

**MODELOS DEL SISTEMA TIERRA - SOL CON EL GRUPO
DE ASTRONOMÍA DE LA ESCUELA PEDAGÓGICA
EXPERIMENTAL**

LEONARDO ESCAMILLA BALLÉN

CÓDIGO: 2014246016

ASESORA

ROSA INÉS PREDREROS MARTINEZ

LÍNEA

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA PERSPECTIVA CULTURAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL


FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LICENCIATURA EN FÍSICA

Bogotá D.C

2019

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXOS Y DOCUMENTOS</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANÁLITICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 5	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Modelos del sistema Tierra-Sol con el grupo de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental
Autor(es)	Escamilla Ballén, Leonardo
Director	Pedrerros Martínez, Rosa Inés
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 48p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	ASTRONOMÍA; MODELO; MODELACIÓN; MODELIZACIÓN; SISTEMA; TIERRA; SOL.


2. Descripción
<p>En las actividades propuestas para el aula y en las investigaciones de los trabajos de grado en el programa de Licenciatura en Física, se ha abordado el movimiento de los cuerpos celestes, las ideas e inquietudes de los niños sobre el cielo de Bogotá, la modelación de las fases de la Luna, aparatos y herramientas astronómicas, los saberes ancestrales, estudio del sistema Tierra-Luna-Sol, entre otros. En el presente trabajo de grado, se plantea la pregunta investigativa ¿Cuáles son los modelos del sistema Tierra - Sol que realizan los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE)? Dicho trabajo enriquece las opciones en la práctica pedagógica y las investigaciones del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.</p>

3. Fuentes
<p>Bonilla, H., & Bravo, N. (2014). <i>Elementos conceptuales y de estudio que posibilitan la construcción de explicaciones del fenómenos rotacional</i>. Bogotá.</p> <p>Braunstein, F., & Pépin, J. F. (2015). <i>1 kilo de culture générale</i>. España: ESPASA.</p> <p>Braunstein, F., & Pépin, J. F. (2015). Explicar el universo. En F. Braunstein, & J. F. Pépin, <i>1 kilo de cultura general</i> (págs. 33- 46). España: ESPASA.</p> <p>Castro, R. (1943). Homenaje a Nicolás Copérnico. (págs. 5 - 12). Chile: Anales de la facultad de ciencias</p>



físicas y matemáticas.

- Chamizo, J. A. (2005). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka*, 26-41.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica*. AIQUE.
- Coll, R., France, B., & Taylor I. (2005). El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: Implicaciones desde la investigación. *Revista Eureka*, 160-162.
- Cruz, S. (2017). *Concepciones de los niños de quinto de primaria del instituto psicopedagógico Juan Pablo II sobre el sistema Tierra - Luna*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Elliot, J. (2000). *La investigación - acción en educación*. Morata.
- García, P., & Sanmartí, N. (2006). La modelización: Una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos. En M. Quintanilla, & A. Adúriz-Bravo, *Enseñar ciencia en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (págs. 279-297). Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. En *Historia de las ciencias y enseñanza* (págs. 173 - 182). Roma.
- Lincoln, Y y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. London: Sage.
- Mafla Mejía, E. (2015). *Estudio numérico de la dinámica de planetas extrasolares*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Mazurkiewicz, L. (1943). Homenaje a Nicolás Copérnico. (pág. 2). Chile: Anales de la facultad de ciencias físicas y matemáticas.
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 5-24.
- Orozco, F., & Bohórquez, J. (2012). *Modelización y modelos en el aula: experiencia sobre las fases de la luna en la educación media*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Pedrerros, R. I., Méndez, N., Prías, C., Galindo, S., Navarro, N., Cardona, A., & Bravo, A. (2007). *Modelación de fenómenos físicos desde la perspectiva de los sistemas dinámicos*. Bogotá.
- Peña, C., & Paez, J. (2013). *Estrategia didáctica para estimar los tamaños y distancias de separación del sistema Sol – Tierra – Luna*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Segura, D. (2000). Las ATAS: una alternativa didáctica. *Planteamientos en Educación*. La enseñanza de las ciencias. Edición Escuela Pedagógica Experimental. No. 1. Bogotá.
- Sepúlveda Niño, D. (2015). *Diseño de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de astronomía*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Soto Mungía, J. L. (s.f.). El teorema de ptolomeo: del almagesto a los textos de hoy. hermosillo: clame.
- Tacuma, A. (2014). *Una propuesta de enseñanza para el movimiento planetario clásico y relativista*.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revista de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANÁLÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 5	

Bogotá.

Vázquez, J. (Enero de 2011). *Eduinnova*. Obtenido de <http://www.eduinnova.es/monografias2011/ene2011/propuesta.pdf>.

4. Contenidos

El documento está organizado en siete apartados: En el primero, se presenta el contexto de origen, la pregunta investigativa y los objetivos del trabajo. En el segundo, las experiencias e investigaciones relacionado con el ámbito de la astronomía y el modelo, la modelación y modelización en ciencias. En el tercero, se exponen los referentes teóricos relacionados con el modelo, modelación y modelización. En el cuarto, los modelos del sistema Tierra-Sol de Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler. En el quinto, los aspectos metodológicos de la investigación. En el sexto, la vivencia en el aula. En el séptimo, las reflexiones finales del trabajo y, finalmente, las referencias bibliográficas de soporte del trabajo.

5. Metodología


El proceder metodológico da cuenta de las elaboraciones realizadas en torno a el contexto problemático, la pregunta investigativa, los objetivos, antecedentes, referentes teórico-metodológicos, vivencia en el aula y hallazgos sobre los modelos evidenciados en el estudio del sistema Tierra – Sol con los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE).

La realización de la investigación se hizo bajo el paradigma interpretativo (Lincoln y Guba, 1985) y el método de la investigación acción (Elliot, 2000), dado que dichos referentes son los pertinentes y adecuados para los procesos e interacciones que se presentan en el aula.

6. Conclusiones

En cuanto a los modelos constituidos por los estudiantes

La vivencia en el aula organizada inicialmente en torno a las actividades nombradas como *relación con el movimiento, dibujando la trayectoria, percepción del movimiento del Sol: gnomon y ubicación y, movimiento y luz: los relojes de sol* posibilitaron evidenciar las inquietudes y predicciones de los estudiantes en torno al movimiento, pensar en trayectorias, establecer relaciones entre la posición del Sol y la formación de la sombra o entre la posición del Sol y la hora por ejemplo. Elaboraciones que se enriquecieron posteriormente con las construcciones de sus *montajes y maquetas*, de tal forma que dio

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revolution in Education</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANÁLITICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 5	

lugar a distinguir los modelos de los estudiantes, a saber: *Tierra quieta - Sol se mueve, Sol quieto - Tierra se mueve, Tierra y Sol rotan sobre su propio eje y, Tierra se traslada y Sol rota.*

En dicha actividad, se realizó la modelación del sistema Tierra-Sol con los estudiantes a partir de sus preguntas, supuestos, predicciones, variables y consideraciones, tanto individuales como grupales. La modelación en la clase consistió en la construcción de sus modelos sobre el sistema Tierra-Sol y elaboración de explicaciones a cada una de las situaciones que se abordaron en la vivencia del aula.

En cuanto a la modelación de los pensadores y científicos

La revisión y análisis de los modelos de los pensadores y científicos Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler contribuyeron a la comprensión del objeto de investigación planteada en torno al sistema Tierra-Sol, diferenciar los contexto socioculturales a los cuales cada uno de ellos pertenecieron y comprender la organización de los cuerpos celestes que observaban desde sus referentes y consideraciones teóricas. De tal forma, que este apartado, se constituyó en uno de los hallazgos de la presente investigación dado que amplió los fundamentos y comprensiones con respecto a que los modelos se construyen para responder a ciertos interrogantes y que funcionan si logran responder a ellos, (Pedreros y otros, 2007).

En cuanto a las perspectivas de trabajo

La investigación realizada aporta a la comunidad académica del Departamento de Física en dos ámbitos, uno con respecto a las búsquedas investigativas en el ámbito de la Astronomía y otros en las posibilidades de pensar la Astronomía y su enseñanza en las actividades de Práctica Docente que contemplen en su organización de trabajo en el aula, el estudio del sistema Tierra-Sol. Además, enriquece los fundamentos de la Línea 1: Enseñanza de la física desde una perspectiva cultural en cuanto a los campos de conocimiento referidos a los estudios histórico – críticos, la recontextualización de saberes y las prácticas culturales de la enseñanza de las ciencias.

Las experiencias realizadas con el grupo de Astronomía de la EPE sobre el sistema Tierra-Sol, ampliaron las posibilidades para pensar la Astronomía y su enseñanza en el aula, definieron ámbitos para la configuración del proyecto Astronomía. EPE, el cual están participando el autor y asesora del presente proyecto fortaleciendo la relación Escuela-Universidad.

Se presentó una transformación de lo vivido con el entorno natural y físico, en particular al pensar el sistema Tierra-Sol en las consideraciones de los estudiantes del proyecto de Astronomía, profesor titular



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FORMATO

RESUMEN ANÁLÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 5

de la EPE, y autor del presente trabajo de grado.

Elaborado por:	Escamilla Ballén, Leonardo
Revisado por:	Pederos Martínez, Rosa Inés

Fecha de elaboración del Resumen:	17	06	2019
--	----	----	------

Contenido

PRESENTACIÓN	1
1. CONTEXTO DE ORIGEN DEL TRABAJO	2
1.1. Interacción con el entorno físico y natural	2
1.2. La información que circula en nuestro entorno	3
1.3. Interés sobre acontecimientos, eventos y teorías en el ámbito de la Astronomía	4
1.4. Actividad de Práctica Docente	5
General	6
Específicos	6
2. EXPERIENCIAS E INVESTIGACIONES	7
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	9
4. MODELO, MODELACIÓN Y MODELIZACIÓN EN CIENCIAS	12
5. MODELOS DE TOLOMEO, COPERNICO, TYCHO Y KEPLER	15
4.1.2 Antes de Tolomeo	16
4.1.3 La revolución Ptolemaica.....	16
4.1.4 Nicolás Copérnico	18
4.1.5 Órbitas de Kepler	20
6. VIVENCIA EN EL AULA	25
6.1. Descripción de la actividad	26
6.1.1. Relación con el movimiento.....	26
6.1.2. Dibujando la trayectoria	28
6.1.3. Percepción del movimiento Tierra- Sol: la proyección de la sombra.....	30
6.1.4. Ubicación, movimiento y luz: Los relojes de sol	33
6.2. Modelos del sistema Tierra – Sol	40
7. REFLEXIONES FINALES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
Anexo 1: Lo que dicen los estudiantes sobre el movimiento	51
Anexo 2: Lo que dicen los estudiantes sobre la sombra	52
Anexo 3: Consentimiento firmado de los padres de familia de los estudiantes	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Trabajos en torno a la relación del sistema Tierra-Sol.....	7
Tabla 2 Trabajos sobre modelo, modelación y modelización en la enseñanza de las ciencias ...	8
Tabla 3 Herramientas de recolección de la información	11
Gráfico 1 Características a las cuales responde el Modelo.....	14
Gráfico 2 Supuestos, consideraciones y preguntas en los modelos de Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler	24
Gráfico 3 Modelos de los estudiantes.....	46
Ilustración 1 Claudio Ptolomeo. Fuente: Elaboración propia.	17
Ilustración 2 Modelo Geocéntrico. Tomado de timetoast.com/timelines/modelos-geocentrico-y-heliocentrico	17
Ilustración 3 Nicolás Copérnico. Fuente: Elaboración propia.	19
Ilustración 4 Modelo heliocéntrico. Tomado de https://www.astronomia-iniciacion.com/sistema-heliocentrico.html	19
Ilustración 5 Tycho Brahe. Fuente: Elaboración propia.	20
Ilustración 6 Modelo geo -heliocéntrico. Tomado de enroquedeciencia.blogspot.com/2018/02/geocentrismo-de-tycho-brahe.html	21
Ilustración 7 Johannes Kepler. Fuente: Elaboración propia.....	21
Ilustración 8 Modelo de Kepler. Tomado de maestrosenciencias.blogspot.com/2009/07/modelos-y-movimientos-planetarios-dachi.html	22
Ilustración 10 Acciones de individuales. Fuente: Tomada por el autor.	27
Ilustración 11 Acciones en pareja. Fuente: Tomada por el autor.	27
Ilustración 12 Acciones en cuartetos. Fuente: Tomada por el autor.	28
Ilustración 13 Dibujando el círculo. Fuente: Tomada por el autor	29
Ilustración 14 Algunas representaciones de los estudiantes sobre la Sombra a partir de la relación Tierra - Sol. Fuente: Tomada por el autor.....	31
Ilustración 15 Relojes construidos por los estudiantes. Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 16 Medición de la hora en el reloj solar. Fuente: Fotografía tomada por el autor.....	34
Ilustración 17 Trabajo con relojes de Sol Fuente: tomada por el autor.....	35
Ilustración 18 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor...	35
Ilustración 19 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor...	36
Ilustración 20 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor...	37
Ilustración 21 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor...	38
Ilustración 22 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor...	39
Ilustración 23 Medición de la hora en presencia del Sol. Fuente: Tomada por el autor.	40
Ilustración 24 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor	41
Ilustración 25 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor	42
Ilustración 26 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor	42
Ilustración 27 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor.	43

Ilustración 28 Elaboración de maquetas del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor.....	44
Ilustración 29 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor	44
Ilustración 30 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor	45
Ilustración 31 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor	45

PRESENTACIÓN

En el Departamento de Física, se viene realizando diversos trabajos en el ámbito de la Astronomía en los niveles de la Educación Básica, Media y universitaria., en particular en la Línea de Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. El trabajo de grado que se presenta hace parte de estas búsquedas investigativas.

Igualmente, en la práctica pedagógica de la Licenciatura en Física, se han adelantado actividades relacionadas con la Astronomía, las cuales se organizan teniendo en cuenta los intereses y deseo de conocer del estudiante en formación, de las expectativas de la institución en la cual se realiza y de los niños o jóvenes con los cuales se llevan a cabo las propuestas en el aula.

En las actividades propuestas para el aula y en las investigaciones de los trabajos de grado se ha abordado el movimiento de los cuerpos celestes, las ideas e inquietudes de los niños sobre el cielo de Bogotá, la modelación de las fases de la Luna, aparatos y herramientas astronómicas, los saberes ancestrales, estudio del sistema Tierra-Luna-Sol, entre otros. La propuesta sobre los modelos del sistema Tierra - Sol que realizan los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE), contribuye en el enriquecimiento de las opciones para pensar la práctica pedagógica y formular investigaciones en el Departamento de Física, en particular en el ámbito de la Astronomía.

El documento en su exposición está organizado en siete apartados: En el primero, se expone el contexto de origen, la pregunta investigativa y los objetivos del trabajo. En el segundo, las experiencias e investigaciones relacionado con el ámbito de la astronomía y sobre el modelo, la modelación y modelización en ciencias. En el tercero, se exponen los referentes teóricos relacionados con el modelo, modelación y modelización. En el cuarto, se presenta los fundamentos del sistema Tierra-Sol de los pensadores y científicos Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler. En el quinto, los aspectos metodológicos de la investigación. En el sexto, la vivencia en el aula. En el séptimo, las respectivas reflexiones finales del trabajo y, finalmente, las referencias bibliográficas de soporte.

1. CONTEXTO DE ORIGEN DEL TRABAJO

El contexto de origen del presente trabajo de grado está relacionado con cuatro aspectos: inquietudes que emergen en la interacción con el entorno físico y natural; incidencia de la información que circula por diversos medios (televisión, internet, películas, videos, periódicos, etc.) en el pensamiento y conocimiento de los jóvenes en el contexto actual; interés personal por profundizar, tematizar y comprender diversos acontecimientos, eventos y teorías en el ámbito de la Astronomía y, las inquietudes y búsquedas que emergen en la actividad de práctica docente realizada en el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE). A continuación, se expone cada uno de ellos.

1.1. Interacción con el entorno físico y natural

Observar al cielo ha sido una tarea laboriosa que incluso ha requerido miles de años para comprender lo que hasta el momento es nuestro lugar en el cosmos. La curiosidad por el saber nos lleva a preguntarnos: ¿por qué esos pequeños puntos brillantes –estrellas– se ven en la noche y no en el día? ¿Por qué nos sigue la Luna? ¿Por qué se presentan los eclipses?, ¿cómo nos podemos orientar en la Tierra? ¿Por qué se presentan las fases de la Luna?, ¿hay vida en otro lugar del universo? Son algunas de las inquietudes y preguntas que, en particular los niños y jóvenes, se hacen en aras de la búsqueda de la explicación y comprensión por estos eventos y acontecimientos.

Solo basta con levantar la mirada hacia el cielo y dejarse maravillarse por lo que se observa, anteriormente se pensaba el universo como un manto finito y se le atribuía a este una creación religiosa, sin embargo, las justificaciones cosmogónicas¹ proporcionadas por los pensamientos religiosos empujaban en busca de una explicación racional basadas en deducciones de observaciones (Braunstein y Pepin, 2015). Al mirar el firmamento ni siquiera notamos que la Tierra es “redonda”, la vemos plana a simple vista. En nuestras clases y algunas personas nos dicen que el planeta Tierra “gira” al rededor del Sol y no al contrario. Sin embargo, a diario vemos cómo el Sol se mueve sobre nuestras cabezas

¹ Entendido como una “narración mitológica sobre la cual se pretende establecer el origen del mundo, el ser humano y el universo” (significados.com, 2018).

mientras nosotros no sentimos movimiento alguno. El Sol “sale” por el oriente y se “oculta” por el occidente, si la Tierra es la que se mueve ¿Por qué no sería diferente la afirmación anterior?

Si existe un interés por conocer, también habrá un interés por aprender, lo que conlleva a la formulación de preguntas como las mencionadas anteriormente, querer saber el porqué y el cómo son razones para dar rienda suelta a la imaginación, curiosidad, elaboración de explicaciones y el deseo de conocer.

En la difusión científica, particularmente en el ámbito de la Astronomía, sobre el movimiento del planeta Tierra alrededor del Sol, se presentan diversas teorías, supuestos, datos históricos y representaciones que dan cuenta de dicho movimiento. Dicha información es relevante y será objeto de estudio en el presente trabajo de grado.

1.2. La información que circula en nuestro entorno

Los libros y textos escolares continúan siendo una de las fuentes de información para la mayoría de las personas, sin embargo, hoy en día para los jóvenes es más importante la televisión, la internet, el teléfono celular o el computador y es que aun estando el conocimiento más cerca, no se sabe ir a buscarlo (De León, 2014). El reto consiste pues en considerar, de manera análoga, el uso de las tecnologías en la enseñanza y su importancia en la búsqueda de conocimientos relacionados con las temáticas de trabajo.

El internet ha interconectado al mundo de manera global, dando lugar a una instantaneidad de información que se ve reflejada en la practicidad e interés a la hora de encontrar nuevas curiosidades, en este caso, de índole astronómico. Aunque el uso constante de estas tecnologías representa en la actualidad una nueva manera de ver y enterarse de eventos globales por el que transcurre el mundo y con él, la humanidad, los jóvenes ven en internet otra herramienta para canalizar sus intereses (De León, 2014).

En las últimas décadas se sabe más sobre el comportamiento, composición, organización, eventos y transformaciones en el universo, la información se recoge vía satelital, decodifica y reproduce en los computadores y se tienen diferentes lugares en el planeta (centros de telescopios como en Chile, por ejemplo, estaciones en órbita y naves viajando través del

universo); en cada uno de estos lugares se recolecta información que se pone a disposición de la comunidad científica para continuar en la búsqueda de explicaciones y teorías, particularmente en la astronomía donde se difunde por diferentes medios de comunicación.

Los computadores se han convertido en una herramienta que recibe y emite la información, son útiles para modelar eventos físicos y naturales, se puede simular y atender a condiciones que no son posibles en el planeta Tierra y realizar gráficas para predecir e interpretar lo que se estudia. En varios de los espacios escolares hoy en día se cuentan con ordenadores lógicos, pero poco se usan para modelar o simular un evento en la clase, particularmente de Física. El uso de internet como recurso de búsqueda de información está lejos de desarrollar la curiosidad, capacidad de investigación y razonamiento de los niños que no lo utilizan (De León, 2014). Esta situación se convierte en un desafío y reto para el maestro al organizar sus propuestas en el aula.

1.3. Interés sobre acontecimientos, eventos y teorías en el ámbito de la Astronomía

Los cuestionamientos acerca de determinado evento astronómico logran dar cuenta de un interés sobre este; las diferentes hipótesis a lo largo de la historia (y la prehistoria) permiten considerar los planteamientos y supuestos teóricos en torno al movimiento de la Tierra y del Sol en el universo y la manera en la cual lo hacen. Esto se vuelve, para el presente trabajo, una situación susceptible de describir y modelar en el aula aportando de este modo a la comprensión y curiosidad sobre los movimientos del planeta.

Si nos preguntamos desde cuándo se ha observado el cielo y los humanos se han hecho preguntas sobre el mismo, no cabe duda de que no ha sido hace cinco ni diez minutos, ni siquiera cinco o diez años, incluso ni hace cinco o diez siglos. La historia nos ha demostrado lo suficiente para darnos cuenta de que incluso milenios es una cifra redonda.

La Astronomía siempre ha sido atractiva para aquellos que con simplemente observar al cielo pretenden lograr tocarlo con sus propias manos; Platón, Aristóteles, Ptolomeo, Copérnico, Tycho, Kepler, Galileo, Newton y demás pensadores y científicos han especulado sobre nuestra gran cúpula, nuestro manto estelar. Con idolatría y con razón se han propuesto modelos explicativos en torno a determinados fenómenos astronómicos. El

universo siempre ha sido y será objeto de estudio, por el simple hecho de contenerse a sí mismo y a nosotros dentro de él.

Antiguamente se pensaba que la Tierra era plana y que incluso era el centro del universo (Braunstein y Pépin, 2015); Claudio Ptolomeo (90 – 168) consideraba el modelo geocéntrico y Copérnico el modelo heliocéntrico, cada uno tiene sus creencias, supuestos y pensamientos que se tuvieron en cuenta y validaron² en sus contextos de producción de la época histórica de la cual hacían parte. Actualmente estamos en una época en la cual la comunicación ha llegado a tal punto que el mínimo cambio de perspectiva lo sabemos inmediatamente y, aunque las especulaciones puedan ser irreales en varios casos, se percibe el carácter casi hipnótico que sigue teniendo (y tendrá) la información sobre nuestro universo.

Comprender los planteamientos y supuestos teóricos que llevaron a pensar el sistema Tierra – Sol, se vuelve para el presente trabajo una situación susceptible de describir y modelar en el aula.

1.4. Actividad de Práctica Docente

En el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE), se vivencia en conjunto con los estudiantes y docentes, la curiosidad por aprender, obteniendo así una motivación tanto por enseñar como por aprender; en la propuesta de trabajo de grado se contempló como un elemento de importancia abordar el estudio del sistema solar y, en concreto, el sistema Tierra-Sol.

La experiencia de la práctica docente en la EPE, se ha venido realizando en conjunto con el profesor titular del proyecto de Astronomía (Michael Celis), con la profesora acompañante del proyecto (Liliana Andrade) y con los profesores del área de ciencias naturales en la planeación de actividades, distinguiendo problemáticas de trabajo en el aula e identificando los intereses de los estudiantes en este ámbito del conocimiento, esto permite cumplir en la

² El modelo de Nicolás Copérnico no fue del todo aceptado, puesto que iba en contraposición con la divina centralidad del hombre en el universo y la iglesia católica. Tuvieron que pasar alrededor de trescientos años para que el modelo fuera libremente difundido.

clase con las exigencias de la coherencia conceptual, coherencia lógica y coherencia en el formato de la actividad. (Segura, 2000).

El trabajo de aula se torna una experiencia agradable cuando los estudiantes y los docentes están en sincronía³, dando lugar a la libertad, no solo de expresiones, sino ideas y apuntes que nutren las sesiones de clase de manera agradable haciendo partícipe al estudiante de su propio aprendizaje y al maestro como un guía que apoya al estudiante en lo que requiera en su deseo de conocer. Cabe aclarar que aquí no aprende solo el estudiante, pues el maestro tiene el papel de aprender también de ellos, de sus intereses, de sus problemáticas, de sus falencias, de sus fortalezas, debilidades y de su entorno.

Atendiendo a lo expuesto en los aspectos del origen de la investigación, emerge la pregunta investigativa: *¿Cuáles son los modelos del sistema Tierra - Sol que realizan los estudiantes del proyecto de Astronomía de la EPE?* Y, como objetivos del trabajo los siguientes:

General

Distinguir los modelos sistema Tierra - Sol con los estudiantes de séptimo y octavo grado de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE).

Específicos

- Establecer los modelos, la modelación y modelización en enseñanza de las ciencias.
- Indagar en la historia de la ciencia sobre los modelos del sistema Tierra - Sol.
- Diseñar la propuesta de aula sobre la modelación del sistema Tierra - Sol con los estudiantes de séptimo y octavo grado del proyecto de Astronomía de la EPE.
- Describir la actividad de aula y realizar la interpretación sobre los modelos constituidos por los estudiantes del Proyecto de Astronomía en la EPE.

³ Término usado para denotar los intereses comunes del maestro y el estudiante, lo cual hace posible una buena conexión entre los mismos, una comunicación amena y un trabajo satisfactorio.

2. EXPERIENCIAS E INVESTIGACIONES

En este apartado, se presentan algunas experiencias e investigaciones que fueron sujetas a revisión y análisis para situar la investigación, enriquecer la perspectiva de trabajo en torno al sistema Tierra-Sol y los aspectos relacionados con los modelos, la modelación y modelización en la clase, particularmente de Astronomía. Cada una de las fuentes consultadas, se exponen en la tabla 1 y 2 con su respectiva descripción.

Tabla 1. Trabajos en torno a la relación del sistema Tierra-Sol

Tesis	Descripción
<p>“Concepciones de los niños de quinto de primaria del instituto psicopedagógico Juan Pablo II sobre el sistema Tierra – Luna”.</p> <p>Sonia Stefanny Cruz Amaya (2017)</p> <p>Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>La autora se propuso “<i>dar rienda suelta a la curiosidad de los estudiantes de quinto de primaria y dar cuenta de las concepciones que tienen sobre el sistema Tierra – Luna</i>”.</p> <p>Implementa y sistematiza la propuesta llevada al aula, su trabajo aporta en a la Astronomía y su enseñanza en la Educación Básica Primaria.</p>
<p>“Estrategia didáctica para estimar los tamaños y distancias de separación del sistema Sol – Tierra – Luna”.</p> <p>Cesar M. Peña y José A. Páez (2013)</p> <p>Trabajo Grado</p> <p>Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Problemática de origen en la institución donde se aplica el trabajo con relación a las falencias de los estudiantes al determinar las distancias y tamaños del sistema Sol – Tierra – Luna.</p> <p>Se aplica el <i>aprendizaje basado en problemas</i> identificando los vacíos conceptuales de los estudiantes</p>
<p>“Diseño de una ruta didáctica en relación con los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de Astronomía”</p> <p>Diana Karina Sepúlveda Niño (2015)</p> <p>Trabajo Grado.</p> <p>Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Se realiza un trabajo con un club de astronomía, exponiendo las relaciones que surgen a partir de las explicaciones sobre el día y la noche; las condiciones geográficas, movimiento de la Tierra, coordenadas terrestres y cambios horarios son algunos de los conceptos que tiene en cuenta a la hora de explicar los fenómenos asociados a la formación del día y la noche.</p>

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos relacionados con el modelo, la modelación y la modelización en la enseñanza de las ciencias, posibilitan comprender el sentido, significado y significación del modelo en la enseñanza de las ciencias.

Tabla 2 Trabajos sobre modelo, modelación y modelización en la enseñanza de las ciencias

Trabajo	Descripción
<p>“Modelización y modelos en el aula: experiencia sobre las fases de la luna en la educación media”. Francisco Orozco y Johnson Bohórquez (2012). Trabajo de Grado Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Se postula una propuesta cualitativa e interpretativa, analizando a partir de dos categorías: la actividad de modelización y la elaboración del modelo entorno a la construcción de significados alrededor de las fases de la Luna.</p>
<p>“Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico”. Lanciano, N (1989). Universidad de Roma - La Sapienza</p>	<p>El trabajo muestra la relación entre los modelos de Tolomeo y Copérnico, mostrando las características de la enseñanza de los modelos, los aspectos históricos y los problemas educativos en torno a la enseñanza de conceptos.</p>
<p>“Modelación de fenómenos físicos desde la perspectiva de los sistemas dinámicos” Pedreros, y otros, (2007) Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Se presentan ámbitos históricos y pedagógicos relacionados con la elaboración de modelos a partir de sus significados estableciendo el papel de la modelación como una construcción de explicaciones relacionada con el modo de vivir del mundo, comprenderlo y significarlo.</p>
<p>“El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: Implicaciones desde la investigación” Coll R, France B, Taylor I (2005) University of Waikato – Nueva Zelanda</p>	<p>Se justifica y fundamenta el interés de los modelos y analogías en la educación científica como instrumentos que permiten facilitar la comprensión sobre diversos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia (Coll, France, & Taylor I, 2005).</p>
<p>“Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias” Chamizo A, (2009) Facultad de Química – UN autónoma - México</p>	<p>Se establece una relación polisémica del modelo a partir del uso que se le dé al mismo; las representaciones permiten dar cuenta de un conocimiento científico y un contexto de explicación.</p>
<p>“La modelización: Una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos” García P, Sanmartí N, (2006) Universidad Católica de Chile</p>	<p>Se plantea el papel del modelo en la educación como una construcción sobre la cual se pueda pensar, hablar y actuar (García & Sanmartí, 2006); bajo la problemática de que no se le enseñan al estudiante cómo construir conocimiento sino que se le da construido se relaciona, explica y predice el modelo.</p>

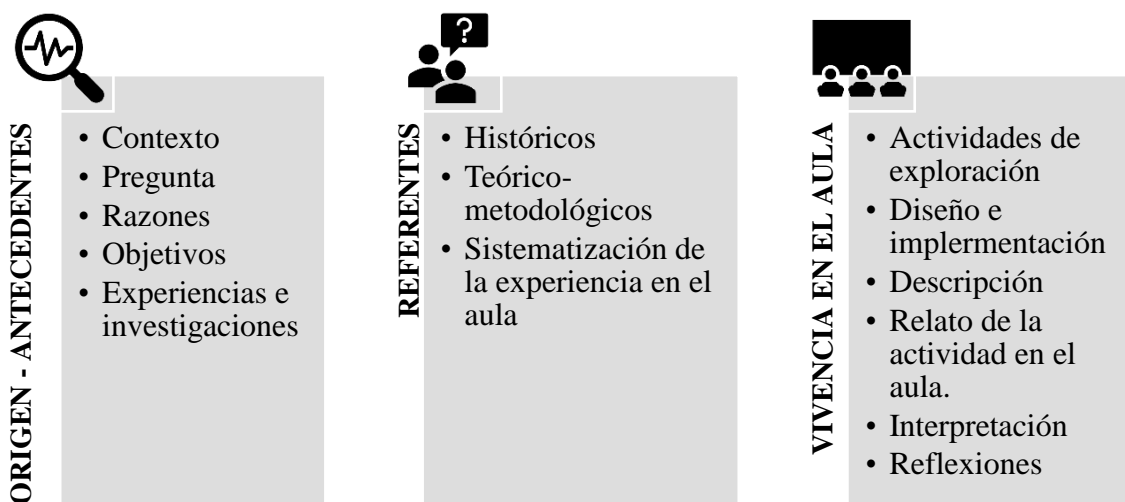
Fuente: Elaboración propia

En la revisión y análisis de las experiencias e investigaciones, se puede dar cuenta del alcance y posibles rutas en función de los intereses de los estudiantes, la relación histórica y conceptual entre las visiones de Tolomeo y de Copérnico, el sentido y significado de los modelos y, su pertinencia en la enseñanza de las ciencias, distinción de preguntas y supuestos en los modelos y, la relación que se puede establecer entre las inquietudes de los estudiantes y la constitución de sus modelos. Cada uno de estos aspectos enriquece las búsquedas del presente trabajo de grado.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

En este apartado se expone el proceder del presente trabajo grado, los referentes teórico-metodológicos el contexto y las herramientas seleccionadas para recoger la información de la vivencia en el aula. En cuanto al proceder, se tiene en cuenta el contexto problemático, la pregunta investigativa, los objetivos, antecedentes, referentes teórico-metodológicos, descripción de la vivencia en el aula y hallazgos sobre los modelos evidenciados en el estudio del sistema Tierra – Sol con los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE). A continuación, en el siguiente diagrama, se presenta los aspectos relacionados con el proceder metodológico, a saber:

Ilustración 1. Proceder Metodológico



Fuente: Elaboración propia

La realización de la investigación se hizo bajo el paradigma interpretativo y el método de la investigación acción (IA), dado que dichos referentes son los pertinentes y adecuados para los procesos e interacciones que se presentan en el aula, en particular con el grupo de estudiantes como el seleccionado del proyecto de Astronomía de la EPE.

Al respecto del paradigma interpretativo, se tiene en cuenta los planteamientos de Lincoln y Guba (1985), en donde se considera que el objetivo de la investigación es la comprensión; el investigador y lo conocido son ambos inseparables; se supone que los fenómenos se

encuentran en una influencia mutua, por lo que no resulta factible distinguir causas de efectos y se tiene en cuenta los valores que forman parte del contexto en el que se desarrolla el trabajo.

En cuanto a la investigación acción, se tiene en cuenta los planteamientos de Elliott (2000), con respecto a que

“El propósito de la investigación-acción consiste en profundizar la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema. Por tanto, adopta una postura exploratoria frente a cualesquiera definiciones iniciales de su propia situación que el profesor pueda mantener”. (Elliott, 2000, p. 4).

Además, porque

[...] la investigación-acción considera la situación desde el punto de vista de los participantes, describirá y explicará "lo que sucede" con el mismo lenguaje utilizado por ellos; o sea, con el lenguaje de sentido común que la gente usa para describir y explicar las acciones humanas y las situaciones sociales en la vida diaria. (p.5).

El trabajo en el aula, se realizó en la Escuela Pedagógica Experimental, ubicada en el kilómetro 4,5 vía la Calera, con el grupo de Astronomía de los niveles nueve y diez (séptimo y octavo) de la Educación Básica Secundaria, durante el segundo semestre de 2018 y primer semestre de 2019, con una intensidad semanal de 4 horas de clase. Los estudiantes que participaron en la experiencia fueron 35 en total (12 niñas y 23 niños), sus edades oscilan entre 12 y 14 años, quienes se interesan por los misterios del firmamento, los planetas y estrellas, la vida en otro lugar del universo, los agujeros negros, las constelaciones, la luna y los eclipses, entre otras inquietudes.

Las herramientas de recolección de la información que se utilizaron en el presente trabajo fueron: registro de audio en una grabadora, fragmentos captados en una cámara de video y, la bitácora del docente (autor del presente trabajo de grado). Otras herramientas utilizadas, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3 Herramientas de recolección de la información

Instrumento	Descripción
<p>Registro fotográfico</p> 	<p>Fotografías tomadas en la clase.</p>
<p>Escrito de los estudiantes <i>“La Tierra gira sobre sí misma mientras da vueltas alrededor del Sol. Se mueve en círculo, así como que gira y avanza [...]”.</i></p>	<p>Registros escritos de los estudiantes sobre el proceso vivido en la actividad al respecto del estudio del sistema Tierra – Sol.</p>
<p>Dibujos</p> 	<p>Representaciones gráficas realizadas por los estudiantes durante las sesiones de trabajo.</p>
<p>Elaboración de instrumentos</p> 	<p>Construcciones de los estudiantes e instrumentos utilizados en las representaciones y modelos planteados por ellos.</p>
 <p>Maquetas</p>	<p>Elaboraciones de los estudiantes como representaciones visuales del sistema Tierra – Sol.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Se solicitó, el consentimiento firmado para realizar la toma de fotografías y grabación de video, por escrito, a los padres de familia de cada estudiante. (Ver anexo 3).

4. MODELO, MODELACIÓN Y MODELIZACIÓN EN CIENCIAS

El discurso y los planteamientos sobre los modelos, la modelación y la modelización en ciencias que circula en la comunidad académica, es relevante para en el presente trabajo de grado para dar cuenta a la pregunta investigativa: *¿Cuáles son los modelos del sistema Tierra - Sol que realizan los estudiantes del proyecto de Astronomía de la EPE?* Atendiendo a ello, se expone a continuación, los referentes y distinciones de los aspectos señalados al inicio.

Cuando se hace una interpretación de un fenómeno físico se deben tener unas bases teóricas y empíricas para elaborar una explicación en torno al mismo, de este modo se pretende construir una asimilación con otros fenómenos, lo que a fin de cuentas se conoce como una analogía. *El modelo consiste pues en una representación basada generalmente en analogías* que se construyen contextualizando cierta porción del mundo con un objetivo específico (Chamizo, 2005), considera que el término es polisémico.

Profesores como Orozco y Bohórquez (2012), asocian el *modelo como una construcción, estructura que permite materializar una idea o un concepto haciéndola más asequible*, consideran además que, el modelo puede tener un carácter representativo e interpretativo de una realidad, más no una copia de la misma. Son representaciones que se pueden manipular y observar comportamientos para aprender de ellos.

Pedrerros y otros (2007), plantean que *los modelos se construyen para responder a ciertos interrogantes, funciona si logra responder a ellos*. En la construcción de modelos siempre se presenta una transformación de lo vivido con el entorno natural y físico.

Coll, France y Taylor (2005), consideran *los modelos como instrumentos que logran facilitar la comprensión sobre diversos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia*; para estos autores, los modelos mentales son representaciones. En tanto que, para García y Neus (2006), asumen que, *los modelos son objetos abstractos cuyo comportamiento se ajusta exactamente a las definiciones, pero cuya relación con el mundo real es compleja*.

El modelo da respuesta a una serie de preguntas y supuestos, a su vez, a partir de la modelación se pretende reconocer la limitación de los modelos; no se trata solo de que los estudiantes (o el maestro) manejen modelos, sino que se detengan a pensar acerca en los modelos con los que trabajan (Coll, France y Taylor, 2005). Se trata de considerar la construcción de explicaciones en torno a un fenómeno específico y a partir de estas dar respuesta a determinadas preguntas realizadas sobre dicho fenómeno.

El modelo en ciencias parte en varias ocasiones de modelos ya elaborados (Pedreros, y otros, 2007) lo cual interviene con la libre construcción del estudiante al dar cuenta de que *no se le enseña al estudiante cómo se construye el conocimiento científico, sino que se le da construido* (García & Sanmartí, 2006); el problema es pensar que el estudiante no puede crear modelos que se adecúen y respondan a los supuestos, pues se le cierra la posibilidad de hacerlo mostrándole un modelo único que *funciona* y está *comprobado*.

Cabe considerar que algunas veces la enseñanza corre el riesgo de polarizarse al intentar que los estudiantes logren interiorizar modelos ya propuestos y acabados (Oliva, 2019), sin embargo, los actuales enfoques de aprendizaje basado en modelos intentan implicar de forma activa a los estudiantes en la génesis y aplicación de los modelos que ellos mismos elaboran (Oliva, 2019), esto permite además que la propuesta sea significativa, constructiva y coherente.

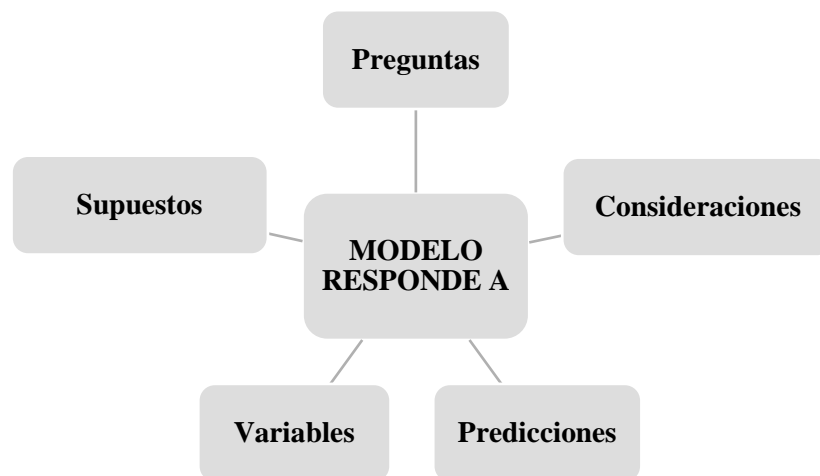
Con la modelación se pretende reproducir algunas características o propiedades de un determinado fenómeno en otro tipo de situaciones donde sea involucrado este. Posiblemente en algunas situaciones se llegue a un *estancamiento* al no lograr reproducir las características que se desean asociar a un determinado elemento, así pues, por ejemplo, si se pretende, para este caso específico, estudiar el sistema Tierra-Sol, el procedimiento y las conclusiones serían diferentes si se trabaja a partir de maquetas dentro de un aula cerrada a que si se realiza un estudio desde un patio al aire libre con ejercicios prácticos que involucren directamente a la Tierra y al Sol como herramientas del ejercicio y la experiencia de conocimiento de los estudiantes en su ámbito escolar y cotidiano.

La modelización consiste pues en la construcción de modelos con los estudiantes sobre los cuales se pueda *pensar, hablar y actuar* (García y Sanmartí, 2006). Estas relaciones a su

vez permiten dar sentido a los hechos del mundo y permiten la utilización de modelos cada vez más complejos.

Para modelar el movimiento del sistema Tierra-Sol deben surgir antes supuestos e inquietudes que responder, como, por ejemplo: cómo se mueve y por qué se mueve así y no de otra manera. El modelo por sí solo debe ser capaz de responder a estas inquietudes y, dependiendo de la complejidad de este, debe funcionar para situaciones análogas, como por ejemplo el movimiento de Marte en torno al Sol o de la Luna en torno a la Tierra. A continuación, se presenta en el gráfico 3 las características que se tiene en cuenta en el presenta trabajo de grado para constituir los modelos de los estudiantes.

Gráfico 1 Características a las cuales responde el Modelo



Fuente: Elaboración propia

No sería pertinente mostrar al estudiante una serie de modelos y adecuar estos a sus experiencias pues se trata de que ellos mismos logren diseñar y representar cómo piensan el sistema Tierra-Sol. De esta manera no se concibe al estudiante como un mero espectador sino como el protagonista de su proceso de aprendizaje.

5. MODELOS DE TOLOMEO, COPERNICO, TYCHO Y KEPLER

En el presente trabajo de grado, la revisión y análisis del pensamiento de algunos científicos y pensadores como Tolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler a cerca de los planteamientos relacionados con el sistema Tierra-Sol, permite diferenciar las descripciones, supuestos, preguntas y consideraciones para constituir sus modelos. Estos últimos aspectos son tenidos en cuenta en la vivencia de aula realizada en la investigación para distinguir los modelos de los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE). Cabe anotar, que no se pretende establecer una analogía del modelo del estudiante con el del científico sino atender a las inquietudes, referentes con el entorno físico y natural, el contexto, su vivencia cotidiana y, tener en cuenta las preguntas que subyacen en el modelo del alumno, así como lo que explican. (Ver apartado de la vivencia en el aula).

El análisis de los planteamientos de los científicos permitió dar cuenta de los fundamentos y argumentos que dieron lugar a las teorías, supuestos e hipótesis que permitieron enriquecer la mirada del hombre sobre su entorno, levantar la mirada y reconocer aquellos puntos brillantes en el cielo tan grandes como sus ansias por conocer lo desconocido.

Se encuentra que las visiones entre Ptolomeo y Copérnico son diferentes, mientras Tolomeo sostenía firmemente (con base en análisis de sus predecesores como Aristóteles y Eudoxo) que la Tierra era el centro del universo, y que a su vez, todos los cuerpos celestes, incluyendo el manto estelar, giraban en torno a esta, Copérnico revolucionó la manera de pensar, arraigada y doctrinada por casi veinte siglos antes de que se cambiara la manera de ver el universo, sostenía que el Sol era el centro, y la Tierra, solo uno de los objetos celestes que giraban en torno a este.

Las cuestiones sociales eran fielmente coordinadas por la iglesia, apostando fervientemente a la creación divina, que suponía a la Tierra como el centro del universo y que los cuerpos celestiales giraran en torno a este, cosa que era inconsistente con algunos fenómenos que no se podían explicar por medio del modelo geocéntrico.

El modelo heliocéntrico representó una revolución que no fue bien aceptada por la iglesia, pues la creación de Dios debía su perfección a la centralización del hombre en el universo; Copérnico, lejos de ser ateo o escéptico, demostró que la visión heliocéntrica, en la cual se sostenía que el Sol era el centro y los planetas giraban en torno a este, era consistente con la explicación de los fenómenos astronómicos y observaciones experimentales que realizó durante su vida.

4.1.2 Antes de Tolomeo

Para Tales de Mileto (625 – 537 a.C), el principio primero del universo es el agua, así pues, sostiene que la Tierra flota como un disco de madera sobre la materia primera (Braunstein & Pépin, 1 kilo de culture générale, 2015), en tanto que Anaximandro (610 – 546 a.C), sustituye el agua como materia primera por el *apeirón*⁴. En el centro del universo pone a la Tierra en forma de cilindro inmóvil en el infinito; una bola de fuego rodea a la Tierra y la envuelven las ruedas de estrellas, la de la Luna y la del Sol, cada una de estas girando sobre sí mismas.

Parménides de Elea (finales del s. VI a.C), coloca a la Tierra en el centro del universo y establece al fuego y la tierra como sus componentes básicos; Aristóteles (384 – 322 a.C) organiza las bases del modelo geocéntrico. La Tierra inmóvil en el centro y alrededor de ella giran todas las estrellas, sin embargo, establece la existencia de un mundo sensible compuesto por objetos entre la Tierra y la Luna hechos a partir de los cuatro elementos: tierra, agua, fuego y aire (Braunstein y Pépin, 2015). Los cuerpos externos a estos son inmutables, bañados continuamente en el etéreo⁵. Aristarco de Samos (s. III a.C), sostuvo en sus lecciones que la Tierra giraba en torno al Sol, cosa que al público del entonces le habrá parecido banal y absurda, dejando en el olvido tales ideas y permaneciendo así la inmovilidad de la Tierra como un principio inatacable. (Castro, 1943).

4.1.3 La revolución Ptolemaica

⁴ “El infinito, lo ilimitado, lo que nunca se engendró. Se trata de un principio, no de un material y es a la vez una fuente eterna de vida, principio de su generación, causa de cualquier destrucción” (Braunstein & Pépin, Explicar el universo, 2015).

⁵ Fluido sutil que llena el espacio.

Claudio Ptolomeo (h. 90 – h. 168) fue un geógrafo, matemático y astrónomo griego de Alejandría. Registró en su libro *El Almagesto*⁶ planteamientos que sentaron las bases del modelo geocéntrico del cual se concebían dos problemas: por un lado le atribuye a Dios la creación del universo, lo cual suponía un retroceso en la búsqueda de explicaciones racionales, y por otro lado, al contar con el apoyo de la iglesia católica, este pensamiento sería hegemónico hasta el Renacimiento (Braunstein y Pépin, 2015).



Ilustración 1 Claudio Ptolomeo. Fuente: Elaboración propia.

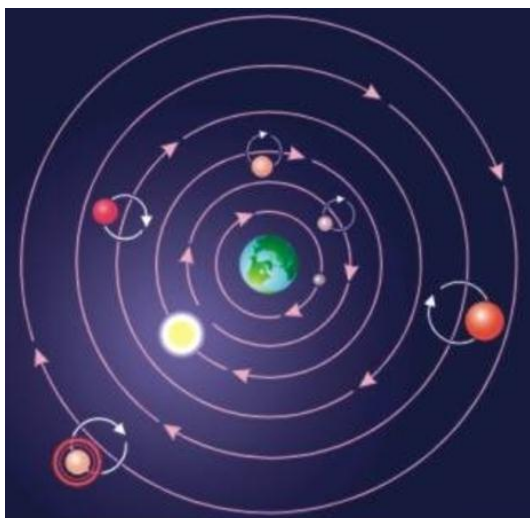


Ilustración 2 Modelo Geocéntrico. Tomado de timetoast.com/timelines/modelos-geocentrico-y-heliocentrico

Ptolomeo presenta la idea de un universo en el cual la Tierra está en el centro, alrededor de esta giran los planetas en ruedas que denomina *epiciclos*, cada epiciclo gira alternadamente en un *deferente*, es decir, en otra rueda cuyo centro es la Tierra. Ptolomeo se apodera de la cosmología de Aristóteles y explica los ciclos en los cuales cada planeta le da la vuelta a la Tierra: Mercurio, Venus y el Sol giran alrededor de la Tierra en un año; Marte en dos; Júpiter en doce y Saturno en treinta (Braunstein y Pépin, 2015). El conjunto de explicaciones relatadas en los trece libros del *Almagesto* de Ptolomeo

constituye el primer acercamiento formal a la idea de un universo geométrico y perfecto; el análisis propuesto en los libros consiste en las concepciones matemáticas del universo, el

⁶ “*La Gran Composición*, el prestigio adquirido entre los árabes hizo que intitularan la traducción del griego al árabe como *Al Magisti*, que significa “El mejor” y que terminó traducido al latín como *Al Magest*, de donde ha pasado al español como *El Almagesto*” (Soto Mungía).

movimiento del Sol y la Luna en torno a la Tierra, eclipses, catálogo de estrellas y estudio del movimiento de los planetas en el cielo.

Ptolomeo plantea un modelo en el cual la Tierra (inmóvil) es el centro del universo, cosa que no parece alejada de la realidad actual pues es congruente con las observaciones cotidianas: El Sol se mueve sobre nosotros; sale por el oriente y se oculta por el occidente. No es lógico a simple vista pensar que somos nosotros desde la Tierra, quienes nos movemos en torno a un Sol *inmóvil* dado que, según la información que circula en nuestro entorno (más comúnmente en internet), si la Tierra gira a un poco más de 1700km/h saldríamos disparados hacia el espacio sin oportunidad de agarrarnos de algo.

El modelo buscó, en dicho contexto, explicar el movimiento de los cuerpos en el firmamento⁷, dado esto, los epiciclos consideraban un movimiento circular (perfecto) en torno a la Tierra, además de plantear un deferente correspondiente al movimiento de retroceso de algunos cuerpos en el cielo, pues en ocasiones parecía que los planetas retrocedían en el cielo y volvían a adelantarse dependiendo de la fecha en el calendario.

4.1.4 Nicolás Copérnico

“Desde los tiempos del astrónomo Eudoxo (s. IV a.C) hasta los árabes, dominó el dogma de la completa inmovilidad de la Tierra” (Castro, Homenaje a Nicolás Copérnico, 1943). Mientras que la postura que sostenía la Tierra como el centro del universo era muy aceptada por la iglesia, profesando que el hombre, como la perfecta creación de Dios era el centro del universo y de la vida misma, la revolución ideológica que desencadenó Copérnico (1473 – 1543) representó el comienzo de la nueva astronomía.

Nicolás Copérnico fue reconocido por ser *quien movió la Tierra y paró al Sol*⁸ destronando la teoría de Ptolomeo y dejando de lado el egocentrismo que acompañaba al hombre hasta entonces al caracterizar su mundo como el centro del universo y la divinidad. Sin embargo, el hombre empequeñecido se agrandó espiritualmente al contemplar un universo que se extendía infinitamente delante de él (Mazurkiewicz, 1943).

⁷ Sin tomar en consideración el egocentrismo que mantenía el hombre (y la iglesia) como una creación perfecta y centralizada en la inmensidad del universo.

⁸ “*Sarmaticus astronomus qui movet terram et figit sollem*” corresponde a la frase del célebre filósofo alemán Felipe Malachton (Mazurkiewicz, 1943).

Desde 1510 hasta 1514 escribe un *comentario* sobre el *Almagesto* de Ptolomeo y formula la hipótesis del heliocentrismo. Durante dieciséis años se dedica Copérnico a recopilar datos observacionales y materiales que le permitieran fundamentar la hipótesis. En 1530 constituye el libro “*Las revoluciones de las estrellas celestes*”⁹, libro publicado póstumamente en 1543 como resultado de los esfuerzos de Georg Joacim von Lauchen (1514 – 1574), un joven entusiasmado con el trabajo de Copérnico. (Braunstein y Pépin, 2015).



Ilustración 3 Nicolás Copérnico. Fuente: Elaboración propia.

Las explicaciones de Copérnico se caracterizan por describir un universo esférico, así mismo las órbitas de los planetas se establecen considerando que el movimiento de los planetas es igual, circular y perpetuo; la Tierra como un punto en relación con la distancia de las estrellas es comparable en el cielo como otro de los cuerpos en el universo (Castro, 1943).

Algunos criticaban aún la hipótesis de Copérnico al argumentar que, si la Tierra girase sobre su propio eje, los objetos sobre la superficie serían arrastrados y dispersados por la

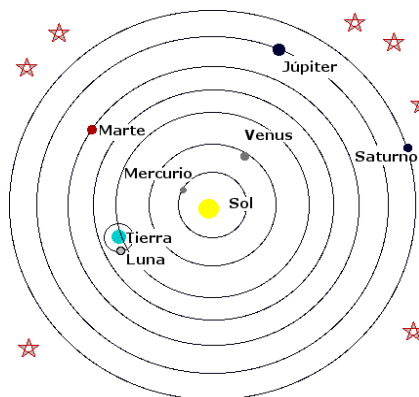


Ilustración 4 Modelo heliocéntrico. Tomado de <https://www.astronomia-iniciacion.com/sistema-heliocentrico.html>

rapidez del movimiento. En aquellos momentos ya se presentaban análisis sobre la gravedad a lo cual Copérnico escribe:

“Estimo pues que la gravedad no es otra cosa que una cierta tendencia natural dada por el Creador a todas las partes y que las lleva a reunirse y formar globos. Puede creerse que esta causa obra también en el Sol, en la Luna y en otros Planetas, y les ha dado la forma esférica, lo que no les impide cumplir sus diversas revoluciones”. (Castro, 1943, p. 8).

⁹ De revolutionibus orbiumcoelestium.

Copérnico propuso una hipótesis que destronaba a la de Aristóteles y Ptolomeo¹⁰ proponiendo una Tierra que se mueve sobre sí misma y que esta, así como el resto de los planetas se mueven en torno al Sol. Esto supuso un insulto a la divina creación enseñada por la iglesia; Copérnico murió antes de la publicación de su libro, liberándose de los ataques de la iglesia, sin embargo, no pasó lo mismo con Galileo Galilei, fiel seguidor de Copérnico (Braunstein y Pépin, 2015).

El modelo propuesto por Copérnico planteaba algo que iba en contra de las observaciones cotidianas, pues nadie sentía ni veía tal movimiento de rotación ni podía dar cuenta de que era la Tierra la que se movía en torno al Sol y no al revés, sin embargo, por medio de datos y el análisis de ellos logró dar cuenta del movimiento de la Tierra. Las órbitas descritas por los epiciclos de Ptolomeo, eran órbitas circulares, uniformes y perfectas, pero ahora ya no en torno a la Tierra, sino al Sol.

Copérnico buscó formular un modelo en el cual no fuera necesario el uso de engorrosos epiciclos ni deferentes, sin embargo, esto entró en conflicto con la iglesia al estar en contraposición con la centralización de la Tierra en el universo. El modelo pronto fue aceptado a finales del siglo XVI y retomado por personajes posteriores como Tycho y Kepler.

4.1.5 Órbitas de Kepler

Tycho Brahe (1546 – 1601) fue un astrónomo danés nacido en la cuna de una familia adinerada. Luego del fallecimiento de su padre, Tycho tuvo libertad financiera para desarrollar sus trabajos en astronomía. En 1572 observa una fuerte intensidad luminosa en el cielo¹¹ que desaparece luego de un tiempo. Esto contradice la teoría de las estrellas fijas, correspondiente a esto Tycho

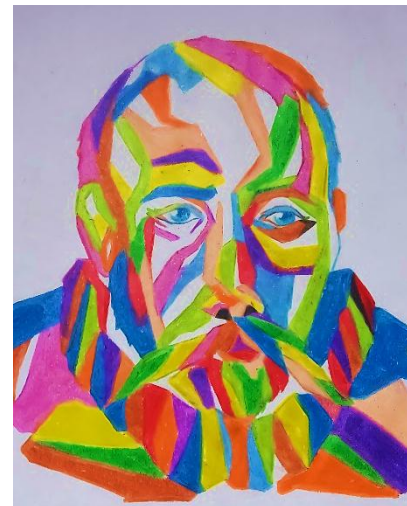


Ilustración 5 Tycho Brahe. Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ Esta tuvo por nombre la “*Revolución copernicana*” (Braunstein & Pépin, Explicar el universo, 2015).

¹¹ Correspondía a una supernova en la constelación de Casiopea.

pública su observación con *Estrella nova* en 1573. (Braunstein y Pépin, 2015).

Tycho desarrolla un modelo geo-heliocéntrico mezclando el geocentrismo de Ptolomeo y el heliocentrismo de Copérnico; en este modelo la Tierra permanece inmóvil y es el centro del universo mientras el Sol y la Luna giran en torno a ella, pero, los demás planetas giran en torno al Sol.

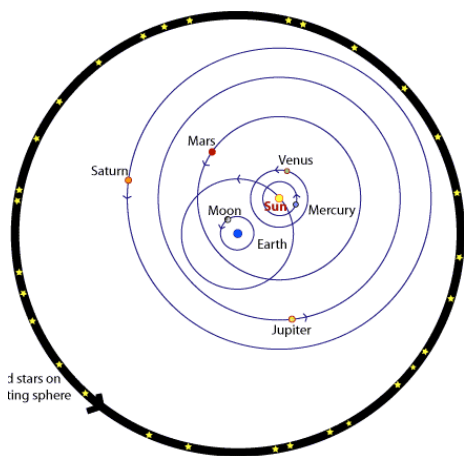


Ilustración 6 Modelo geo-heliocéntrico.
Tomado de enroquedeciencia.blogspot.com/2018/02/geocentrismo-de-tycho-brahe.html

Partiendo de las observaciones de Tycho, el alemán Johannes Kepler (1571 – 1630), quien fue el sucesor de Tycho, logró plantear un nuevo modelo del universo con base en el modelo heliocéntrico de Copérnico, estableciendo así tres leyes matemáticas que llevan su nombre¹². Kepler partió de las tablas Rudolfinas que Tycho desarrollaba en vida y, dejó incompletas en su deceso (Castro, 1945); la precisión con la cual Kepler manejaba los datos era eficiente y, a partir del cálculo de excentricidad de la

órbita de Marte encontró discordancias con los análisis de Tycho, lo que conllevó a la formulación de un planteamiento de órbitas excéntricas.

No tardó mucho Kepler en enunciar sus leyes del movimiento planetario a partir de un análisis geométrico; el Sol como el centro del universo y, en torno a él giraban los planetas en órbitas ya no circulares, sino elípticas. Además de discutir la perfecta creación de Dios con relación a la Tierra ya no como centro, sino como otro de los planetas que giran en torno al Sol, se tiene que las órbitas no son círculos perfectos, sino más bien *círculos alargados*.

El modelo de Kepler planteó otro problema relacionado a la perfección y es que, si al menos la Tierra no iba a ser el centro del universo, por lo menos debía tener una perfecta trayectoria circular en torno al

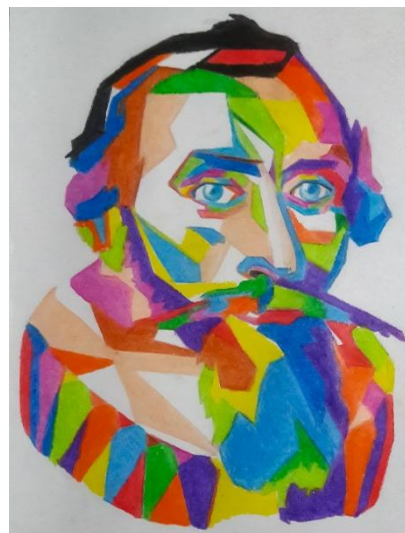


Ilustración 7 Johannes Kepler. Fuente: *Elaboración propia*.

¹² Conocidas como las tres leyes de movimiento planetario de Kepler.

Sol. Claramente Kepler marcó un hito geométrico que involucró, más que un desarrollo matemático, un análisis fenomenológico que constituyó un avance histórico

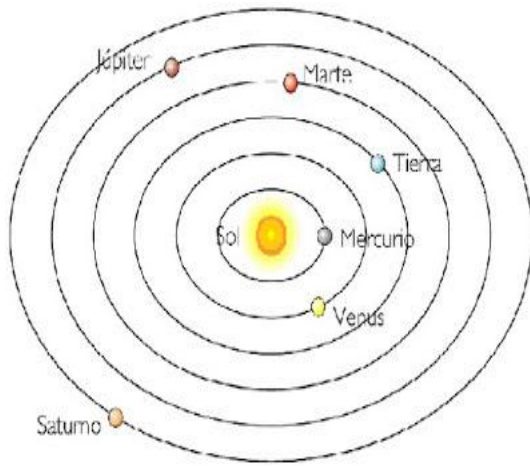


Ilustración 8 Modelo de Kepler. Tomado de maestrosenciencias.blogspot.com/2009/07/modelos-y-movimientos-planetarios-dachi.html

Es interesante hacer el ejercicio de pensar cómo cada uno de los pensadores aquí relacionados pudo plantearse un mismo universo con diferentes características, cada una de ellas asociadas a diferentes analogías y a diferentes representaciones; ¿cómo pudo Tales explicar y argumentar la idea de una Tierra como una base de madera que flota sobre agua? O ¿cómo pudo Copérnico pensar que el centro del universo no era la Tierra sin si quiera haber salido de ella? O ¿Qué tuvo que pasar por la mente de Kepler

para imaginarse que además la Tierra no sigue una trayectoria circular sino elíptica?

Los modelos pueden ser representaciones o analogías que involucran la explicación de algo que, a simple vista, no parece ser tan comprensible. Solo hay que pensar cómo Tales, Ptolomeo, Copérnico, Tycho, Kepler (entre otros) comprendían de diferente manera la constitución del universo y tenían diferentes representaciones y explicaciones de la organización de los cuerpos celestes. Por intuición se puede pensar que es el Sol, la Luna, planetas y estrellas los que se mueven en torno a la Tierra, pues a simple vista es lo que se Ptolomeo, Copérnico, Tycho, Kepler (entre otros) comprendían de diferente manera la constitución del universo y tenían diferentes representaciones y explicaciones de la organización de los cuerpos celestes. Por intuición se puede pensar que es el Sol, la Luna, planetas y estrellas los que se mueven en torno a la Tierra, pues a simple vista es lo que se Ptolomeo, Copérnico, Tycho, Kepler (entre otros) comprendían de diferente manera la constitución del universo y tenían diferentes representaciones y explicaciones de la organización de los cuerpos celestes. Por intuición se puede pensar que es el Sol, la Luna, planetas y estrellas los que se mueven en torno a la Tierra, pues a simple vista es lo que se

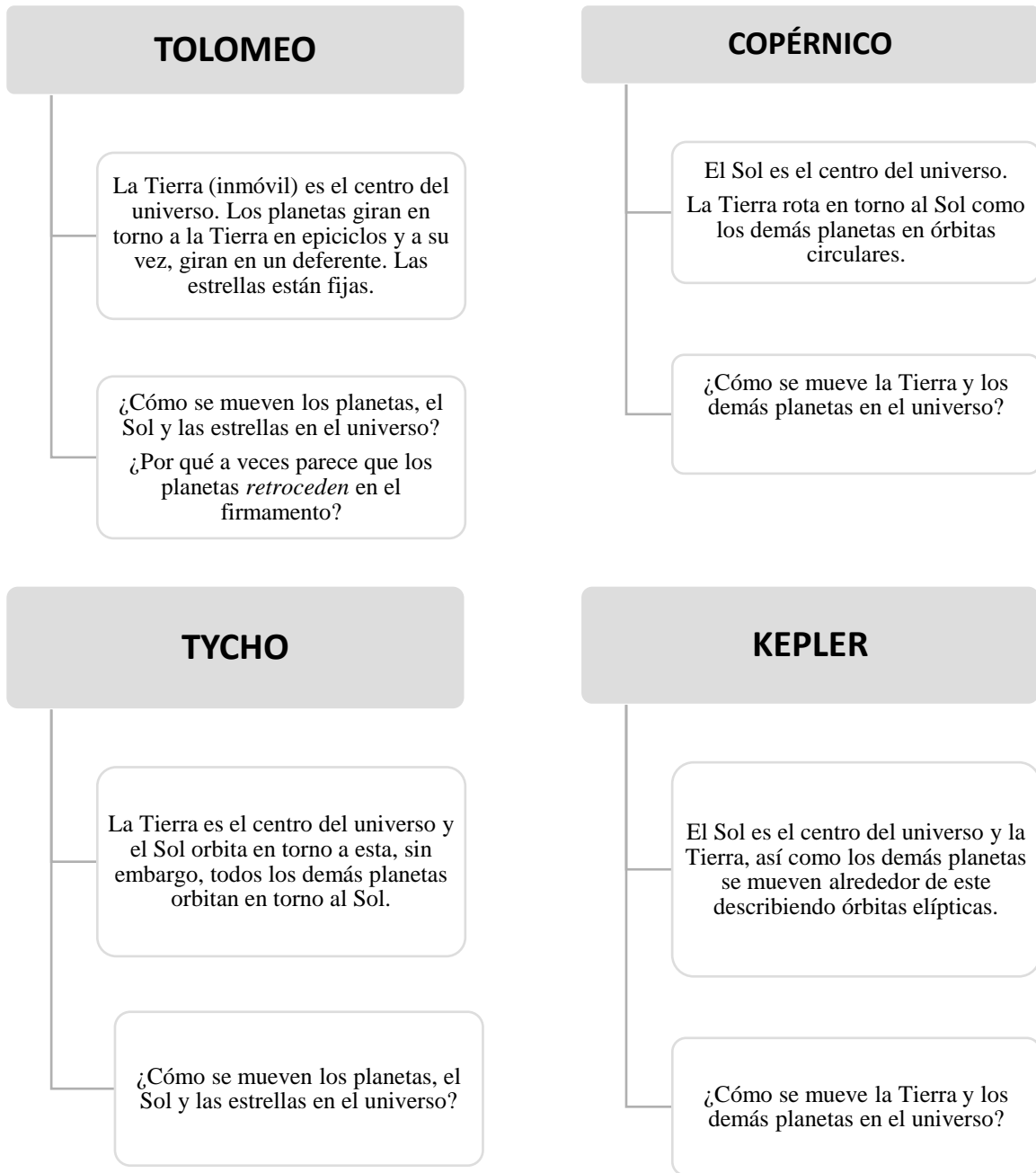
Observa.: “El Sol sale por el oriente y se oculta por el occidente”, “Ya salió el Sol”, “El Sol está ahí arriba”.

¿Qué tuvo que pensar Copérnico para mover la Tierra del centro y ponerla al lado de un montón de rocas que se movían, en principio, alrededor de la Tierra? Los modelos se plantean con el fin de responder a preguntas asociadas a una serie de variables y consideraciones; si el modelo anterior no respondía tales preguntas, lo ideal sería modificar o rehacer el modelo con el fin de responder a aquellas consideraciones; las observaciones no eran totalmente congruentes. La perfección exige exactitud, cosa que no cumplía el modelo geocéntrico.

Los modelos plantean una mirada frente a diferentes consideraciones sobre un mismo fenómeno ya sea a partir de los sentidos, experiencias o razonamientos; Tolomeo consideró unas preguntas y supuestos antes de dar cuenta de un modelo, así mismo lo hizo Copérnico, Tycho y Kepler. No consiste solo en mostrar analogías sino también lograr compararlas y criticarlas (Coll, France y Taylor, 2005), hay que reconocer las limitaciones y plantear estas como una construcción colectiva, como una representación del mundo.

A manera de síntesis, se presenta en el siguiente gráfico los supuestos, consideraciones y preguntas de cada modelo de los pensadores y científicos.

Gráfico 2 Supuestos, consideraciones y preguntas en los modelos de Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler



Elaboración propia

6. VIVENCIA EN EL AULA

En este apartado se presenta la vivencia realizada sobre el estudio del sistema Tierra – Sol, se realiza la descripción de la actividad en primer lugar, mostrando los aspectos relevantes para el trabajo de grado relacionado con los momentos referidos a la relación con el movimiento, dibujando la trayectoria, percepción del movimiento del Sol: gnomon y, ubicación, movimiento y luz. En segundo, lugar se expone el apartado sobre los modelos del sistema Tierra – Sol que, constituyeron los estudiantes de los niveles nueve y diez (séptimo y octavo) de la Educación Básica Secundaria de la Escuela Pedagógica Experimental, adelanta durante el año 2018-II y 2019-I, en el proyecto de Astronomía de la institución.

La alternativa didáctica que se tuvo en cuenta en el trabajo en el aula fue la de las Actividades Totalidad Abiertas (ATAs) propuesta por Segura, Molina & Pedreros (2000), estas actividades permiten cumplir en la clase con:

[...] la coherencia conceptual (que tiene en cuenta el aspecto epistemológico), la coherencia lógica (que se relaciona con las posibilidades de comprensión-elaboración del discurso) y la coherencia en el formato de la actividad (que apunta a solucionar los problemas de pertinencia.) [...]. (p:10).

Las ATAs como alternativa didáctica, deben partir de problemas o situaciones problema, además de ir tan lejos como sea posible mientras exista comprensión; los problemas que se proponen en el aula deben ser interesantes para los estudiantes y relacionados con la teoría y no con el concepto específico, pues lo que se quiere es propiciar un espíritu científico que lleve a la discusión sobre los problemas haciendo predicciones y formulando hipótesis al respecto (Segura, Molina, & Pedreros, 1997).

6.1. Descripción de la actividad

El trabajo en el aula se organizó a partir de las actividades nombradas como relación con el movimiento, dibujando la trayectoria, percepción del movimiento del Sol: Gnomon y Ubicación y, movimiento y luz: los relojes de sol. Estas actividades se enriquecieron con las construcciones y elaboración de maquetas que se elaboraron posteriormente en la clase. A continuación, se realiza la descripción de cada uno de ellos, se distingue la modelación y modelización en la clase, así como las preguntas, supuestos y modelos que son considerados por los estudiantes sobre el sistema Tierra – Sol.

6.1.1. Relación con el movimiento

Inicialmente se dispuso una actividad de introducción, asociada al reconocimiento del movimiento, tema que sería tratado a lo largo de toda la actividad, se les preguntó a los estudiantes *¿Qué es el movimiento?* La descripción estuvo asociada al movimiento del cuerpo, los estudiantes agitaban las manos, batían los pies e incluso se quedaban “petrificados” mientras hablaban y discutían sobre sus acciones. Posteriormente se dispersaron dentro del aula, comenzaron a caminar, a dar vueltas sobre sí mismos, aplaudir, mover los brazos, los pies, bailar o se quedaban quietos. Estas acciones se repitieron varias veces mientras se presentaban patrones de movimiento similares en los estudiantes.

Se dispuso de una pista de sonido (música) como guía o patrón de tiempo para marchar, caminar, batir sus brazos o descender y ascender con sus piernas, algunos chicos comenzaban a caminar con su pareja al ritmo de la música, mientras que otros se quedaban en su puesto y bailaban, otros marcaban sus movimientos con base en el ritmo y unos pocos simplemente lo ignoraban. (Ver ilustración 9).



Ilustración 9 Acciones de individuales. Fuente: Tomada por el autor.

Algunos estudiantes detuvieron sus acciones, mientras que otros las cambiaban o modificaban. Por ejemplo, una pareja se movía a manera de espejo reflejando sus movimientos, mientras otra pareja daba vueltas entre ellos. Al detener las acciones y retomar de nuevo la acción, la primera pareja siguió realizando los movimientos en espejo mientras que la otra pareja caminaba alrededor del salón. (Ver ilustración 11).



Ilustración 10 Acciones en pareja. Fuente: Tomada por el autor.

La actividad también se realizó en cuartetos, cada grupo se movía de diferente manera, ya no de manera individual ni en parejas, sino como un conjunto. Esto permitió que replantearan sus movimientos, algunos grupos se organizaban y daban vueltas en círculo entre ellos, otros simplemente marchaban uno detrás de otro, en tanto que un integrante de un grupo se sentó mientras los otros daban vueltas alrededor de él. (Ver ilustración 12).



Ilustración 11 Acciones en cuartetos. Fuente: Tomada por el autor.

Son varias las acciones realizadas por cada pareja, pues las maneras de interpretar las instrucciones no son las mismas, así como la interpretación conceptual del movimiento. Esto fue notorio al añadir la siguiente instrucción, que consistió en hacer cuartetos, cada grupo se movía de diferente manera, ya no de manera individual ni en parejas, sino como un conjunto; esto permitía que replantearan sus movimientos. Algunos grupos se organizaban y daban vueltas el círculo entre ellos, otros simplemente marchaban uno detrás de otro; un integrante de un grupo se sentó mientras los otros daban vueltas alrededor de él.

Estas acciones permitieron que los estudiantes reconocieran la libertad que tienen para moverse; las diferentes maneras en las cuales pueden hacerlo, corriendo, saltando o zigzagueando, por ejemplo; distinguieron las posibilidades de moverse; identificaron dificultades que tienen si no hay una concordancia en sus movimientos y tomar consciencia a la hora de moverse de manera individual y en conjunto con otros compañeros.

6.1.2. Dibujando la trayectoria

Para la realización de este momento, se les solicitó a los estudiantes que se movieran con ayuda de sogas, dando vueltas y caminando en círculos, lo cual permitió reconocer y avanzar en la comprensión de las características de este movimiento, lo realizaron también en parejas, en cuartetos y octetos. Posteriormente dibujaron círculos que después alargaban con diferentes medidas sobre el piso (elipses) y siguieron la trayectoria de manera individual, en parejas y en cuartetos.

Algunas de las inquietudes y afirmaciones de los estudiantes se referían a *¿Cómo es más fácil moverse?*, *El uso de la soga para moverse dificultó el movimiento* y *El tamaño del círculo alargado, dificultó el movimiento de manera individual o en grupo*.

Se utilizó una tiza para dibujar la trayectoria en el piso, una pareja sujetó la tiza por cada extremo y empezaron a dar vueltas entre ellos, en tanto que otra pareja se sentó y una de ellas dibujó en el piso un círculo con la tiza encerrando a su compañera en él. Igualmente lo hicieron los otros grupos conformados. Dicha actividad fue familiar para los estudiantes, dado que en el proyecto de astronomía de la EPE (grupo al cual pertenecen los chicos), en sus actividades ha tratado e indagado sobre los cuerpos celestes y sus de trayectorias.



Ilustración 12 Dibujando el círculo. Fuente: Tomada por el autor

Los estudiantes caminaron sobre la línea dibujada sobre el piso, algunos círculos eran lo suficientemente grandes para que uno de los integrantes se hiciera dentro, mientras sus compañeros caminaban sobre la línea marcada. Un grupo optó por ir girando sobre sí mismos mientras se movían sobre la trayectoria y otro grupo, solamente caminó siguiendo la línea dibujada.

Se dibujó, además, un círculo dentro del círculo que cada grupo ya había hecho, este círculo tendría la característica de ser más pequeño que el anterior. Los estudiantes caminaron sobre la línea dibujada lo cual representó una dificultad, dado que el movimiento era más lento, más cerrado, mucho más estrecho y complejo entre ellos. Una pareja decidió caminar de lado, con un pie sobre la línea y el otro por fuera de ella; otro grupo caminaba a pies juntos con movimientos muy cuidadosos y delicados. Cabe resaltar que ya ningún grupo optó por girar sobre sí mismos mientras se desplazaban debido a la dificultad que esto representaba.

Los estudiantes dibujaron un círculo *gigante* haciendo uso del espacio del salón, un integrante de cada grupo dibujó el círculo, otro de ellos utilizó la tiza y empezó a marcar una línea sin seguir patrón alguno, mientras que otro grupo agarró la tiza junto con la cuerda mientras su compañero sostenía con el pie el otro extremo, como si de un compás se tratase. Los círculos al final fueron denominados por sus compañeros como óvalos o elipses, permitiendo interpretar que los chicos ya tenían conocimiento de algunas figuras cónicas. Las relaciones que logran realizar dan cuenta de un primer acercamiento al estudio de modelos sobre un sistema, particularmente el de la Tierra y el Sol. En el anexo 1., se presentan los comentarios al respecto del trabajo realizado.

6.1.3. Percepción del movimiento Tierra- Sol: la proyección de la sombra

Se abordó la pregunta con los estudiantes a saber, *¿alguna vez has jugado con sombras?*, se permitió que definieran diferentes tipos de juegos con sombras, ya sea con *siluetas, reflejos, poner a correr a la sombra o jugar con varias sombras a la vez*. Los estudiantes se preguntaron sobre *¿Qué es la sombra?* y *¿Por qué nos sigue la sombra?* A partir de estas preguntas fue posible construir un diálogo entre los estudiantes en el cual respondían entre ellos sus *creencias y teorías*. A continuación, se presentan algunas respuestas de los estudiantes:

- *Es como el reflejo que se produce por la ausencia de la luz.*
- *La sombra es cuando se genera una obstrucción del camino de la luz.*
- *Yo he hecho carreras con la sombra intentando que ella no me persiguiera.*
- *Hacía figuras con las manos, como siluetas.*
- *Yo jugaba con el espejo intentando poner mi mano primero que mi reflejo.*
- *¿Qué pasa si la sombra está en la pared y en el piso? Es la misma sombra solo que aparece en la pared y en el piso, como alargada.*
- *¿Eso pasa cuando hay dos puntos de luz, cuando la mitad se refleja en una parte y la otra en otra parte.*

En medio del intercambio surge otra pregunta ¿El Sol produce sombra? A lo cual se presentan consideraciones como que *el sol manda rayos de luz sobre la Tierra y produce*



Ilustración 13 Algunas representaciones de los estudiantes sobre la Sombra a partir de la relación Tierra - Sol. Fuente: Tomada por el autor.

sombra, o que debe haber una obstrucción del Sol para que haya sombra. Algunas representaciones gráficas hechas por los estudiantes dieron cuenta de cómo la luz proveniente del Sol interacciona con la Tierra (ver ilustración 13).

- “El reflejo de la luz del Sol rebota hacia otro lado, pero no te traspasa, por eso se genera la sombra”.
- “Pero la luz artificial también produce sombra, pero tiene que estar en un espacio específico porque no es tan intensa como la del Sol”.
- “Depende de la fuerza de la luz”.

Los estudiantes describen y explican ¿qué es la sombra?, ¿quién se mueve primero, mi sombra o yo? y ¿cómo se mueve mi sombra? Las explicaciones y representaciones dan cuenta de su experiencia, de su contexto y de sus intereses. (Ver anexo 2).

La sombra es un evento cotidiano que poco se pregunta sobre él, permite relacionar elementos clave en el presente trabajo de grado como el movimiento y la interacción entre cuerpos como la Tierra y el Sol. Ideas como que “*el sol manda rayos de luz sobre la Tierra y produce sombra*” permiten preguntarse sobre ¿cómo el Sol manda rayos de luz? o ¿cómo la Tierra refleja la luz y produce sombra?, en sí, ¿cómo es la interacción entre la Tierra y el Sol?

Con base en las siguientes sesiones se pretendió ahondar en torno al sistema Tierra - Sol y el papel de la sombra en el estudio del movimiento del sistema. Para lo cual se propuso

realizar una actividad de observación a partir de un gnomon¹³. Los estudiantes a lo largo de la actividad observaron la sombra proyectada sobre una escala que dio cuenta del movimiento del Sol en el firmamento.

A partir del gnomon, se planteó una actividad de observación dando cuenta del cambio de proyección de sombra sobre una escala graduada (construida previamente). Cada treinta minutos los estudiantes se dirigirían hacia el lugar donde fue ubicado el gnomon y tomarían registro fotográfico desde una posición fija para todas las observaciones. Se pretende que la actividad vaya más allá de la sesión de trabajo habitual del Proyecto de Astronomía y que se puedan tomar al menos ocho fotografías para dar cuenta del movimiento del Sol en el firmamento, tal cual como se dio cuenta del movimiento en la anterior sesión.

En caso de que el cielo no estaba despejado, se acudía al uso de herramientas tecnológicas para dar cuenta del movimiento del Sol en el firmamento y realizar la observación sin ningún problema. En esta ocasión, el uso de la aplicación Sky View, permitió dar cuenta del movimiento del Sol en el firmamento dadas unas condiciones climáticas favorables que a veces no se tenían al realizar la observación directa fuera del aula. Se distinguieron elementos característicos del movimiento planetario en general y ver algunas relaciones de las órbitas de los planetas en torno al Sol.

Además de esto, dentro del aula se realizó la actividad con el gnomon pero con un Sol artificial, este será un bombillo que por medio de una cuerda o cable se podía mover sobre el techo del salón y, se ubicaba el gnomon. Se presentaron inquietudes como sobre el movimiento de la Tierra y el Sol: *¿Quién se mueve respecto a quién?, ¿Por qué decimos que el Sol sale por el oriente y se oculta por el occidente? y ¿Se cumplirá esta relación de “salidas y puestas de Sol” en todo el planeta?*

La importancia radicó en comprender e interpretar las representaciones que realizaban los chicos sobre el movimiento de la Tierra y del Sol, para lo cual como se mostró en las sesiones anteriores de la vivencia en el aula, se fue realizando a partir de la pregunta *¿qué es el movimiento?*, dibujando la trayectoria (círculos y elipses) y las interpretaciones de lo

¹³ Objeto alargado usado para proyectar una sombra sobre una escala graduada. Se usa comúnmente en los relojes de Sol, pues característicamente su objetivo consiste en proyectar una sombra sobre una escala de acuerdo al movimiento del Sol en el firmamento.

que describen y explican los estudiantes sobre la sombra. Dicha actividad se enriqueció con la construcción de relojes de Sol.

6.1.4. Ubicación, movimiento y luz: Los relojes de sol

A partir de las actividades realizadas en las sesiones de clase, se logró demarcar aspectos relacionados con la ubicación, el movimiento y la luz proveniente tanto del Sol, como de fuentes artificiales dentro y fuera del aula. La vivencia de conocimiento de los estudiantes se enriqueció con la construcción de relojes de Sol, se realizaba mediciones sobre la hora a partir de la luz proveniente del Sol y su ubicación (en el horizonte) relativa al reloj elaborado.

Para realizar la construcción de los relojes de Sol fue necesario recurrir a materiales de fácil y rápido manejo tales como cartón paja, tijeras, reglas, compás y marcadores; la construcción de los relojes fue realizada dentro del aula con los estudiantes de acuerdo a una serie de indicaciones establecidas por el autor del presente trabajo; la organización establecida fue grupos de a tres personas, aunque cada quien realizaba su propio artefacto. Esto permitió que los estudiantes se indagaran y cuestionaran sobre cómo funcionaba cada parte del reloj que estaba siendo construida. (Ver ilustración 14).



Ilustración 14 Relojes construidos por los estudiantes. Fuente: Elaboración propia

Durante la construcción fue necesario establecer varios parámetros considerables con relación a las medidas y encaje de las partes del reloj con el fin de obtener una medida más precisa a la hora de hacer el trabajo dentro y fuera del aula (ver ilustración 15). Cabe aclarar que el trabajo de construcción abarcó toda una sesión de proyecto (2 horas) y fue necesario posponer el trabajo de medición para la siguiente sesión, lo cual fue muy bien compensado con preguntas, explicaciones e indagaciones de los estudiantes.



Ilustración 15 Medición de la hora en el reloj solar. Fuente: Fotografía tomada por el autor

La sesión dedicada a la medición de la hora se realizó dentro del aula (posteriormente, fue posible realizar mediciones con la luz proveniente del Sol en otra sesión), dado que las condiciones climáticas impedían la toma de datos, sin embargo, esto no significó que no se pudiera realizar el ejercicio con los estudiantes gracias al uso de los prototipos realizados por el autor del presente trabajo, los cuales permitieron realizar la modelación y modelización del sistema Tierra – Sol. El trabajo con el reloj de Sol permitió a la vez, ampliar las descripciones y elaboraciones de los estudiantes sobre cómo y por qué se mueve la Tierra o el Sol, o ambos.

Los estudiantes se interesaron en los pequeños detalles de la construcción del reloj solar, tales como la forma de las partes que lo componen, las medidas y la ubicación; con respecto a cada parte se permitió que los estudiantes pensarán el sentido de la forma y de la ubicación, ellos mencionan que *“el reloj debía apuntar hacia el este, pues es por donde siempre sale el Sol”*, mientras otros decían que *“debía apuntar hacia el norte porque de lo contrario no se produciría sombra”*.

El intercambio de ideas se enriqueció al centrar la atención en la producción de la sombra en el reloj, dado que la gran mayoría de los estudiantes mantenían la idea de que es la Tierra la que gira en torno al Sol, sin embargo, pronto cambió su parecer al dar cuenta de un Sol que *sale por el oriente y se oculta por el occidente*, que precisamente es lo que se observa a diario en nuestro firmamento. (Ver ilustración 16).



Ilustración 16 Trabajo con relojes de Sol
Fuente: tomada por el autor

Dadas las condiciones de lluvia, los estudiantes cuestionaban si había o no Sol, consideraron que la luz que nos llegaba en ese momento era proveniente del Sol. La gran mayoría jugó con los relojes y la luz artificial de las lámparas del aula. Un grupo decidió utilizar la brújula de su celular, lo cual permitió tomar en consideración la ubicación como elemento base al utilizar el reloj de Sol. (Ver ilustración 17).



Ilustración 17 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor

Pronto esto fue observado por los demás grupos y se realizó un trabajo en conjunto permitiendo que todos comprendieran la importancia de la ubicación, nos retiramos del aula

y consideramos el uso del patio, por donde *ingresaba mayor luz del Sol*. Algunos afirmaban que el reloj debía apuntar hacia el este y que la sombra se proyectaba mientras el Sol se movía sobre nosotros de este a oeste.

Los cerros orientales (Monserrate) y Soacha fueron ubicaciones que se utilizaron como referente del este (oriente) y oeste (occidente). Las brújulas de los celulares permitieron ubicar la dirección en la cual apuntar el reloj solar y, además, fue interesante utilizar un reloj analógico a petición de un estudiante, quien cuestionó el sentido de giro de las manecillas del reloj y su relación con la dirección en la cual se mueve la sombra en el reloj de Sol. El conjunto (y uso) de implementos se consideró un prototipo nuevo.

Dicha actividad permitió que los estudiantes participaran en conjunto e involucraran a los docentes y estudiantes de otros cursos que transitaban por el lugar; se planteó entonces que, el Sol sale por el oriente, por Monserrate y se oculta por el occidente, por Soacha. Ahora, ubicando el punto de salida y ocultación del Sol, quedaba pendiente la dirección en la cual debía apuntar el reloj solar.

“Teóricamente debería estar apuntando hacia el norte, porque a las doce el Sol está en el punto más alto”, fue una consideración de un estudiante, quien observó que al mover el bombillo de este a oeste, este proyectaba una sombra que prácticamente recorría todos los ángulos descritos en el reloj solar y los puntos marcados (que correspondían a la relación horaria) coincidían con la posición del modelo del Sol en el firmamento, representado por el bombillo. (Ver ilustración 18).



Ilustración 18 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor

Otros estudiantes quisieron realizar el mismo modelo, así que se turnaron para mover el bombillo y el reloj mientras comentaban sus conclusiones; *el Sol se mueve y crea una sombra dependiendo de la posición en el cielo*. Esta fue una conclusión común y compartida por los demás estudiantes, sin embargo, a algunos no les quedaba claro cómo identificar la hora en el reloj. Se procedió a realizar el mismo ejercicio en el aula y construir las explicaciones entre todos mientras cada uno movía el bombillo sobre el reloj de Sol, sobre una mesa.

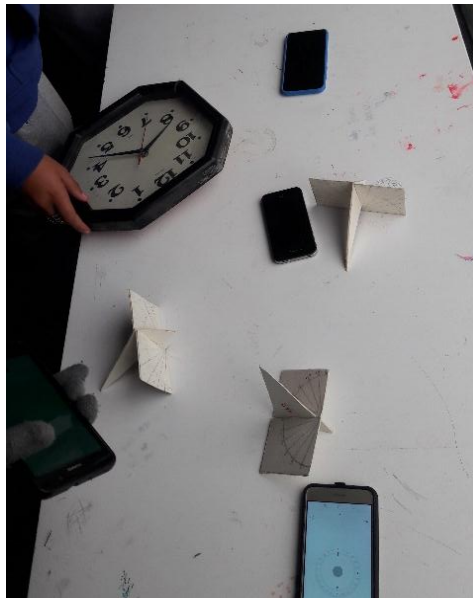


Ilustración 19 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula. Fuente: tomada por el autor

Algo era constante y es que, en este caso, todos utilizaban en su lenguaje que *El sol se mueve* sin embargo, anteriormente los modelos de movimiento del sistema Tierra – Sol fueron representados como un Sol inmóvil en el espacio y una Tierra que se movía en torno a él, a lo cual un estudiante afirmó que *“para esta situación es más fácil mover el Sol que la Tierra porque nos da pereza mover la mesa y no se vería como normalmente vemos el Sol en el cielo”*. Esta afirmación permite considerar el modelo como una herramienta a la cual se acude en función de las necesidades y de las suposiciones que se hagan sobre él.

El ejercicio se enriqueció aún más cuando los estudiantes quisieron marcar cada uno una hora específica en el reloj, así que, cada uno pasó a marcar horas específicas (6:15am, 7:30am, 10:45am, 12:00m, 3:05pm, etc) en el reloj de Sol de acuerdo a la posición relativa del Sol en el firmamento. *“¿En qué posición está el Sol a las nueve de la mañana? ¿En qué*

posición está el Sol a las tres de la tarde?”. Los estudiantes modelaban el movimiento y la relación Tierra – Sol. (Ver ilustración 20).



*Ilustración 20 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula.
Fuente: tomada por el autor*

A la pregunta de un estudiante realiza: *¿Será que este reloj sirve en el polo norte o en el polo sur?*, que generó gran conmoción entre sus compañeros, quienes sostenían que sí y que no; que sí, se dijo

“[...] porque la Tierra rota de la misma manera todos los días, o que sí porque en el polo norte el Sol pasa por el mismo lado en el cielo que en Bogotá; que no porque hay seis meses de día y seis meses de noche en los polos porque la Tierra rota pero rota un poco inclinada, o que no porque la distancia de la Tierra al Sol no se mantiene igual a lo largo del año, eso produce las estaciones. Mientras a un lado está de día, al otro lado está de noche”.

Bajo las anteriores consideraciones fue necesario modelar de nuevo el sistema Tierra – Sol, pero esta vez con un balón, que asimilaba a la Tierra y el bombillo que asimilaba el Sol. (Ver ilustración 21).



*Ilustración 21 Interpretación de la hora con reloj de Sol y brújula.
Fuente: tomada por el autor*

Se realizó la descripción de la rotación, inclinación y traslación de la Tierra en torno al Sol de acuerdo a las consideraciones anteriores. Se logró distinguir que los estudiantes daban cuenta de una Tierra inclinada, lo cual permite que el Sol incida por un tiempo prolongado en un polo en una época específica del año, y en el otro polo incide por otro tiempo prolongado mientras al otro (en el polo opuesto) no puede incidir la luz del Sol. La traslación de la Tierra en torno al Sol permitió también que los estudiantes consideraran las estaciones en la Tierra y el uso del reloj de Sol en cualquier parte de la Tierra, expresaban que

El Sol no sale siempre por el mismo lado, no conduce por un mismo carril. El Sol a lo largo del año se corre un poquito y, aunque salga por el oriente y se oculte por el occidente, no siempre sale derecho por el mismo lugar.

Esta fue una consideración construida por algunos estudiantes al referirse al constante cambio en la trayectoria del Sol en el firmamento que, aunque se note que sale por el oriente y se desplaza hacia el occidente, no siempre se mueve sobre una misma trayectoria fija.

En la sesión dedicada a las maquetas, se logró realizar la medición de la hora con el reloj Solar involucrando al Sol gracias a las condiciones climáticas. Esto permitió mostrar a los estudiantes los elementos relacionados en la sesión anterior en la cual se realizó el modelo a partir de un bombillo y el reloj solar. Además, permitió hacer seguimiento de la sombra y

ver cómo cambiaba esta con el movimiento relativo del Sol en el firmamento. (Ver ilustración 22).

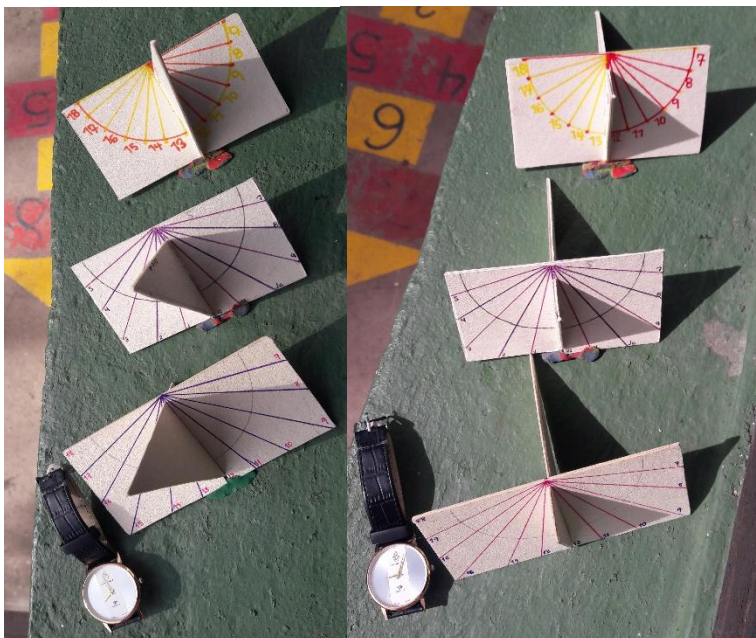


Ilustración 22 Medición de la hora en presencia del Sol. Fuente: Tomada por el autor.

El estudio de la sombra con relación al sistema Tierra – Sol logra ser un elemento base del presente trabajo al abordar las distintas representaciones y abstracciones de las cuales logran dar cuenta los estudiantes, ya sea por la ubicación del reloj o de la misma trayectoria del Sol como un elemento clave en la construcción de explicaciones y modelaciones sobre un mismo fenómeno; Como menciona Lanciano (1989), el lenguaje está ligado a una percepción Tolemaica, pues el modelo tolemaico funciona (aún hoy en día) perfectamente para explicar fenómenos.

6.2. Modelos del sistema Tierra – Sol

Para distinguir los modelos de los estudiantes sobre el Sistema Tierra – Sol, se tuvo en cuenta lo construido en las sesiones anteriores de la clase y la premisa “*el Sol que está de un lado antes de las doce del día produce sombra de un lado, y el Sol que está del otro lado*”

después de las doce del día produce sombra del otro lado”, lo cual le permitió a los estudiantes representar un modelo en el cual lograran dar cuenta del movimiento del Sol en el firmamento de la Tierra o de la Tierra en el firmamento del Sol, en sí, el movimiento del sistema Tierra – Sol.

El trabajo se hizo por grupos, disponían de un bombillo y una esfera de icopor, los estudiantes propusieron unos supuestos y consideraciones construidos a partir de las sesiones anteriores. A continuación, se presentan las representaciones, supuestos y consideraciones sobre el sistema Tierra-Sol.



Ilustración 23 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor

“La Tierra gira sobre sí misma mientras da vueltas alrededor del Sol. Se mueve en círculo, así como que gira y avanza. El Sol da vuelticas sobre sí mismo, como la Tierra, pero siempre está en el mismo punto. La distancia de la Tierra al Sol es como así, pero no podemos estar tan cerca porque haría mucho calor. Siempre va a la misma distancia, pero por el calentamiento global nos estamos acercando”.

Algunos plantean, un modelo en el cual el Sol permanece siempre en el mismo lugar dando vueltas sobre su propio eje, mientras que la Tierra da vueltas sobre su propio eje mientras gira en torno al Sol.



Ilustración 24 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor

[...] El Sol hace rotación, pero la Tierra también hace rotación. El planeta gira sobre su propio eje mientras el Sol la atrae con su fuerza gravitacional, es por eso que los planetas que están más cerca al Sol giran más rápido que los que están más lejos de él, por eso los planetas no se caen y pues por eso a veces no nos da la luz, porque la Tierra gira sobre su propio eje y se produce el día y la noche. Se mantiene la distancia o de pronto se mueve, pero milímetros.

Las construcciones conceptuales dan cuenta de una indagación previa sobre el problema en cuestión; tienen en cuenta las distancias y el movimiento de rotación constante de la Tierra y del Sol en las explicaciones, pero no en el modelo.



Ilustración 25 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor

“La Tierra (esta cosita es la representación de la Tierra) se va moviendo sobre el Sol con un movimiento rectilíneo uniforme, o sea que va moviéndose constantemente hacia una dirección exacta, pero va a una velocidad muy lenta, como 0km/h o algo así. La Tierra va girando sobre su propio eje, o sea, va girando

así solita lo que va creando una sombra siempre a la parte que no refleja el Sol, o sea, la parte que no alcanza a rebotar la luz y a eso es a lo que nosotros le llamamos “la noche”, es decir cuando hay ausencia de luz en la Tierra. La órbita no es totalmente circular, hay ciertas partes en la órbita que hace que la Tierra esté más cerca o más lejos del Sol, y por eso se crean las famosas “estaciones”.

Este grupo considera, además, la velocidad de translación de la Tierra en torno al Sol, sin embargo, no son acertadas lo cual refleja y resalta las fuentes de las cuales se podría obtener dicha información: principalmente de internet y explicaciones previas.



Ilustración 26 Explicación y modelación del sistema Tierra - Sol. Fuente: tomada por el autor.

“Yo pensaba que la Tierra era la que giraba sobre su propio eje y era el Sol el que giraba en torno a ella. Es que yo cambié de opinión porque vimos una imagen donde es la Tierra la que gira alrededor del Sol. La Tierra va girando sobre su propio eje mientras se mueve sobre el Sol. La distancia es grande y no sé, pensaría que la Tierra siempre mantiene la misma distancia. Siempre vemos que el Sol es del mismo tamaño en el cielo”.

Al principio, se considera una Tierra inmóvil y un Sol móvil alrededor de ella, sin embargo, por influencias de información, y tal vez por presión social, cambia de opinión lo cual se ve reflejado en la explicación final asociada al Sol inmóvil y la Tierra móvil.

Se considera pertinente resaltar la similitud de los modelos que proponen los estudiantes, al dar cuenta de un Sol que se mueve sobre su propio eje y una Tierra que también se mueve sobre su propio eje, pero también de desplaza en torno al Sol describiendo una órbita que conserva la misma distancia al Sol en todos los puntos de su trayectoria.

Para enriquecer las representaciones y elaboración de los modelos presentados hasta el momento, se invita a los estudiantes a realizar una maqueta por grupos donde mostrara el modelo del sistema Tierra – Sol. Utilizaron para ello cartón paja, pimpones, tijeras, plastilina y demás implementos disponibles en el momento. (Ver ilustración 27).



Ilustración 27 Elaboración de maquetas del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor

La mayoría de los grupos optaron por la representación de un Sol central e inmóvil y una Tierra que orbita a su alrededor. En tanto que un grupo optó por realizar una maqueta con un Sol central y una Tierra que lo orbita de manera circular a partir de un sistema de



Ilustración 28 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor

movimiento mecánico accionado por el giro de un palo de pincho sujeto al Sol que rota

sobre sí mismo. Se puede observar este en la ilustración 28. En este sistema la Tierra no rota sobre su propio eje, solamente se traslada dando siempre la misma cara al Sol.

Otro grupo, puso el Sol en el centro de la cartulina y poner a girar, literalmente, la Tierra en torno a él por medio de un carril hecho con plastilina. Esta maqueta en particular logra representar un sistema en el cual el Sol está completamente inmóvil mientras una Tierra se traslada de manera elíptica dando vueltas por el mismo carril y, al parecer, con la misma velocidad en todo su recorrido. (Ver ilustración 29).



Ilustración 29 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor

Finalmente, grupo optó por representar al Sol en el centro, sin embargo, la manera en la cual intentaron poner a orbitar a la Tierra fue por medio de un “tobogán” hecho con plastilina que subía y bajaba. La idea era un tanto peculiar y compleja, sin embargo, el grupo insistió en querer concluir la maqueta de esta manera. Se puede observar el anterior modelo en la ilustración 30. Este tipo de ideas reflejan las consideraciones abstractas de los estudiantes; no se trata simplemente de poner a mover una pelota al lado de otra, se trata de expresar, se trata de representar y responder a determinadas consideraciones, supuestos y preguntas.

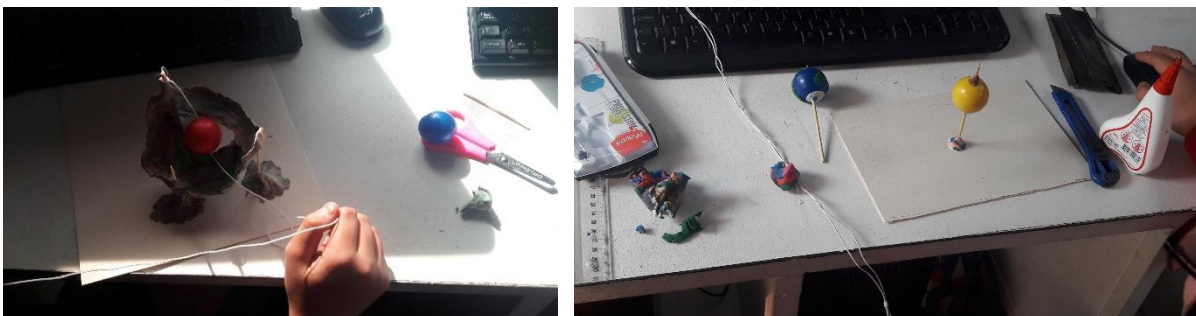


Ilustración 30 Maqueta del sistema Tierra – Sol. Fuente: tomada por el autor

A manera de síntesis, se presenta en el siguiente gráfico los modelos de los estudiantes sobre el sistema Tierra-Sol donde algunos dejaban la Tierra quieta y el Sol se movía, otros preferían dejar el Sol quieto y mover a la Tierra, otros preferían mover a ambos con algunas distinciones que se constituyeron en la vivencia del aula, se muestran las preguntas, supuestos y consideraciones.

Gráfico 3 Modelos de los estudiantes

Modelo	Preguntas	Supuestos / Consideraciones
Tierra quieta - Sol se mueve	¿Cómo se mueve el Sol?	<i>"El sol sale por el oriente y se oculta por el occidente". "A las doce el Sol está en el punto más alto"</i>
Sol quieto - Tierra se mueve	¿Cómo se mueve la Tierra?	<i>"La Tierra rota de la misma manera todos los días". "El Sol no sale siempre por el mismo lado, no conduce por un mismo carril"</i>
Tierra y Sol rotan sobre su propio eje	¿Qué movimientos tiene?	<i>"El Sol hace rotación, pero la Tierra también hace rotación" "El Sol rota sobre su eje mientras la Tierra se traslada al rededor del Sol"</i>
Tierra se traslada y Sol rota	¿Cómo se traslada la Tierra? ¿Cómo rota el Sol?	<i>"La órbita de la Tierra no es circular, hay ciertas partes en la órbita que hace que la Tierra esté más cerca o más lejos del Sol" "La distancia es grande y, pensaría que la Tierra siempre mantienen la misma distancia. Siempre vemos que el Sol es del mismo tamaño en el cielo".</i>

Fuente: Elaboración propia

El estudio de los modelos plantea un reto para el maestro al dar cuenta de las diferentes representaciones que tienen los estudiantes frente a un mismo evento. Además, tener en cuenta los supuestos, las consideraciones, predicciones, variables y preguntas posibilitan distinguir los modelos de los estudiantes, en particular para el presente trabajo de grado sobre el sistema Tierra-Sol

7. REFLEXIONES FINALES

En este apartado se presenta las reflexiones finales del trabajo, se tuvo en cuenta para ello la pregunta investigativa, a saber *¿Cuáles son los modelos sobre el sistema Tierra- Sol que realizan los estudiantes del proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE)?* y los objetivos planteados para su desarrollo.

- **En cuanto a los modelos constituidos por los estudiantes**

La vivencia en el aula organizada inicialmente en torno a las actividades nombradas como *relación con el movimiento, dibujando la trayectoria, percepción del movimiento del Sol: gnomon y ubicación y, movimiento y luz: los relojes de sol*, posibilitaron evidenciar las inquietudes y predicciones de los estudiantes en torno al movimiento, pensar en trayectorias, establecer relaciones entre la posición del Sol y la formación de la sombra o entre la posición del Sol y la hora por ejemplo. Elaboraciones que se enriquecieron posteriormente con las construcciones de sus *montajes y maquetas*, de tal forma que dio lugar a distinguir los modelos de los estudiantes, a saber: *Tierra quieta - Sol se mueve, Sol quieto - Tierra se mueve, Tierra y Sol rotan sobre su propio eje y, Tierra se traslada y Sol rota.*

En dicha actividad, se realizó la modelación del sistema Tierra-Sol con los estudiantes a partir de sus preguntas, supuestos, predicciones, variables y consideraciones, tanto individuales como grupales. La modelación en la clase consistió en la construcción de sus modelos sobre el sistema Tierra-Sol y elaboración de explicaciones a cada una de las situaciones que se abordaron en la vivencia del aula.

- **En cuanto a la modelación de los pensadores y científicos**

La revisión y análisis de los modelos de los pensadores y científicos Ptolomeo, Copérnico, Tycho y Kepler contribuyeron a la comprensión del objeto de investigación planteada en torno al sistema Tierra-Sol, diferenciar los contextos socioculturales a los cuales cada uno de ellos pertenecieron y comprender la organización de los cuerpos celestes que observaban

desde sus referentes y consideraciones teóricas. De tal forma, que este apartado, se constituyó en uno de los hallazgos de la presente investigación dado que amplió los fundamentos y comprensiones con respecto a que los modelos se construyen para responder a ciertos interrogantes y que funcionan si logran responder a ellos, (Pedreros y otros (2007).

- **En cuanto a las perspectivas de trabajo**

La investigación realizada aporta a la comunidad académica del Departamento de Física en dos ámbitos, uno con respecto a las búsquedas investigativas en el ámbito de la Astronomía y otros en las posibilidades de pensar la Astronomía y su enseñanza en las actividades de Práctica Docente que contemplan en su organización de trabajo en el aula, el estudio del sistema Tierra-Sol. Además, enriquece los fundamentos de la Línea 1: Enseñanza de la física desde una perspectiva cultural en cuanto a los campos de conocimiento referidos a los estudios histórico – críticos, la recontextualización de saberes y las prácticas culturales de la enseñanza de las ciencias.

Las experiencias realizadas con el grupo de Astronomía de la EPE sobre el sistema Tierra-Sol, ampliaron las posibilidades para pensar la Astronomía y su enseñanza en el aula, definieron ámbitos para la configuración del proyecto Astronomía. EPE, el cual están participando el autor y asesora del presente proyecto fortaleciendo la relación Escuela-Universidad.

Se presentó una transformación de lo vivido con el entorno natural y físico, en particular al pensar el sistema Tierra-Sol en las consideraciones de los estudiantes del proyecto de Astronomía, profesor titular de la EPE, y autor del presente trabajo de grado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonilla, H., & Bravo, N. (2014). *Elementos conceptuales y de estudio que posibilitan la construcción de explicaciones del fenómenos rotacional*. Bogotá.
- Braunstein, F., & Pépin, J. F. (2015). *1 kilo de culture générale*. España: ESPASA.
- Braunstein, F., & Pépin, J. F. (2015). Explicar el universo. En F. Braunstein, & J. F. Pépin, *1 kilo de cultura general* (págs. 33- 46). España: ESPASA.
- Castro, R. (1943). Homenaje a Nicolás Copérnico. (págs. 5 - 12). Chile: Anales de la facultad de ciencias físicas y matemáticas.
- Chamizo, J. A. (2005). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka*, 26-41.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica*. AIQUE.
- Coll, R., France, B., & Taylor I. (2005). El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: Implicaciones desde la investigación. *Revista Eureka*, 160-162.
- Cruz, S. (2017). *Concepciones de los niños de quinto de primaria del instituto psicopedagógico Juan Pablo II sobre el sistema Tierra - Luna*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Elliot, J. (2000). *La investigación - acción en educación*. Morata.
- García, P., & Sanmartí, N. (2006). La modelización: Una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos. En M. Quintanilla, & A. Adúriz-Bravo, *Enseñar ciencia en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (págs. 279-297). Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. En *Historia de las ciencias y enseñanza* (págs. 173 - 182). Roma.
- Lincoln, Y y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. London: Sage.
- Mafla Mejía, E. (2015). *Estudio numérico de la dinámica de planetas extrasolares*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Mazurkiewicz, L. (1943). Homenaje a Nicolás Copérnico. (pág. 2). Chile: Anales de la facultad de ciencias físicas y matemáticas.
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 5-24.
- Orozco, F., & Bohórquez, J. (2012). *Modelización y modelos en el aula: experiencia sobre las fases de la luna en la educación media*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

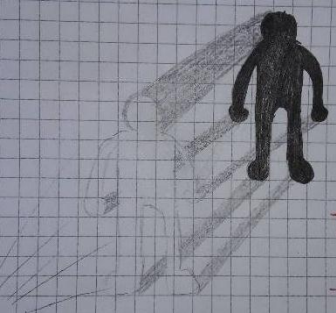


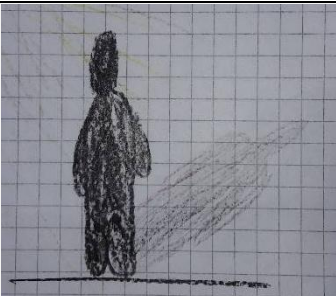
- Pedrerros, R. I., Méndez, N., Prías, C., Galindo, S., Navarro, N., Cardona, A., & Bravo, A. (2007). *Modelación de fenómenos físicos desde la perspectiva de los sistemas dinámicos*. Bogotá.
- Peña, C., & Paez, J. (2013). *Estrategia didáctica para estimar los tamaños y distancias de separación del sistema Sol – Tierra – Luna*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Segura, D. (2000). Las ATAS: una alternativa didáctica. Planteamientos en Educación. La enseñanza de las ciencias. Edición Escuela Pedagógica Experimental. No. 1. Bogotá.
- Sepúlveda Niño, D. (2015). *Diseño de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de astronomía*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Significados.com. (10 de 11 de 2018). *significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/cosmogonia/>
- Soto Mungía, J. L. (s.f.). EL TEOREMA DE PTOLOMEO: DEL ALMAGESTO A LOS TEXTOS DE HOY. Hermosillo: CLAME.
- Tacuma, A. (2014). *Una propuesta de enseñanza para el movimiento planetario clásico y relativista*. Bogotá.
- Vázquez, J. (Enero de 2011). *Eduinnova*. Obtenido de <http://www.eduinnova.es/monografias2011/ene2011/propuesta.pdf>

Anexo 1: Lo que dicen los estudiantes sobre el movimiento

ACCIÓN	LO QUE DICEN ESTUDIANTES
Movimiento individual	<p><i>“El movimiento individual era más intenso, más fluido”.</i></p> <p><i>“sí, como el movimiento que era bailar o mover un brazo”.</i></p> <p><i>“yo movía las manos”.</i></p> <p><i>“yo me quedé quieto”.</i></p> <p><i>“pero eso no es movimiento”.</i></p> <p><i>“sí lo es porque el movimiento es relativo”.</i></p>
Movimiento en parejas	<p><i>“cuando nos movíamos en parejas era más bien caminando”.</i></p> <p><i>“nosotros empezamos a dar vueltas”.</i></p> <p><i>“es que era más difícil porque nos tocaba movernos juntos”.</i></p>
Movimiento en grupos de cuatro personas	<p><i>“era más difícil porque no sabíamos qué hacer”.</i></p> <p><i>“hacíamos un tornado”.</i></p> <p><i>“fue más difícil porque nos tocaba movernos en conjunto”.</i></p> <p><i>“dimos vueltas en círculo”.</i></p>
Movimiento en grupos de seis personas	<p><i>“cuando estábamos en grupos de dos era más fácil”.</i></p> <p><i>“no, profe, eso fue muy difícil”.</i></p> <p><i>“volvimos a hacer círculos o caminar detrás del otro”.</i></p>
Movimiento con cuerdas en parejas	<p><i>“Era un movimiento distinto porque ya teníamos con qué movernos”.</i></p> <p><i>“Que había un límite de distancia por la cuerda”.</i></p> <p><i>“ya no era tan fluido porque no nos poníamos de acuerdo”.</i></p>
Movimiento con cuerdas en grupos de a cuatro	<p><i>“la cerramos de los extremos y nos movimos”.</i></p> <p><i>“nosotros nos pusimos a saltar”.</i></p> <p><i>“pero eso no es movimiento”.</i></p> <p><i>“sí es, obvio”.</i></p>
Movimiento con cuerdas en grupos de a seis	<p><i>“profe, no nos pudimos organizar”.</i></p> <p><i>“yo me hice en el centro y los otros tenían que saltar la cuerda”.</i></p> <p><i>“profe, era más difícil porque éramos muchos”.</i></p> <p><i>“un grupo alzaba la cuerda y el otro no tanto”.</i></p> <p><i>“además no hay espacio”.</i></p> <p><i>“es que era difícil ponernos de acuerdo”.</i></p>
Movimiento con tiza en parejas	<p><i>“era fácil porque yo me puse a dibujar y ya”.</i></p> <p><i>“eso no es movimiento”.</i></p> <p><i>“cómo que no si estaba moviendo el brazo”.</i></p> <p><i>“nosotros la agarramos y dimos vueltas”.</i></p>
Movimiento con tiza en grupos de cuatro personas	<p><i>“todos se copiaron”.</i></p> <p><i>“qué mentira, nosotros hicimos un círculo más pequeño”.</i></p> <p><i>“eso era un óvalo”.</i></p> <p><i>“nos pusimos a caminar sobre el círculo”.</i></p> <p><i>“profe, nosotros cogimos la cuerda y la usamos como compás”.</i></p> <p><i>“pero eso quedó deforme”.</i></p> <p><i>“cuando hicimos el círculo pequeño no podíamos caminar bien sobre la línea entonces nos tocó solo con un pie”.</i></p> <p><i>“sí, eso es cierto, ya era muy chiquito. No nos podíamos mover”.</i></p>
Movimiento con tiza en grupos de seis personas	<p><i>“profe, yo dibujé un óvalo”.</i></p> <p><i>“eso se llama elipse”.</i></p> <p><i>“era un círculo deforme”.</i></p> <p><i>“ellos se movían más rápido cuando yo aplaudía más rápido”.</i></p> <p><i>“yo ya estaba cansado, ya me movía lento”.</i></p> <p><i>“profe, esto era como el sistema solar”.</i></p> <p><i>“profe, y el movimiento elíptico”.</i></p> <p><i>“Galileo Galilei”.</i></p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Lo que dicen los estudiantes sobre la sombra

Lo que dicen y dibujan los estudiantes		COMENTARIOS
<p>La sombra es la ausencia de luz en contacto con algo o alguien.</p> <p>Uno se mueve primero ya que la sombra seguiría allí porque es el reflejo de uno mismo. Se mueve como en función de mis movimientos.</p>		<p>Plantea una sombra que sigue los movimientos del cuerpo, como si de una marioneta se tratase.</p>
<p>Imagen oscura que proyecta un cuerpo opaco sobre una superficie al interceptar los rayos de luz.</p> <p>El movimiento es al mismo tiempo porque nos da la luz y sin luz no hay sombra.</p>		<p>Plantea un movimiento instantáneo sin la necesidad de compararlo con un reflejo.</p>
<p>La sombra es la ausencia de luz que un objeto o una persona se ve la sombra según donde esté el objeto o la persona.</p> <p>Yo pienso que yo y mi sombra nos movemos al mismo tiempo porque yo camino y la sombra me sigue cuando yo me muevo. Si uno está caminando la sombra camina en el suelo.</p>		<p>Considera a la sombra como una fiel acompañante que sigue sus pasos.</p>
<p>Para mí la sombra es el reflejo oscuro de un humano. O también es cuando la luz choca con algo.</p> <p>Me muevo primero yo porque es como nuestro reflejo. La sombra se mueve como yo.</p>		<p>Identifica como Reflejo Oscuro a la sombra, haciendo alusión al color “natural” de esta.</p> <p>Los movimientos no son sincrónicos; se mueve primero la persona, luego la sombra.</p>

Elaboración propia

Anexo 3: Consentimiento firmado de los padres de familia de los estudiantes

DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS)

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio Escuela Pedagógica Experimental solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Sara Lucia Contreras Vergara, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1028484022, alumno de la Institución Educativa Escuela Pedagógica Experimental para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento del sistema Tierra – Sol: Experiencia con el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Paola Andrea Vergara Amórtegui
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

52713.277
Cédula de ciudadanía

Sara Lucia Contreras Vergara
Nombre del estudiante

1028484022
Tarjeta de Identidad

Fecha: 10/06/2019

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS)**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio E.P.E solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Mathieu Schneider Bustos, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1126700210, alumno de la Institución Educativa E.P.E. para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento del sistema Tierra – Sol: Experiencia con el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Marica Bustos S
Nombre del padre/madre de familia o acudiente
Mathieu Schneider Bustos
Nombre del estudiante

5172P.256
Cédula de ciudadanía
1126700210
Tarjeta de Identidad

Fecha: 9 / 6 / 19

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS)**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio Escuela Pedagógica Experimental solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Juan Sebastián Corderos, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1001219453, alumno de la Institución Educativa Escuela Pedagógica Experimental para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento del sistema Tierra - Sol: Experiencia con el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Irene E. de Castiblanco
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

7 41357810
Cédula de ciudadanía

Juan Sebastián Corderos
Nombre del estudiante

71001219453
Tarjeta de Identidad

Fecha: 10/06/2019.

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS)**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio _____ solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Isabella López Medina, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1016949677, alumno de la Institución Educativa _____ para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento del sistema Tierra – Sol: Experiencia con el proyecto de Astronomía de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Jaime Medina Sánchez
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

52.875.423
Cédula de ciudadanía

Isabella López Medina
Nombre del estudiante

1016949677
Tarjeta de Identidad

Fecha: ___/___/___

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) PARA USO PÚBLICO**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio _____ solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante JUANITA ALEJANDRA CACERES LARA identificado(a) con tarjeta de identidad número 1011086173, alumno de la Institución Educativa ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento elíptico del planeta Tierra en torno al Sol: Experiencia con el nivel 9 y 10 de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Tatiana Lora Piel
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

52471349
Cédula de ciudadanía

Juanita Alejandra Caceres Lora
Nombre del estudiante

1011086173
Tarjeta de Identidad

Fecha: 12/10/2018

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) PARA USO PÚBLICO**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio Escuela Pedagógica Experimental solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante David Santiago Roquero Celis, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1028481034, alumno de la Institución Educativa _____ para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento elíptico del planeta Tierra en torno al Sol: Experiencia con el nivel 9 y 10 de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Carlos Roquero Mendoza

Nombre del padre/madre de familia o acudiente

79'367.665 Bto.

Cédula de ciudadanía

David Santiago Roquero Celis

Nombre del estudiante

1028481034.

Tarjeta de Identidad

Fecha: ___/___/___

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) PARA USO PÚBLICO**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Alejandro Vega Rivera, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1021633.800, alumno de la Institución Educativa Escuela Pedagógica Experimental para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento elíptico del planeta Tierra en torno al Sol: Experiencia con el nivel 9 y 10 de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Olga Patricia Rivera
Nombre del padre/madre de familia o acudiente
Olga Patricia Rivera
Alejandro Vega Rivera
Nombre del estudiante

39.780.053
Cédula de ciudadanía
1021.633.800
Tarjeta de Identidad

Fecha: ___/___/___

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) PARA USO PÚBLICO**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio Escuela Pedagógica Experimental solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante Sofía Alejandra Castelblanco, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1014661761, alumno de la Institución Educativa _____ para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento elíptico del planeta Tierra en torno al Sol: Experiencia con el nivel 9 y 10 de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

Edwin Alejandro Castelblanco
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

80.827.638
Cédula de ciudadanía

Sofía Alejandra Castelblanco
Nombre del estudiante

1.014.661.761
Tarjeta de Identidad

Fecha: 11.1.10.2018

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y
FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) PARA USO PÚBLICO**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, el colegio ESCUELA PEDAGOGICA EXPERIMENTAL solicita la autorización escrita del padre/madre de familia o acudiente del (la) estudiante JOSE DAVID PUENTES NITOLA, identificado(a) con tarjeta de identidad número 1013098366, alumno de la Institución Educativa ESCUELA PEDAGOGICA EXPERIMENTAL, para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

El propósito del video es evidenciar el desarrollo de la Experiencia Significativa con uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC denominada _____ en la enseñanza/aprendizaje del trabajo de grado que lleva por nombre **Movimiento elíptico del planeta Tierra en torno al Sol: Experiencia con el nivel 9 y 10 de la Escuela Pedagógica Experimental**, perteneciente al estudiante Leonardo Escamilla Ballén, del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional; así mismo el video será objeto de evaluación como parte de los requisitos del presente trabajo, así como podrá ser utilizado con fines demostrativos ante otros docentes. Sus fines son netamente pedagógicos, sin lucro y en ningún momento será utilizado para objetivos distintos.

Autorizo,

NIDIA NITOLA B.
Nombre del padre/madre de familia o acudiente

52299296
Cédula de ciudadanía

JOSE DAVID PUENTES
Nombre del estudiante

1013098366
Tarjeta de Identidad

Fecha: 29/10/2018