tamaño, y necesariamente hay que conocer la fecha de plantación de los árboles para así determinar con seguridad su edad. A partir de esto Piaget establece tres estadios.

El primer *estadio*, se caracteriza por la indiferencia total del tamaño y de la edad sin consideración a las velocidades de crecimiento.

*Segundo estadio*, se caracteriza por una diferenciación creciente que procede por intuiciones articuladas o por regulaciones intuitivas.

El tercer *estadio*, supone la coordinación de acciones en función del crecimiento. Se formula de manera explícita la heterogeneidad de los tiempos individuales.

## **2.3.Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes**

Este apartado se desarrolla con base en el capítulo: Construcción de magnitudes y organización de fenomenologías. Una propuesta para la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias del libro Comprensiones de Fenomenologías y Construcción de Magnitudes de los profesores de la Universidad Pedagógica Nacional Malagón, Ayala, Sandoval 2011.

En las ciencias que son consideradas empíricas como la química, la física y la biología, son conocidas por tomar al experimento como el eje principal para su desarrollo, sin embargo, la física es una de las ciencias que más se centra en tener prácticas experimentales para la enseñanza de la misma.

Es de resaltar que la física es una disciplina que se empieza a reconocerse a mediados del siglo XIX, producto de la unión entre la mecánica y las ciencias baconianas, así denominadas por Kuhn (como se citó en Malagón, 2011), que involucran el estudio de la electricidad, el magnetismo y el

calor, los cuales le imprimen a la física un rasgo experimental y sigue manteniendo una relación directa con las matemáticas, es así, que el carácter matemático se refiere a los planteamientos teóricos buscando un grado de coherencia que logre la elaboración teórica del fenómeno en estudio, y por otro lado el carácter experimental alude a la forma en cómo funciona el mundo físico en concordancia con los planteamientos teóricos.

De esta manera, para (Malagón y otros, 2011) el papel del experimento se aborda desde dos perspectivas, una de ellas es la hipotético-deductiva, donde el experimento es visto como un medio para validar conocimiento que obtiene por medio de los fenómenos físicos, y la inductivista que busca la elaboración de conocimiento sobre los mismos. En ambas perspectivas es claro que no existe una relación entre la teoría y la práctica, y es así, donde se considera al experimento como conector entre estas dos, viendo de esta forma, al experimento como el comprobador o verificador de las teorías que subyacen de un fenómeno de estudio.

Sin embargo, al ver al experimento desde esta perspectiva, la teoría resulta siendo el camino que permite saber en qué consiste, qué efectos produce, qué se debe observar y que se debe medir, y por otro lado se puede ver cómo funciona el mundo físico que da lugar a la organización de leyes y a la estructuración de estas teorías. En este sentido la teoría es vista como el resultado del experimento, generando así, una relación entre teoría y experimento.

Es así, que al experimento se suelen asignar algunas características, una de estas es el papel que juega la medición, puesto que en la física es conocido particularmente como la acción o proceso por el cual se le asignan números los cuales son atribuidos al mundo físico mediante la aplicación de un instrumento que permita medir una propiedad del fenómeno estudiado, al respecto Malagón y otros Plantean que:

No obstante, este reconocimiento, al pasar al ámbito de la enseñanza de las ciencias, se insiste en la relación directa entre la medición y la asignación de cantidades. Por ello, el análisis de los procesos de construcción de diversas magnitudes trabajadas en las ciencias y sus formas de medida puede aportar elementos importantes para la actividad pedagógica de las ciencias. (Malagón y Ayala, 2011, p.26)

Sin embargo, no se trata de solo medir y preparar el objeto de medición, ello impide una relación entre la experiencia sensible y la construcción conceptual, limitando la medición a la precisión de un instrumento, a las técnicas de medida y al procesamiento de datos.

Se trata también de saber con qué dispositivos se debe hacer y cómo es la forma de medir, con el fin de poder entender la actividad experimental, de esta manera, tal comprensión conduce a pensar si el instrumento mide lo que debe medir o si realmente funciona adecuadamente para el sistema físico de estudio.

En la enseñanza de las ciencias naturales, en particular en la física, los instrumentos de medida son, en muchos casos, tomados como cajas “negras” que emiten resultados, desconociendo por completo su construcción y cómo se llegó a configurar un patrón de medida, de esta manera, se consideran los instrumentos de medida no como dispositivos a los cuales es necesario tenerles fe ciega, sino que por el contrario es posible analizarlos y reconstruirlos.

En este sentido, para llegar al análisis y a la construcción de la unidad y el instrumento de medida, es necesario precisar que a los fenómenos se les suele atribuir propiedades que permitan llegar a la caracterización de la magnitud, así para Helmholtz “los atributos de objetos, que permiten la distinción de mayor, igual o menor al ser comparados con otros similares se denominan magnitudes”(Helmholtz, 1887 como se cita en Malagón, 2011, p.27), de esta manera, para poder configurar las magnitudes físicas se le deben asignar dos aspectos importantes, en primer lugar, se refiere a las condiciones que se cumplen para afirmar: qué características en particular de un cuerpo es igual, menor o mayor que el otro, es decir, se atribuyen criterios de comparación. En segundo lugar, se asigna lo que se denomina criterio de aditividad, que se refiere a la combinación física de dos objetos que puedan crear un punto de referencia y así, se les pueda asignar una cantidad numérica para que dé cuenta de la magnitud.

La comprobación de estas características se da por medio de la comparación de una propiedad del fenómeno o evento, con otro que sirva de patrón, de forma que arroje un resultado. Es así como el proceso de construcción de la medida, por ejemplo, se da por la clasificación, es la agrupación de objetos con características comunes entre ellos, donde el criterio de ordenación de estos cuerpos son sus propiedades en particular, que, aunque no se fijan por medio de una escala numérica, si

provee ordenación, dicha ordenación, puede ser el orden de las cualidades por grado de mayor a menor.

En la construcción de la magnitud se articulan dos aspectos uno de carácter cualitativo y otro de orden cuantitativo; el cuantitativo, es un aspecto que puede ser pensado en grados o intensidades, se puede decir si la cualidad es mayor, igual o menor en un caso respecto a otro, así como el número de veces que lo es, y a su vez el aspecto cualitativo que hace referencia a una cualidad o propiedad del sistema considerado.

Por lo anterior, la magnitud adquiere un carácter dual, un carácter cualitativo, que hace referencia a la cualidad del sistema considerado; y un carácter cuantitativo que permite fijar una unidad ya sea por medio de grados o intensidades. Las anteriores consideraciones permiten que haya una relación entre la magnitud y la manera en cómo se debe medir y las compresiones que se crean alrededor de la teoría de estudio.

#### **2.4. Reflexión acerca de la construcción de la magnitud del tiempo**

Por el propósito pedagógico que oriento este trabajo de grado se hizo necesario precisar cómo el docente en formación construye la magnitud del tiempo a partir de la caracterización y la construcción del instrumento de medida y a partir de su experiencia en el aula de clase. Se parte de la idea de que el tiempo se encuentra presente en todos los eventos naturales, como en el crecimiento de las plantas, la gestación de un bebé, la maduración de las frutas y los recuerdos que llegan a la memoria que permiten construir una serie de eventos que se van registrando en una película móvil. Estos eventos constituyen referentes importantes que permiten hacer reflexiones alrededor de la magnitud del tiempo a través de las experiencias sensibles. Sin embargo, es necesario la ampliación de la base fenomenológica, es decir, construir experimentos que permitan observar propiedades que se puedan medir y que, para ello, se hace necesario la construcción de instrumentos adecuados. De este modo, la ampliación de la base fenomenológica juega un papel importante en el desarrollo de esta investigación puesto que, por medio de ella, se puede llevar también a los estudiantes a la construcción de la noción del tiempo, a partir de sus experiencias sensibles y reconociendo los saberes previos que tienen a cerca de los fenómenos estudiados, base fundamental para llegar a la construcción de la magnitud.

Así mismo, con base en los saberes previos y la reflexión sobre los fenómenos construidos por medio de los experimentos, se puede llegar a construir el instrumento y la unidad de medida del tiempo, a través de la observación de los eventos propuestos para su análisis.

En esta misma dirección, es necesario también precisar que el fenómeno de estudio va ligado a los eventos, es decir, que se genera un orden de causalidad lo que permite que haya una linealidad entre cada suceso que ocurre en la cotidianidad, que existe un orden lógico en el que ocurre cada evento, por ejemplo, es necesario primero sembrar la semilla antes de que nazca el árbol y que de ninguna manera pueda ocurrir de forma contraria. Así mismo, la simultaneidad como característica principal en relación con la magnitud del tiempo debe ser construida, para ello se realizan experimentos como el de el vaciado del agua contenida de un recipiente que se encuentra en la parte superior, conectado con un segundo recipiente que se encuentra en la parte inferior, o experimentos mentales centrados en la pregunta sobre la edad de los árboles asociado al tamaño de los mismos y a la especie. A este proceso se le conoce como la simultaneidad de los eventos, lo que permite iniciar la construcción del instrumento y su unidad de medida.

### **Capítulo III**

#### **3. La construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo desde la experiencia sensible: Una propuesta desde la virtualidad**

Por el propósito pedagógico que orienta esta investigación frente al análisis de la construcción de la unidad e instrumento de medida del tiempo del niño, se plantea un módulo con una serie de actividades experimentales, que permitirán contrastar algunos planteamientos enunciados en el capítulo II.

El módulo se diseña y se implementa en un grupo de 10 de estudiantes con edades entre los 12 y 13 años del nivel Precategorial A (octavo) del colegio Liceo Campestre Bosque Andino del municipio de Sibaté del departamento de Cundinamarca, esta institución es de carácter privado con calendario A, y educación personalizada, dicha educación se desarrolla mediante niveles según su edad de desarrollo cognitivo planteadas por Piaget.

Por lo anterior, su modelo pedagógico se basa en dos postulados fundamentales para la formación de los niños, el psicológico y el pedagógico, dicho modelo recibe el nombre de “pedagogía genético-cultural” que busca formar seres humanos talentosos, creativos y felices. El postulado psicológico acepta la hipótesis del desarrollo, según la cual, un ser humano atraviesa a lo largo de su vida por varias etapas, en las que hay diferentes estructuras cognitivas, afectivas, lingüísticas y de interacción social. El postulado pedagógico se enfoca en un hexágono curricular, el cual plantea que todo acto pedagógico debe tener mínimo seis elementos: propósitos, enseñanzas, secuencia, didáctica, recursos y evaluación.

Este modelo propone varias etapas en donde el estudiante tiene un aprendizaje constante y permanente y de acuerdo a su edad de desarrollo cognitivo. Las etapas que plantea el modelo pedagógico del colegio se presentan en el siguiente esquema:



*Figura 1: Etapas de desarrollo cognitivo*

Por lo anterior, los estudiantes con los que se realizó la implementación, se caracterizan por ser activos, dinámicos y participativos lo que permite que haya una interacción mutua entre el docente y el estudiante, así, las actividades que se proponen desde el área de las ciencias naturales, en especial en la asignatura de física, tienden a tener una gran acogida por parte de ellos ya que,

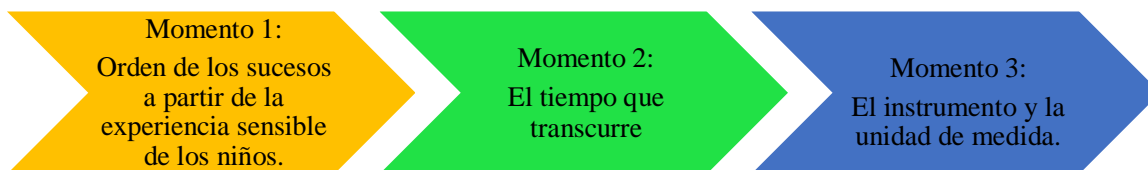
siempre hay una disposición por realizar y dar aportes desde los conceptos previos que tienen conjugándolos con sus experiencias y vivencias. De este modo, permite al docente crear nuevas estrategias que le generen al estudiante estar en una constante interacción con la ciencia y generar nuevo conocimiento y que no se quede únicamente en el ejercicio del tablero y el cuaderno.

En consecuencia, con el fin de generar espacios en el aula virtual en los que se hagan análisis alrededor de la medición del tiempo, se construye la siguiente propuesta didáctica. En la que por medio de la experiencia sensible se logre evidenciar cómo el niño desarrolla la noción del tiempo a partir de la caracterización y la construcción de la unidad y el instrumento de medida.

Se proponen los siguientes momentos que permitirán dar solidez a esta investigación:

- Momento 1: Orden de los sucesos a partir de la experiencia sensible de los estudiantes. Organización y análisis de eventos que surgen simultáneamente.
- Momento 2: El tiempo que transcurre, un análisis desde la experiencia sensible: Observación y análisis de los eventos que surgen en la cotidianidad.
- Momento 3: El instrumento y la unidad de medida. Caracterización de la unidad de medida del tiempo a través de experiencias que los estudiantes perciben desde su cotidianidad.

En el siguiente esquema se muestra la dirección en la que se llevaron a cabo cada uno de los momentos anteriormente mencionados.



*Figura 2: Momentos de la propuesta desde la virtualidad*

Cada uno de los momentos expuestos anteriormente tiene un propósito en particular que permite proponer una serie de actividades que buscan orientar al niño en la organización del tiempo a partir de su experiencia, de donde se pueden extraer conclusiones que lo lleven a dar cuenta de la medición del tiempo y en algunos aspectos aproximarse a la noción del tiempo.

A continuación, se presenta una tabla en la que se esbozan cada uno de los propósitos, actividades, recursos y los tiempos de ejecución.

Momento	Propósitos	Actividades	Objetivo de cada actividad	Recursos	Tiempo de duración
Orden de los sucesos a partir de la experiencia sensible de los niños.	Categorizar las experiencias de los niños a partir de la organización que realizan al seriar dos o más eventos que ocurren simultáneamente.	El tiempo de Emilio	Identificar cómo organizan los niños una seriación de dos eventos que ocurren simultáneamente a partir del uso de la memoria. Analizar la manera en cómo los niños relacionan el tamaño de las cosas con la edad.	Clase de física virtual por la plataforma Microsoft Teams. Video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Js1W4DLSMMg&amp;t=5s">https://www.youtube.com/watch?v=Js1W4DLSMMg&amp;t=5s</a>	45 minutos
		El orden de los sucesos	Analizar la manera en cómo los niños organizan dos eventos que ocurren simultáneamente.	Clase de física virtual por la plataforma Microsoft Teams Video de montaje experimental “El orden de los sucesos”.	90 minutos
El tiempo que transcurre	Analizar las interpretaciones que hacen los niños a través de las observaciones que realizan del tiempo que transcurre desde su experiencia.	El ladrón de los minutos	Comparar las conclusiones que extraen los estudiantes con sus pares a partir de una lectura sobre el tiempo.	Clase de física virtual por la plataforma Microsoft Teams Lectura “El ladrón de los minutos de David Lozano”	45 minutos
		Mirando al cielo	Registrar los fenómenos que los niños perciben y que están asociados directamente al tiempo para que a partir de estos se establezca una relación con el instrumento de medida.	Clase de física virtual por la plataforma Microsoft Teams Visualización al cielo desde la ventana de la habitación.	45 minutos
El instrumento y la unidad de medida.	Diseñar un instrumento de medida que les permita a los niños identificar cómo transcurre el tiempo a partir de su propia experiencia.	Jugando con el tiempo	Comparar los diferentes artefactos elaborados por cada niño para establecer una relación entre la noción de tiempo que ellos desarrollaron.	Videoconferencia por la plataforma Microsoft Teams. Materiales	90 minutos

*Tabla 1. Momentos, propósitos y actividades de la ruta de aula*

A continuación, se describen los resultados y algunos aspectos relevantes producto de la implementación de cada uno de los momentos que se llevaron a cabo durante las clases virtuales de física. De esta manera, se realizará el respectivo análisis de la implementación con el fin de visualizar aquellos factores que llevaron a los estudiantes a la construcción de la unidad y el instrumento de medida.

Como método de recolección de las respuestas emitidas por los estudiantes se diseñaron guías de trabajo, las cuales permitieron un registro detallado de las actividades y se convierte en el canal para el desarrollo de esta investigación (ver anexo 1-6). Para el análisis de cada uno de los momentos de esta unidad didáctica se postulan los siguientes lineamientos:

- Descripción y análisis del orden en el que ocurren los sucesos.
- Interpretación de las observaciones realizadas por los estudiantes en su cotidianidad.
- Construcción de la unidad y el instrumento de medida del tiempo.

### **3.1.Momento 1: Orden de los sucesos a partir de la experiencia sensible de los estudiantes**

Este momento se construye con el fin de analizar las organizaciones que realizan los estudiantes al seriar dos o más eventos que ocurren simultáneamente. Por lo tanto, las actividades se enfocaron en cuestionar a los estudiantes sobre el orden en el que suceden los eventos y porque tienen que ocurrir en ese orden.

A continuación, se describen las dos actividades que permiten alcanzar el objetivo propuesto para este momento.

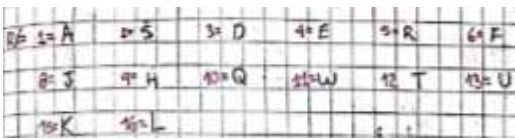
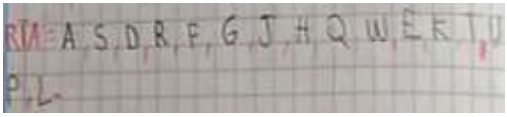
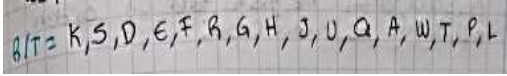
#### **ACTIVIDAD 1: El tiempo de Emilio**


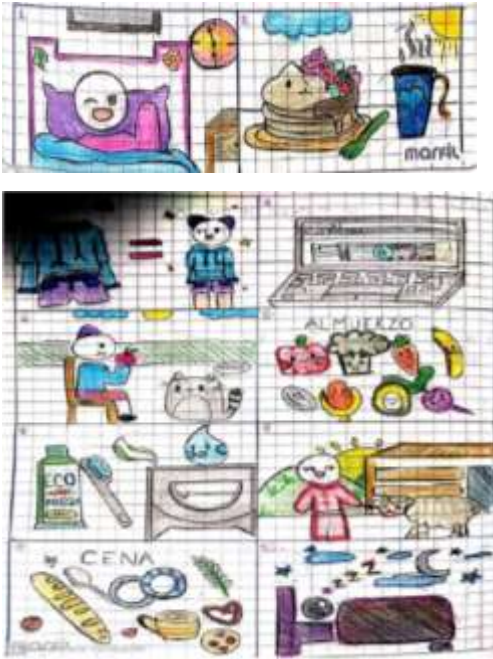


*Figura 3: El tiempo de Emilio*

Se plantea una primera actividad para que los estudiantes organicen la rutina que realiza Emilio en una mañana antes de salir para su trabajo (ver anexo 1). Al iniciar la primera actividad con los estudiantes se presenta un video en el que se muestra la rutina que realiza Emilio antes de salir para su trabajo. Después de ello se les entregó una serie de imágenes en las que se mostraban varias de las actividades que realizó Emilio, se les pidió a los estudiantes que organizaran las imágenes según lo que observaron en el video.

En la Tabla 2. Se presenta la interpretación de los resultados considerando las intencionalidades de cada pregunta propuesta en la actividad.

Pregunta	Intención	Registro	Interpretación
Organice las imágenes como crees que es el orden en las que ocurrieron, escribiendo la letra que tiene cada imagen.	Identificar como organizan los niños una seriación de los eventos que ocurren simultáneamente a partir del uso de la memoria.	<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><b>Estudiante 2:</b></p>  <p><b>Estudiante 3:</b></p> 	Los estudiantes logran hacer una organización de los eventos que ocurren secuencialmente con ayuda de su memoria y posteriormente la confrontan con sus pares.
¿Qué tuviste en cuenta para organizar las imágenes?		<p><b>Estudiante 1:</b> El tiempo y orden en el que sucedieron en el video.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Tuve en cuenta el orden en que las cosas sucedieron en el video.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> Las organice con base a como pasa en el video siguiendo todo lo que hace Emilio en su rutina diaria.</p>	Se puede afirmar que los estudiantes para seriar los eventos usan la memoria y organizan desde lo más antiguo a lo más actual.
¿Se podrían organizar las imágenes de		<p><b>Estudiante 1:</b> Si se podría, pero esto cambiaría el orden de las cosas y ya no tendría sentido,</p>	Se puede deducir que los estudiantes consideran indispensable que cada

<p>otra forma? ¿Por qué?</p>		<p>entonces en parte no, porque ya no se entenderia.  <b>Estudiante 2:</b>          “Si se puede cambiar de diferentes formas las fotos se pueden colocar las fotos al revés y al derecho se puede colocar o también cambiar de otra forma o colocar la bien o como el alfabeto”  <b>Estudiante 3:</b>          Pues de poder se puede pero no tendria logica, no tendria secuencia, no contaria igual la historia.</p>	<p>evento antecede al siguiente, es decir, es necesario que ocurra una actividad para que luego hacer la segunda.</p>
<p>Construyan una secuencia con dibujos en la que organices actividades que puedes realizar en un día de cuarentena</p>		<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><b>Estudiante 2:</b></p> 	<p>Según los dibujos presentados por los estudiantes se puede deducir que ellos generan un orden único a las actividades que realizan diariamente y por lo tanto se puede concluir que comprenden la correspondencia que hay entre dos situaciones que ocurren simultáneamente. Como lo plantea Piaget en el tercer estadio del orden de los sucesos, el niño deja de hacer una seriación intuitiva y lo hace por medio de una correspondencia que hay entre varios eventos.</p>

<p>Supón que estás en una selva y te encuentras con estos dos árboles (ver anexo 1) y necesitas saber cuál es el más viejo, ¿qué características utilizarías para saber esta información?</p>	<p>Analizar la manera en cómo los niños relacionan el tamaño de las cosas con la edad.</p>	<p><b>Estudiante 1:</b> Primero miraría su extensión, si uno es más amplio que el otro o si tiene más altura o más ramas. Segundo me fijaría en su madera, el tiempo que lleva allí, si su tronco es más fuerte y ancho y resistente o desgastado. Tercero observaría sus raíces, si se ven las marcas en su tronco el espacio que ocupa y el color de la madera.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Yo creo que el árbol ancho es el más viejo, ya que por su gran tamaño se ve que está más desarrollado por sus años de vida (no son de la misma especie).</p> <p><b>Estudiante 3:</b> “Si nos encontramos estos dos árboles en la selva si miramos el más viejo sería el segundo porque los arboles viejos son de ese tamaño grande mientras que el otro es más joven es el pequeño y entre esos quien lleva más tiempo es el segundo porque el tamaño de la segunda foto significa que ha llevado más tiempo y más años”.</p>	<p>Según las respuestas de los estudiantes se puede afirmar que relacionan la edad con el tamaño, ya que para ellos la edad de los árboles es proporcional al tamaño.</p>
<p>¿Puedes asociar el tamaño del árbol con la edad de cada árbol? ¿Por qué?</p>		<p><b>Estudiante 1:</b> Depende de la especie del árbol. En el caso de las imágenes yo diría que no. Porque no significa que porque sea más alto tenga edad o viceversa. Puede que el más viejo tenga un tiempo de crecimiento más lento al otro. También puede que la especie se expanda hacia los lados y no hacia arriba.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> No se puede asociar ya que esos árboles son de diferente especie y además si viera un árbol ancho y un pino, sabría que el árbol ancho es más viejo por su gran tamaño, en el tronco y sus ramas.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> “Si podemos asociar estos dos árboles de quien lleva cuanto tiempo y como es la historia de estos árboles y su tamaño de estos dos árboles no serían iguales porque el primero es más pequeño que el otro y mientras que el pino es más grande que el primero y la edad de estos dos sería el</p>	<p>Los estudiantes 1 y 2 atribuyen la edad de los árboles a la especie de cada uno de ellos, esto hace que el transcurso del tiempo sea diferente para cada uno. Sin embargo, el estudiante 3 sigue asociando el tamaño de cada uno con su edad cronológica, dejando de lado el tiempo en el que fueron plantados.</p>

		primero le pongo unos 20 años mientras que el pino tiene unos 55 años porque uno para identificar si un árbol pequeño es joven y los más grandes son los que están más tiempo y más viejos”	
--	--	---	--

*Tabla 2. Análisis de resultados primera actividad- Momento 1*

Las respuestas mostraron que los estudiantes organizan las imágenes secuencialmente en un 80%, algunas de las imágenes no se ubicaron en el orden correspondiente ya que, simultáneamente estaban ocurriendo dos eventos o más, lo que provocó que los estudiantes pensarán que estaban hilando el mismo evento, respecto al anterior.

Al respecto, también se evidencia que los estudiantes se percataron que una imagen fuera consecuente a la otra y pudiera formar la rutina de Emilio, detallando el tiempo y momento en el que ocurrió cada hecho permitiendo deducir que los eventos tienen un único orden puesto que es necesario que ocurra uno de los sucesos para que se produzca el siguiente, es decir, Emilio primero tuvo que levantarse de su cama antes de ir a la cocina y de ninguna forma podría ocurrir al revés ya que un evento antecede al siguiente.

Por consiguiente, y basados en la rutina que los estudiantes construyeron a partir de su cotidianidad, se puede afirmar que, han establecido un horario para realizar cada una de sus actividades y que difícilmente se puede modificar ya que, existe un orden inicial de realizar esta rutina. En este orden de ideas, los estudiantes privilegian una sola dirección para el tiempo y por ende solo puede existir en su lógica una forma de seriar las actividades.

Ahora bien, también es posible evidenciar que los estudiantes relacionan el tamaño del árbol con la edad de maduración, es decir, entre más grande el árbol es más viejo con relación a uno que es pequeño y pudo haber sido plantado primero. Y en un segundo momento, las respuestas van dirigidas a que depende exclusivamente de la especie del árbol dejando de lado la fecha en el que fue plantado.

Esto corrobora lo que Piaget planea en el tercer estadio del desarrollo del tiempo físico, el niño renuncia a la idea del tamaño, dirigiéndolo a pensar que únicamente se puede saber la edad del árbol, conociendo la fecha en el que fue planteado, de esta manera, llama a este estadio como la coordinación de acciones en función del crecimiento.

## ACTIVIDAD 2: El orden de los sucesos











Figura 4: El orden de los sucesos

Se organiza una segunda actividad la cual consiste en tener dos recipientes (I) y (II) unidos, se llena el recipiente uno, el cual se va desocupando por un orificio que hay en la tapa y va llenando el recipiente (II) (ver anexo 2 y 3), permitiendo que los estudiantes identifiquen el orden en el que ocurre dos o más eventos secuencialmente (ver anexo 2 y 3), para que de esa manera puedan evidenciar el cambio que se genera al pasar de un suceso a otro. Del mismo modo, se pretende que a través de la actividad los estudiantes puedan hacer una separación de los dos eventos y atribuyan una correspondencia entre los eventos, aun estando separados.

En la Tabla 3. se presenta la interpretación de los resultados considerando las intencionalidades de cada pregunta propuesta en la actividad.

Pregunta	Intención	Registro	Interpretación
¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 3?	Analizar la manera en cómo los niños organizan dos eventos que ocurren simultáneamente.	<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><b>Estudiante 2:</b></p>  <p><b>Estudiante 3:</b></p>	Se puede afirmar que los estudiantes hacen una seriación de dos o más eventos que ocurren simultáneamente, basados en los cambios que se van registrando a medida que el líquido pasa de un recipiente a otro.

			
<p>En la diapositiva 5 y 7 encontraras un grupo de imágenes con los recipientes (I) y (II) separados. ¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 5?</p>		<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><b>Estudiante 2:</b></p>  <p><b>Estudiante 3:</b></p>  <p><b>Estudiante 4:</b></p> 	<p>Se afirma que los estudiantes inicialmente hacen una seriación correcta de dos o más eventos que ocurren simultáneamente, pero fallan en la organización de estos eventos cuando son separados, ya que no hay correspondencia entre el recipiente (I) y el (II).</p>
<p>¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 7?</p>		<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><b>Estudiante 2:</b></p>  <p><b>Estudiante 3:</b></p> 	
<p>¿Se necesita el mismo tiempo para que se desocupe el recipiente (I) y se llene (II)? ¿por qué?</p>		<p><b>Estudiante 1:</b> Sí, porque tenemos la misma cantidad de agua arriba y cayendo, significa que es el mismo tiempo porque es la misma cantidad de agua, el mismo tamaño del recipiente y la misma consistencia del agua.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> No tardaría lo mismo ya que hay diferencia de agujeros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El recipiente I es más ancho por lo tanto se llenaría más rápido.</li> </ul>	<p>Se puede afirmar que la cantidad de agua que cae por el orificio es proporcional al paso del tiempo, y de esta manera se deduce que los estudiantes comprenden que existe una relación entre la forma en</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>El recipiente II es más pequeño (una tapa con un agujero), no se llenaría de la misma forma rápida.</li> </ul> <p><b>Estudiante 3:</b> Si porque contienen la misma cantidad de agua esto hace que los tiempos sean totalmente iguales.</p>	cómo ocurren los eventos, respecto al paso del tiempo.
¿Tarda el mismo tiempo en cambiar el nivel del agua cuando pasa del nivel 1 al 2, de 2 a 3, de 3 a 4? ¿por qué?		<p><b>Estudiante 1:</b> Sí, porque transcurre la misma cantidad de agua, en la misma cantidad de tiempo. Lo único que cambia es la cantidad. Además, es el mismo recipiente, todos los factores son los mismos y utiliza el mismo tiempo.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Si tarda el mismo tiempo, ya que los agujeros de las tapas es totalmente el mismo, por lo tanto siempre se llenará de la misma forma y con el mismo tiempo.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> Si ya que en cada imagen aumenta la misma cantidad de agua u también porque el agua siempre va al mismo ritmo.</p>	Teniendo en cuenta las respuestas de los estudiantes se concluye que existe una relación entre la cantidad de líquido que sale por el agujero y el tiempo que transcurre ya que para pasar de un nivel a otro es necesario que exista una relación entre estos dos componentes.
¿Cuál es la relación entre el tiempo y la cantidad de líquido en este experimento?		<p><b>Estudiante 1:</b> La relación es que a medida que avanza o transcurre el tiempo, la cantidad del líquido del recipiente (I) va disminuyendo a medida que el agua cae y va llenando el recipiente (II).</p> <p><b>Estudiantes 2:</b> La relación que existe es que dependiendo de la cantidad de líquido que se le suministre al recipiente variaría el tiempo, por ejemplo, si se suministra mucho líquido se demora más tiempo en que pase de un lugar a otro, en cambio si se le suministra poco líquido, no se va demorar tanto tiempo al llenar el otro recipiente.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> El tiempo que ocupa es proporcional al nivel que ocupa.</p>	Se puede afirmar que la cantidad de agua que cae por el orificio es proporcional al paso del tiempo, y de esta manera se deduce que los estudiantes comprenden que existe una relación entre la forma en cómo ocurren los eventos.

*Tabla 3. Análisis de resultados segunda actividad- Momento 1*

El desarrollo de esta actividad permitió evidenciar que los estudiantes organizan las imágenes haciendo uso de la lógica, lo que conlleva a que tuvieran que realizar la experiencia varias veces hasta lograr un orden correcto. Sin embargo, cuando el recipiente (I) es separado del (II), los estudiantes presentan algunos errores en la organización de estos dos eventos ya que, no hay una correspondencia entre uno y el otro, por lo que es necesario que ellos tengan que volver a revisar

el orden del primer instante para que puedan llegar a un orden correcto y puedan asignar una relación entre (I) y (II) puesto que, son dos eventos que surgen simultáneamente y es necesario que ocurra uno para que suceda el segundo y se genere un orden entre los dos.

Lo anterior permite considerar que las operaciones de seriación en la construcción de eventos que ocurren simultáneamente no son de carácter lógico ya que, están ligados al espacio y momento en el que ocurrieron dichos eventos.

En consecuencia, las dos actividades permitieron analizar la manera cómo los estudiantes organizan eventos que surgen simultáneamente y la necesidad que haya una correspondencia uno con el otro; como, por ejemplo, la rutina que los estudiantes plantean corresponde a una serie de actividades que antecede una de la otra, primero preparan su desayuno y luego se lo comen, estos eventos no pueden ocurrir en forma contraria porque necesariamente primero hay que preparar los alimentos para luego ingerirlos, lo que permite afirmar que un evento necesariamente tiene que ocurrir primero para que puede suceder siguiente.

De esta manera, se puede generar una relación entre la actividad uno y la dos ya que, las dos actividades están directamente relacionadas puesto que, para la actividad 2 es necesario que se desocupe el recipiente (I) para que el recipiente (II) se llene, pero nunca ocurrirán en sentido contrario, de esta manera, se les atribuye una simultaneidad a estos dos sucesos y permiten que se pueda generar una linealidad temporal entre un evento y otro.

### **3.2.Momento 2: El tiempo que transcurre**

Este momento está encaminado a analizar la manera en que los estudiantes entienden su entorno y cómo a través de la experiencia ellos construyen conocimiento para así, generar explicaciones acerca de los eventos que surgen en la cotidianidad y que sirvan de herramienta para llegar a caracterizar la unidad y el instrumento de medida.

A continuación, se describen las dos actividades que fueron desarrolladas con el fin de dar cumplimiento al objetivo planteado para este momento.

#### **ACTIVIDAD 1: El ladrón de minutos**



Figura 5: El ladrón de los minutos

La actividad propuesta en este momento va encaminada analizar las conclusiones que extraen los estudiantes a partir de una lectura que se les plantea titulada “El ladrón de los minutos” de David Lozano Gárbala (ver anexo 4), en el primer capítulo habla sobre la eliminación de un día del año y por lo tanto genera una problemática en la sociedad en donde se desarrolla la historia. A partir de esto, se plantean una serie de preguntas que extrapolan a la cotidianidad de los estudiantes.

En la Tabla 4. se presenta la interpretación de los resultados considerando las intencionalidades de cada pregunta propuesta en la actividad.

Pregunta	Intención	Registro	Interpretación
¿Qué consecuencias crees que pudo traer el eliminar ese día del calendario?	Comparar las conclusiones que extraen los niños con sus pares a partir de una lectura sobre el tiempo.	<p><b>Estudiante 1:</b> Es algo muy extraño, que eliminara sin aparente motivo un día del calendario. Una consecuencia primero es que ahora el año es más corto, dos, los días de los demás meses se correrían un día y los meses se desorganizan, tres, lo que pasa en el cuento, las personas que nacieron ese día no cumplirían años y también se correría nuestra percepción del tiempo y los días, cambiaría un detalle el resto de la historia.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Pudo traer muchas consecuencias como el desorden de los días, el adelanto de los años la cancelación o aplazamiento de algunos eventos.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> Alterar la secuencia del año afectaría el cumpleaños a alguien, interrumpir el</p>	Según las respuestas emitidas por los estudiantes se puede afirmar que se perdería el orden que ya está establecido para medir el transcurso de los días y esto produciría cambios en las diferentes actividades que realizan los seres vivos.

		nacimiento de alguien, arruinar diferentes acontecimientos que pasaran ese día.	
¿Qué pasaría si en vez de eliminar un día se elimina un mes?		<p><b>Estudiante 1:</b> Inconformidades. Primero que todo, nuestra vida cambiaría totalmente porque el año se correría, después, en el resto de la de historia de la humanidad todo sería un cambio, las estaciones se correrían, las fechas de los cultivos, las celebraciones, las fechas importantes, nuestros cumpleaños, habría inconformidades sociales. Pero es por nuestra percepción del tiempo, porque nos han acostumbrado a esa rutina, ya que por ejemplo los indígenas tenían otro calendario y no pasó nada, y los animales no tienen calendario y no pasan cosas graves en la tierra. Solo cambiaría nuestra forma de ver el tiempo, no influiría en otros procesos biológicos.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Pues los años durarían menos por lo tanto muchas cosas se adelantarían y ocurrirían más seguido como los cumpleaños.</p>	Las respuestas de los estudiantes conducen a analizar la forma en cómo cambiarían las actividades que realizan los seres vivos puesto que ya existe un orden establecido para realizar las diferentes actividades, esto conlleva pensar que es necesario que siga existiendo un orden para que no se afecte la forma de medir el tiempo.
¿Qué solución plantearías para que no se afecte el tiempo cuando se elimina este día?		<p><b>Estudiante 1:</b> Lo más complicado sería adoptar a toda una sociedad. Una solución podría ser agregar un día a otro mes. Otra solución podría ser que no se salte del 6 al 7 de octubre, sino que simplemente se eliminara el último día, entonces ya no habría 31 de octubre. Otra solución sería alargar más el tiempo de los días, aunque sería extraño, más horas en un día. También podríamos intentar simular que nunca existió ese día, pero sería muy difícil.</p>	Se puede afirmar que es necesario crear espacios que tengan la misma relación para que los sucesos que ocurren no pierdan su sentido.

**Tabla 4.** Análisis de resultados primera actividad- Momento II

Se logra evidenciar que los estudiantes generan cuestionamientos alrededor de la posibilidad de eliminar un día o un mes del calendario, entre las respuestas se comprueba que el ritmo de vida que se lleva tendría un cambio radical y en la que tendría que pensar la forma de generar nuevas rutinas para que el orden que se lleva no se vea afectado ya que, tanto los humanos como los animales y las plantas están en función del orden que se le ha dado a esta serie de eventos que suceden en relación uno con otro, como por ejemplo, el día y la noche.

Por ende, se puede concluir que los días que están ordenados secuencialmente, y son eventos que ocurren simultáneamente en una misma dirección, pero no ocurren viceversa, no se pueden modificar y siguen un mismo orden.

### ACTIVIDAD 2. Mirando al cielo



Figura 6: Mirando al cielo

Se organiza una segunda actividad enfocada a que los estudiantes registren los fenómenos que ellos perciben y que estén asociados directamente con el tiempo para que a través de estos ellos puedan establecer una relación con el instrumento de medida. (ver anexo 5)

En la Tabla 4. se presenta la interpretación de los resultados considerando las intencionalidades de cada pregunta propuesta en la actividad.

Pregunta	Intención	Registro	Interpretación
¿Cómo sabes que termina el día y empieza la noche?	Registrar los fenómenos que los niños percibe y que están asociados directamente al tiempo para que a partir de estos él pueda establecer una relación con instrumento de medida.	<p><b>Estudiante 1:</b> Porque cuando termina el día el sol es reemplazado por la luna y el cielo se oscurece.</p> <p><b>Estudiante 2:</b> Primero ya hemos generado inventos favorables, lo sé por la hora con un reloj puedo saber si de madrugada o mediodía o incluso media noche, pero en caso de que faltara, o se quedara sin batería el reloj, la solución sería el cielo, mirando el cielo podemos saber si es de día o de noche, claro, no podríamos decir la hora exacta, pero nos guiamos por la luz y la oscuridad, por el sol y la luna, las nubes y las estrellas. Sabemos que es de día por el Sol, según de la posición de este, sabemos si es de madrugada o de tarde y, por otro lado, cuando se oculta el sol, podemos ver con claridad la luna, el cielo se ve más oscuro y podemos percibir las estrellas y poder saber que ya es de noche.</p>	Según las respuestas emitidas se afirma que a partir de la observación de su experiencia sensible se puede llegar a fortalecer los conocimientos ya existentes que le permitirán al estudiante empezar a generar ideas sobre la forma de medir el tiempo, como en el caso del estudiante 2 donde señala la medida con el sol o la luna.

		<b>Estudiante 3:</b> “Cuando se pone oscuro, cuando anochece”	
¿La tierra se mueve? ¿De qué manera lo hace? ¿Qué movimientos realiza la tierra desde lo que observas?		<b>Estudiante 1:</b> Desde lo que puedo ver de mi ventana puedo percibir la rotación ya que, puedo observar como se va desplazando el sol las nubes y quizás, si presto mucha atención pueda sentir levemente el movimiento constante, solo que ya estamos acostumbrados. Si durara todo el día mirando, podría observar todo el recorrido del sol hasta llegar a la noche. <b>Estudiante 2:</b> Puedo ver la traslación viendo como el sol cambia de posición y luego desaparece. <b>Estudiante 3:</b> La tierra si se mueve desde lo que observo pasado un determinado tiempo mediante va girando se va cambiando de día a noche.	El movimiento que realiza la tierra permite que los estudiantes observen la manera en cómo transcurren los eventos, es decir, pueden evidenciar el cambio que hay del día a la noche y de esta forma, evidencian que hay un cambio entre un evento y otro para así, establecer una linealidad entre ellos.
¿Qué ocurriría con el tiempo si la tierra dejara de moverse?		<b>Estudiante 1:</b> En el reloj, el tiempo continuaría, pero si ya no se moviera nos extinguiríamos. Si queda de día, siempre haría sol, las cosas se secarían y siempre sería de día y en la otra parte de la tierra siempre sería de noche, se enfriarían el de todo se descontrolaría, las plantas morirían y luego los animales finalmente nosotros. <b>Estudiante 2:</b> Lo que ocurriría es que una parte de la tierra quedaría de día y la otra de noche. <b>Estudiante 3:</b> Se detendría, ya que cuando se mueve la tierra permite que pueda haber pasar de día a noche, lo dificultaría medir el tiempo.	Las respuestas de los estudiantes conducen a una misma idea, permitiendo deducir que ya no habría una simultaneidad entre los eventos que ocurren ya que, necesariamente tienen que ocurrir en el mismo instante de tiempo y no uno separado del otro, como en este caso que una parte de la tierra permanece en el día y la otra en la noche, lo que provocaría cambios en la medición del tiempo.
¿Cómo podrías medir el tiempo si la tierra deja de hacer sus movimientos?		<b>Estudiante 1:</b> Una forma sería si los relojes siguieran avanzando, sabríamos la hora y la época en la que nos encontramos y así contado el correr de los días y los años. Otra forma podría ser guiándonos por el cambio de las cosas, el crecimiento de las plantas, la maduración de las frutas el desarrollo de los animales, la caída de las hojas y el deterioro de ciertos objetos.	Las respuestas de los estudiantes conducen a replantearse la forma de medir el tiempo buscando puntos de referencia desde su experiencia sensible, como por ejemplo el crecimiento de las plantas que nacen con

	<p><b>Estudiante 2:</b> Utilizando el agua, podríamos inventar un sistema de goteo, que nos ayudaría tener en cuenta, ya sea de segundos, horas días o años. Un goteo cada cierto tiempo. Modificar de alguna manera un artefacto que funcionara por goteo cada cierto tiempo. También usando arena u otras sustancias.</p> <p><b>Estudiante 3:</b> Se podría crear un péndulo que este en constante movimiento y así poder llevar la cuenta, quizás no de las mismas formas de siempre, pero al menos llevaría algún orden.</p>	<p>ayuda del sol o con la oscuridad, o la evolución de los seres vivos.</p>
--	--	---

**Tabla 4.** Análisis de resultados segundo actividad- Momento II

La actividad estaba orientada a que por medio de la experiencia de los estudiantes logren extraer fenómenos que ocurren en la naturaleza para así, llevarlos a generar comprensiones acerca del funcionamiento del mundo físico que se relacione directamente con la medición del tiempo.

Al respecto, se proponen una serie de situaciones que conllevan al estudiante a sacar conclusiones a partir de su experiencia sensible. Un papel clave en esta actividad es la observación ya que, por medio de ella se llega a generar patrones de comparación que los lleven a caracterizar la unidad y el instrumento de medida. Como primer referente se utiliza el cambio que hay del día a la noche, como eventos continuos que permite que uno anteceda al otro y se generen relación entre sí para llegar a la construcción de instrumentos que permitan medir el tiempo.



### **3.3.Momento 3: El instrumento y la unidad de medida**

Este momento se propuso con el fin de que los estudiantes lleguen a diseñar un instrumento de medida que les permitan identificar cómo transcurre el tiempo a partir de su propia experiencia tomando como referencia las actividades anteriormente propuestas que servirán de base para la ejecución de dicha herramienta.

Al iniciar la actividad se abre un espacio para hablar sobre la necesidad que tuvo el ser humano para medir el tiempo, basados en la historia y en la evolución de los diferentes artefactos que den cuenta del paso del tiempo. De esta manera, se generan ciertas situaciones encaminadas a generar reflexiones en los estudiantes como las que se muestran en la Actividad 2 del Momento 2, para

que desde allí y su experiencia puedan llegar a caracterizar su propia unidad e instrumento de medida del tiempo

En la Tabla 5. se presenta la interpretación de los resultados considerando las intencionalidades de cada pregunta propuesta en la actividad.

Pregunta	Intención	Registro	Interpretación
<p>Construye un reloj con materiales reciclables que dé cuenta de la medida del tiempo. A continuación realiza un video explicando su construcción y funcionamiento, y cómo sería útil en las actividades que realizas a diario.</p>	<p>Comparar los diferentes artefactos elaborados por cada estudiante por medio de una videoconferencia para establecer la relación entre la noción del tiempo que ellos desarrollaron.</p>	<p><b>Estudiante 1:</b></p>  <p><a href="https://youtu.be/IWHOb8i41HM">https://youtu.be/IWHOb8i41HM</a></p> <p><b>Estudiante 2:</b></p>  <p><a href="https://youtu.be/iz5J8PqDd18">https://youtu.be/iz5J8PqDd18</a></p> <p><b>Estudiante 3:</b></p>	<p>Los estudiantes basados en las experiencias anteriores proponen sus unidades e instrumentos de medida que les permita dar cuenta del paso del tiempo a través de eventos simultáneos que conllevan a una linealidad temporal puesto que, cada evento está relacionado entre sí cómo, por ejemplo, el estudiante 1, utiliza dos eventos para dar funcionamiento a su reloj, es necesario que primero se encienda la vela para que después caiga la bola y esto a su vez permita encender la siguiente vela. Este proceso se repite sincrónicamente lo que permite que pueda haber una simultaneidad en</p>

		 <p data-bbox="743 646 1130 676"><a href="https://youtu.be/txbYKNXkDFA">https://youtu.be/txbYKNXkDFA</a></p>	<p data-bbox="1198 191 1421 254">los eventos que se muestran allí.</p>
--	--	--	--

**Tabla 5.** Análisis de resultados primera actividad- Momento III

Al analizar los artefactos creados por los estudiantes se puede evidenciar que es necesario que exista una correspondencia entre los eventos que ocurren en el funcionamiento de dicho instrumento para que, de esta forma, exista una linealidad y se pueda asumir que el estudiante entiende cómo se construye la unidad de medida.

De esta manera, al observar la unidad y el instrumento de medida del estudiante 1, se evidencia que su funcionamiento consta de un circuito de velas, en donde se enciende la primera vela que se encuentra en un extremo, está dura en consumirse una hora, seguido de esto se prende una cuerda que enciende un papel para que caiga una esfera que indica que ha pasado una hora, el fuego sigue corriendo por la cuerda hasta encender una segunda vela que hace que se repita el proceso anterior hasta llegar a una tercera vela que enciende un incienso como señal de que han pasado dos horas. Como cada vela dura en consumirse una hora es así como el estudiante asigna su unidad de medida a lo cual llama “Fire.3”.

Por lo anterior, se puede deducir que los eventos que ocurren en un orden sincrónico ya que, es necesario que primero se consuma la primera vela para que pueda caer la esfera y que de este modo se encienda la siguiente vela, este proceso no podría ocurrir de forma contraria puesto que, un suceso antecede al siguiente y de esta forma, se estaría hablando de una simultaneidad entre dos eventos.

Para el caso del estudiante 2 y 3, siguen el mismo hilo conductor de la experiencia anterior, ligan dos sucesos para que pueda ver una simultaneidad entre ellos y de esta forma, se pueda llegar a la caracterización y construcción de la unidad y el instrumento de medida.

## **Capítulo IV**

### **Reflexiones finales**

Las reflexiones que se desarrollaron a lo largo de esta investigación permitieron llevar al estudiante a construir otra mirada sobre las ciencias naturales, en particular la física y la forma en cómo el conocimiento de esta disciplina, se construye a través de su experiencia sensible. De este modo, durante las actividades propuestas que fueron encaminadas a que los estudiantes generaran sus propias comprensiones a partir de lo que ellos observaban y que conjugándola con sus saberes pueden dar cuenta de un fenómeno en particular.

Así pues, desde su experiencia se pretendió que los estudiantes analizaran los sucesos que ocurrían en su cotidianidad y cómo estos se relacionaban entre sí con el fin de llevarlos a generar una concepción de simultaneidad y llegar a la caracterización de la unidad y el instrumento de medida.

Una de las preocupaciones que surgieron al desarrollar las actividades planteadas fue la modalidad en las que éstas se iban a llevar a cabo ya que, en el momento de la implementación de la propuesta, el país se encontraba en aislamiento por una pandemia que atravesaba el mundo a causa del virus Covid-19, lo que obligó a cerrar instituciones educativas y demás espacios en los que hubiese aglomeración de gente. Por consiguiente, fue necesario replantearse la forma de llevar a cabo la investigación, orientándola hacia la virtualidad y haciendo uso de herramientas tecnológicas, reemplazando el tablero y el cuaderno por un computador. Por medio de estas plataformas se construyeron actividades para que los estudiantes interactuaran de manera significativa. Esto por cuanto se entiende que las interacciones en clase, las preguntas, comentarios y la realización del trabajo en grupo presencial permite la emergencia de un ambiente propicio para la construcción de los aprendizajes en ciencias naturales.

Sin embargo, la forma de implementación no incidió de manera significativa en la realización de las actividades propuestas, ni en la recolección y análisis de las respuestas de los estudiantes ya que, la investigación se ligó a la experiencia sensible de los estudiantes y por medio de ella se logró cumplir el objetivo principal de esta investigación, en tanto el estudiante construye conocimiento y genera nuevas reflexiones acerca de la medida del tiempo a partir de la ampliación de su experiencia

Al respecto, se pudo evidenciar que los estudiantes se motivan más, cuando se generan discusiones acerca de algún fenómeno físico que se quiera abordar puesto que, con las ideas previas que tienen y lo que su experiencia les muestra generan nuevo conocimiento.

Así mismo del trabajo de análisis sobre las respuestas de los estudiantes, se verifica que ellos alcanzan el estadio tres en el que se puede considerar como operativa toda separación que realiza el niño ya que no lo hace por medio de intentos, sino que lo hace por medio de una correspondencia que hay entre varios eventos. De esta manera, se puede intuir que toda acción puede ser posible y así la noción del tiempo alcanza una ordenación y ya no es de forma intuitiva. (Piaget, 2005).

Por lo anterior, en la propuesta implementada se logra un proceso de construcción de la noción de tiempo físico en los estudiantes del nivel Precategorial que participaron de esta investigación. A partir de la medición del tiempo que se desarrolla mediante la construcción de la unidad y el instrumento de medida, basado en sus condiciones materiales y lo que le aporta su experiencia sensible. Aspecto que se constata en las respuestas expuestas en la tabla 5.

De esta manera, la ampliación de la base fenomenológica permitió que el estudiante comprendiera cuál es el papel de la experiencia en el desarrollo del fenómeno de estudio, que para este caso es la medición del tiempo, permitiendo que generará reflexiones alrededor del papel que juega está en el experimento, de esta forma, el estudiante comprende la forma como se construyen explicaciones a los fenómenos del mundo físico y en términos generales cómo funciona éste.

Como reflexión final, se pudo observar que la propuesta pedagógica llevada a cabo bajo la modalidad virtual permitió: en primer lugar, que los estudiantes se sintieran protagonistas de su propio aprendizaje, por cuanto las preguntas y actividades propuestas las llevaban a cabo ellos mismos con los recursos que encontraron en sus casas, en segundo lugar, que los padres de familia y en general la familia se involucrara de manera natural en el desarrollo de las reflexiones de los

niños y en la realización de las actividades prácticas acordadas; en tercer lugar, dado que las respuestas a las preguntas y los reportes de las actividades se deberían pasar por internet, éstas se tenían de primera mano, haciendo más fácil la organización y sistematización del material base para la interpretación y el análisis.

### **Referencias bibliográficas**

- Alligné, M., Wurster, S. (productores) & Weibel, F. (director). (2012). *Destiny. Gestión del tiempo y el destino* [cortometraje animado]. España: Instituto de Asistencia Psicológica y psiquiátrica Mensalus
- Arca, M, Guidoni, P. y Mazzoli, P. (2016). Experiencia, Lenguaje y Conocimiento: (Capítulo I) El desarrollo del proceso cognitivo como tarea de la educación. En G. Jiménez y R. Pedreros (Eds.), *El aula como sistema de relaciones: Módulo de pedagogía II* (pp. 63-80). Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional
- Bautista, E. (2005), *Acerca de la experimentación en la enseñanza de las ciencias* (Tesis de pregrado), Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Bausela, E. (2016), *La docencia a través de la investigación-acción*. España, universidad de león. Recuperado de [Efile:///c:/users/user/downloads/682bausela%20\(1\).pdf](file:///c:/users/user/downloads/682bausela%20(1).pdf)
- Cañivano, R. (2014), *Modelación y animación de un reloj de péndulo* (Tesis de pregrado), Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales. Valladolid, España. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/13227/1/TFG-P-171.pdf>
- Coveney, P. (1992). *La flecha del tiempo*. Barcelona: Plaza, Janes.
- Davies, P. (1995). *About time, Einstein's unfinished revolution. (1ª Ed.)*. New York: Simón & Schuster.
- Einstein, A. (2003). *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. España: Alianza Editorial.
- Garcia, M. (1989). El tiempo de la física: de Newton a Einstein. *Enrahona, 15*, 39-59. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/enrahonar/0211402Xn15/0211402Xn15p39.pdf>
- Gutiérrez, Y. (2008), *La experimentación y la formulación de problemas como alternativa para construir conocimiento* (Tesis de pregrado), Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia

- Jespersen, J, Fitz-Randolph, J. (1977), *From sundials to atomic clocks, understanding time and frequency*. Washington: National Bureau of Standards.
- Lozano, D. (2016). *El lardón de los minutos*. España: Edebé. Recuperado de <https://www.edebe.com/publicaciones-generales/img/cast/121163.pdf>
- Malagón, J. Ayala M. & Sandoval M. (2011), Construcción de magnitudes y organización de fenomenologías. Una propuesta para la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. En M. Ayala, J. Malagón y S, Sandoval (Ed.) *El Experimento En El Aula, Comprensiones De Fenomenología Y Construcción De Magnitudes*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (2020), *Lineamientos para la prestación del servicio de educación en casa y en prespecialidad bajo el esquema de alternancia y la implementación de prácticas de bioseguridad en la comunidad educativa*, Bogotá D.C. Recuperado de [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-399094\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-399094_recurso_1.pdf)
- Piaget, J. (2005), *El desarrollo de la noción del tiempo en el niño*, México, D. F.: Fondo de cultura económica.
- Rae, (2016). Real academia española, tiempo. Madrid, España. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=zir6ipf>
- Sklar, L. (1995). *Time in experience and in theoretical description of the world*. Cambridge

## Anexos

### Anexo 1: El tiempo de Emilio

# EL TIEMPO QUE TRASCURRE

## Activity N° 1

**Time:** 45 minutos

**Objective:** Ordena de forma adecuada eventos que ocurren en la cotidianidad.

**Materials:** Modulo, cuaderno, lápiz, borrador y tajalápiz.

### El tiempo de Emilio

1. Observar el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=Js1W4DLSMMg&t=5s> detalla cada una de las actividades que realiza Emilio en su rutina diaria.
2. Después de observar el video, analiza y organiza las imágenes que están a continuación teniendo en cuenta el orden en el que Emilio realizó sus actividades. Hazlo en el siguiente cuadro:







3. Organice las imágenes como crees que es el orden en las que ocurrieron, escribiendo la letra que tiene cada imagen.

---

---

---

4. ¿Qué tuviste en cuenta para organizar las imágenes?

---

---

---

---

---

---

5. ¿Se podrían organizar las imágenes de otra forma? ¿por qué?

---

---

---

---

6. Construyan una secuencia con dibujos en la que organices actividades que puedes realizar en un día de cuarentena.

7. ¿Estas actividades las podrías organizar de otra forma? ¿por qué?

---

---

---

---

---

8. Observa las siguientes imágenes y analiza las preguntas que están a continuación.



a. Supón que estas en una selva y te encuentras con estos dos árboles y necesitas saber cuál es el más viejo, ¿qué características analizarías para saber esta información?

---

---

---

---

b. ¿Puedes asociar el tamaño del árbol con la edad de cada árbol? ¿Por qué?

---

---

---

---

c. ¿Cómo haces para saber que una persona es más vieja con respecto a otra?  
Por ejemplo, tu mamá respecto a tu tía o tú respecto a tus hermanos o primos.

---

---

---

---

---

## Anexo 2. El orden los sucesos

### Activity N° 2

**Time:** 45 minutos

**Objetivo:** Ordena de forma adecuada eventos que ocurren en la cotidianidad.

**Materials:** Modulo, cuaderno, lápiz, borrador y tajalápiz.

### EL ORDEN DE LOS SUCESOS

En nuestra cotidianidad nos encontramos permeados con eventos como la gestación de un bebe, el surgimiento de canas, el crecimiento de las plantas, la maduración de las frutas e incluso los recuerdos que llegan a la mente humana que nos permiten tener una visión del orden el que suceden las cosas.



Para ello se propone la siguiente actividad:

1. Observe el video que se presentara en clase en el que se muestra la siguiente experiencia:

#### ¿Que se utilizó?:

- 2 botellas plásticas lisas con tapa
- Una puntilla
- Agua
- Colorante azul

A continuación, se muestra el paso a paso del experimento que observaste en el video:

2. Se colocan los dos recipientes uno encima del otro. El recipiente superior lo llamamos (I), este se llenará con agua de color azul como se muestra en el video.

Este empezara a desocuparse mediante un orificio que se encuentra en la tapa, el cual permite el flujo del agua del recipiente (I) al recipiente (II), el cual tiene la misma capacidad de (I).

3. Abre la presentación de Power Point y encontraras una actividad muy interesante.



A continuación, responder las siguientes preguntas: **Imagen 1. Montaje experimental**

3.1. ¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 3?

---

---

4. En la diapositiva 5 y 7 encontraras un grupo de imágenes con los recipientes (I) y (II) separados. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas:

4.1. ¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 5?

---

---

4.2. ¿Qué secuencia obtuviste al organizar las imágenes de la diapositiva 7?

---

---

5. Después de organizar las imágenes responder las siguientes preguntas en el cuaderno, justifica tus respuestas:

5.1. Observa la siguiente imagen:



5.2. Ahora, señala con una flecha o una línea el nivel del agua que correspondería al recipiente (I), teniendo en cuenta las secuencias obtenidas anteriormente.



5.3. ¿Se necesita el mismo tiempo para que se desocupe el recipiente (I) y se llene (II)? ¿por qué?



5.4. ¿Tarda el mismo tiempo en cambiar el nivel del agua cuando pasa del nivel 1 al 2, de 2 a 3, de 3 a 4? ¿por qué?



---

---

---

---

5.5. ¿Cuál es la relación entre el tiempo y la cantidad de líquido en este experimento?


---

---

---

### Anexo 3. Diapositivas Orden de los sucesos

#### Diapositiva 1




Actividad N°2:  
El orden de los sucesos

Docente: Solanyie Vargas

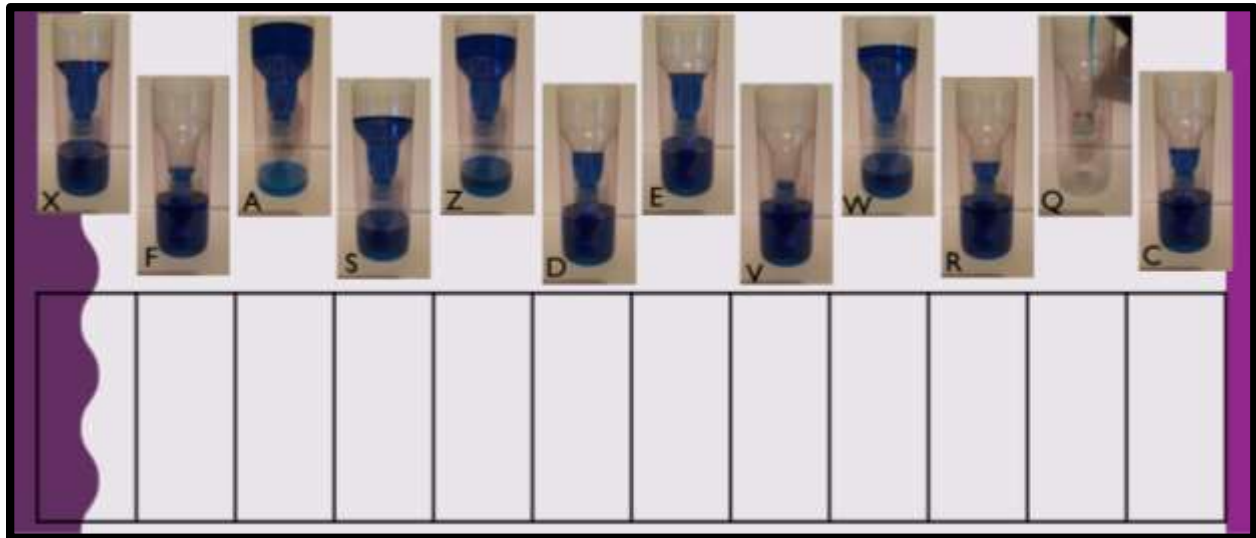
#### Diapositiva 2

Después de observar el video:

1. Organiza las imágenes que están en la siguiente diapositiva, usando el cuadro que aparece en la parte inferior.
2. Escribe en tu cuaderno la secuencia de letras que obtuviste al organizar las imágenes.



### Diapositiva 3




X F A S Z D E V W R Q C

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

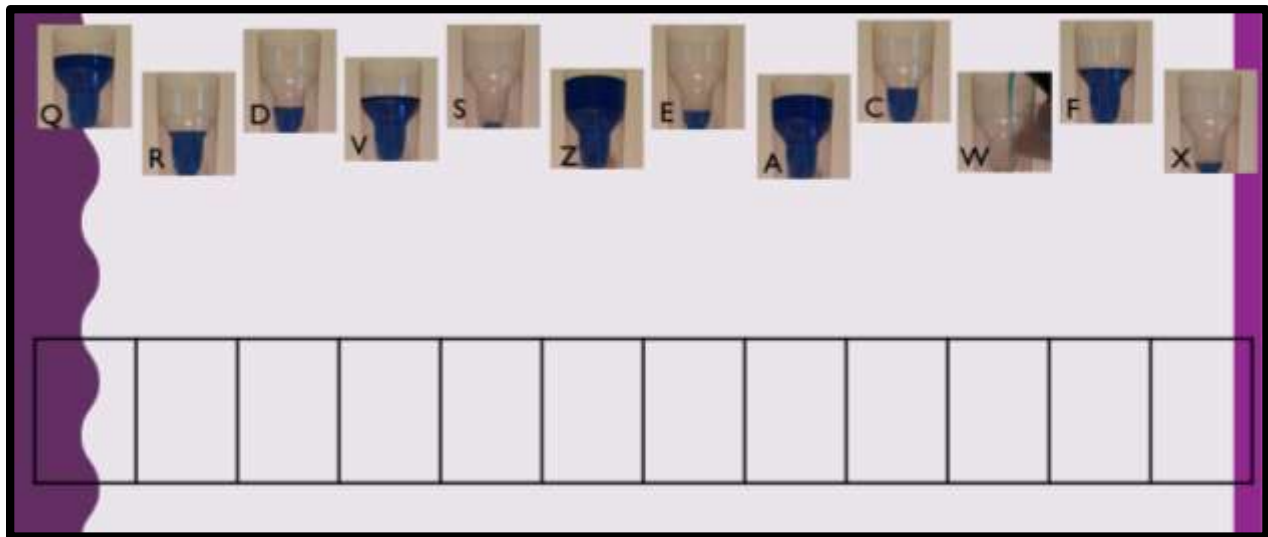
### Diapositiva 4

1. Ahora, organiza las imágenes del recipiente (I) que están en la siguiente diapositiva, usando el cuadro que aparece en la parte inferior.

2. Escribe en tu cuaderno la secuencia de letras que obtuviste al organizar las imágenes.



### Diapositiva 5



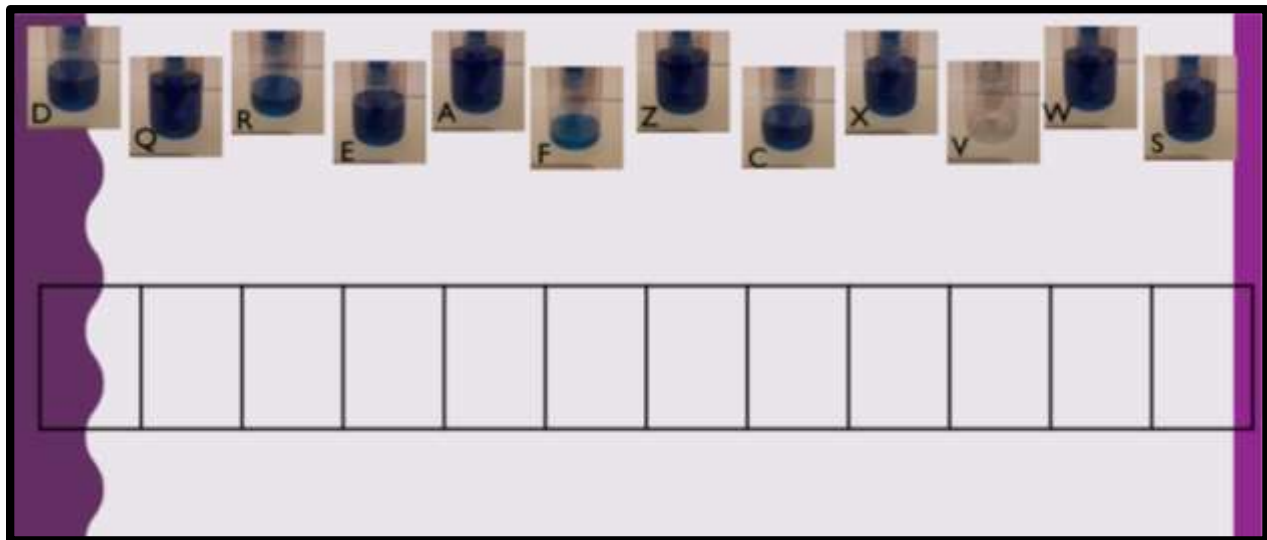
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Diapositiva 6

1. Ahora, organiza las imágenes del recipiente (II) que están en la siguiente diapositiva, usando el cuadro que aparece en la parte inferior.
2. Escribe en tu cuaderno la secuencia de letras que obtuviste al organizar las imágenes.




### Diapositiva 7



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Diapositiva 8

- Ahora que ya terminaste, responde las preguntas de esta actividad, que encontraras en el modulo.
- Guarda el archivo en tu computador y luego súbelo a la plataforma.



## Anexo 4. El ladrón de los minutos

# EL TIEMPO QUE TRANCURRE

## Activity N° 1

**Time:** 90 minutos

**Objective:** Extrae conclusiones a partir de una lectura del tiempo

**Materials:** Modulo, cuaderno, lápiz, borrador y tajalápiz.

## EL LADRON DE LOS MINUTOS

### ...Y PERDÍ MI CUMPLEAÑOS

El pasado seis de octubre cumplí diez años por última vez.

No quiero decir que haya cumplido esa edad varias veces, me refiero a que no volveré a cumplir años nunca más.

Nunca. Ha sido mi último cumpleaños.

Y no, no voy a morirme. Lo que ocurre es que las Autoridades han decidido eliminar un día del calendario y la fecha elegida ha sido, precisamente, el seis de octubre.

Mi seis de octubre.

El día en que nací.

Entre trescientos sesenta y cinco días, todos iguales con sus veinticuatro horas cada uno, han escogido justo esa fecha.

Ya es «oficial», lo que significa (me encanta aprender palabras nuevas) que las Autoridades no se pueden arrepentir.



Está hecho. No hay vuelta atrás por mucho que llore o me queje. Ya no estrenaré jamás una nueva edad. Me he quedado en los diez años.

El seis de octubre ha sido arrancado de los calendarios.

«A partir del próximo año, del cinco de octubre se pasará al siete», ha dicho el profe en clase, muy solemne.

Así he aprendido lo que siente uno al quedarse, de repente, sin fecha de cumpleaños.

Como quien se queda sin merienda, pero para un asunto mucho más importante.

Y para siempre.

Me siento un poco huérfano. «Eres ahora un apátrida del tiempo», ha dicho el profe señalándome, como si yo me hubiera convertido de la noche a la mañana en un bicho raro. Todos los compañeros me observaban.



Todavía no sé lo que significa «apátrida», pero seguro que no es nada bueno.

Ni siquiera estoy seguro de tener aún diez años; el día en que nací ya no existe, así que tampoco puedo contar a partir de esa fecha. A lo mejor me he quedado sin edad.

Qué cosas, un día te levantas y resulta que ya no tienes edad. Tal vez ahora tenga cero años.

¿Me voy a convertir en un bebé?

Espero que a mi familia no se le ocurra

ponerme pañales, como a la abuela.

Mi abuela tiene por lo menos trescientos años. Camina con bastón y a veces se deja la sonrisa en un vaso y entonces no entiendo lo que habla. Ella es muy especial.

Andan diciendo últimamente que tiene una catarata en un ojo. Yo no sé cómo se puede tener algo así en un ojo, sin un río detrás.

Llorar tiene que ser muy fácil si tienes una catarata en un ojo.

Mi abuela es tan vieja que cuando era pequeña no existía la Play. Papá dice que ella es tan mayor que sus recuerdos son en blanco y negro. A mí me encantan las fotos en blanco y negro.

Ahora que lo pienso, seguro que a la abuela no le importaría que le quitaran el cumpleaños. Debe de estar harta de cumplir. Ella nació un doce de marzo. ¿Por qué no han quitado del calendario el doce de marzo, en vez de mi seis de octubre?...

**Tomado de:** <https://www.edebe.com/publicaciones-generales/img/cast/121163.pdf>

1. ¿Qué consecuencias crees que pudo traer el eliminar ese día del calendario?

---

---

---

---

---

---

2. ¿Qué pasaría si en vez de eliminar un día se elimina un mes?

---

---

---

---

---

---

3. ¿Qué solución plantarías para que no se afecte el tiempo cuando se elimina este día?

---

---

---

4. Inventa un final para la historia de mínimo de una pagina

**Anexo 5. Mirando al cielo**

**Activity N° 2**

**Time:** 90 minutos

**Objective:** Construye la noción del tiempo a partir de su experiencia con el entorno.

**Materials:** Modulo, cuaderno, lápiz, borrador y tajalápiz.

**Mirando al cielo**

1. Asómate por la ventana de tu habitación en donde puedas mirar al cielo o recuéstate en una colchoneta mirando hacia al cielo.
2. Toma registro fotográfico haciendo la actividad y pégalas imágenes en el cuaderno.
3. Analiza las siguientes preguntas y respóndelas en tu cuaderno:



a. ¿Cómo sabes que termina el día y empieza la noche?

---

---

---

---

---

b. ¿La tierra se mueve? ¿De qué manera lo hace? ¿Qué movimientos realiza la tierra desde lo que observas?

---

---

---

---

c. ¿Qué ocurriría con el tiempo si la tierra dejara de moverse?

---

---

---

d. ¿Cómo podrías medir el tiempo si la tierra deja de hacer sus movimientos? Explícalo con ayuda de dibujos

---

---

---

e. ¿Cómo crees que se medía el tiempo antes de que se crearan los relojes? Explícalo con ayuda de dibujos.

---

---

---

---

---

## Anexo 6. Jugando con el tiempo

# EL INSTRUMENTO Y LA UNIDAD DE MEDIDA

### Activity N° 1

**Time:** 90 minutos

**Objetivo:** Construye el instrumento y la unidad de medida del tiempo

### Jugando con el tiempo

¿Por qué medimos el tiempo?... El tiempo es importante para el ser humano, porque el transcurso de este nos permite entender ciertas cosas como el paso del día a la noche, el cambio de estaciones, crecimiento de los animales y las plantas, y el ciclo de la vida. Sin embargo, pueden ser muy difíciles de predecir sin tener alguna manera de medir. Por eso, el ser humano ha ido desarrollando maneras de controlar el flujo del tiempo.



Imagina que un eclipse solar nos deja en oscuridad total ocasionando un descontrol en los relojes, dejando estos de funcionar y sin indicar una medida el paso del tiempo, no sabes qué hora es, en qué día te encuentras y no sabes cuántos meses han transcurrido ya que, ha pasado un largo periodo en esa situación. Debes buscar una solución pronta que permita medir el paso del tiempo ya que la humanidad necesita retomar sus actividades diarias.

**Tomado de:** <https://prezi.com/pa44pgvi01ee/la-necesidad-del-hombre-de-medir-el-tiempo/?frame=671178da813e24e88df2f99a8d954d6382146311>

1. Construye un reloj con materiales reciclables que dé cuenta de la medida del tiempo. A continuación, realiza un video explicando su construcción y funcionamiento, y como sería útil en las actividades que realizas a diario.