



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

CAMPOS CONCEPTUALES EN LA MODALIDAD DE TALLER APRENDIZAJE

**PARTICIPATIVO: UNA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA
ASTRONOMÍA DE POSICIÓN Y LA MECÁNICA CELESTE.**

LUIS GUILLERMO TAPIA SALCEDO

FRANCISCO ALEJANDRO VALDERRAMA CASTAÑO

JOHAN MATEO JIMÉNEZ ECHAVARRÍA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDELLÍN

2018



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

CAMPOS CONCEPTUALES EN LA MODALIDAD DE TALLER APRENDIZAJE

**PARTICIPATIVO: UNA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA
ASTRONOMÍA DE POSICIÓN Y LA MECÁNICA CELESTE.**

LUIS GUILLERMO TAPIA SALCEDO

FRANCISCO ALEJANDRO VALDERRAMA CASTAÑO

JOHAN MATEO JIMÉNEZ ECHAVARRÍA

Trabajo de pregrado para optar al título de

Licenciados en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Asesora

GLORIA MARÍA CARDONA CASTAÑO

Doctora en Enseñanza de las Ciencias

**UNIVERSIDAD
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDELLÍN

2018



Agradecimientos

Este trabajo está dedicado especialmente a nuestro equipo de trabajo por su ayuda y apoyo mutuo para poder alcanzar la meta propuesta

Agradecemos de manera especial y sincera a nuestra asesora Gloria María Cardona Castaño la persona responsable de guiarnos durante este proceso integral de formación. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable, tanto en el desarrollo de esta tesis como en nuestra formación como investigadores.

Queremos expresar también nuestro más sincero agradecimiento a la Institución Normal Superior de Medellín por brindarnos el espacio para el desarrollo de esta investigación.

Especialmente al grupo 6°A y la profesora Cooperadora Ángela María Garcés Hernández, por su importante aporte y participación.



Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Justificación y Problema de la Investigación.....	15
1.1. Importancia de la enseñanza de la astronomía	18
1.2. Planteamiento del problema.....	21
1.3. Pregunta de investigación.....	23
2. Objetivos	24
2.1. Objetivo general	24
2.2. Objetivos específicos	24
3. Referentes Teóricos.....	25
3.1. Antecedentes	25
3.1.1 Enseñanza y aprendizaje de la astronomía.	27
3.1.2. Movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes vistos desde la tierra.	30
3.1.3. Estudios que se fundamentan en la TCCV, para enseñar conceptos de astronomía.....	31
3.1.4. De la modalidad de taller a talleres de aprendizaje participativo.	32



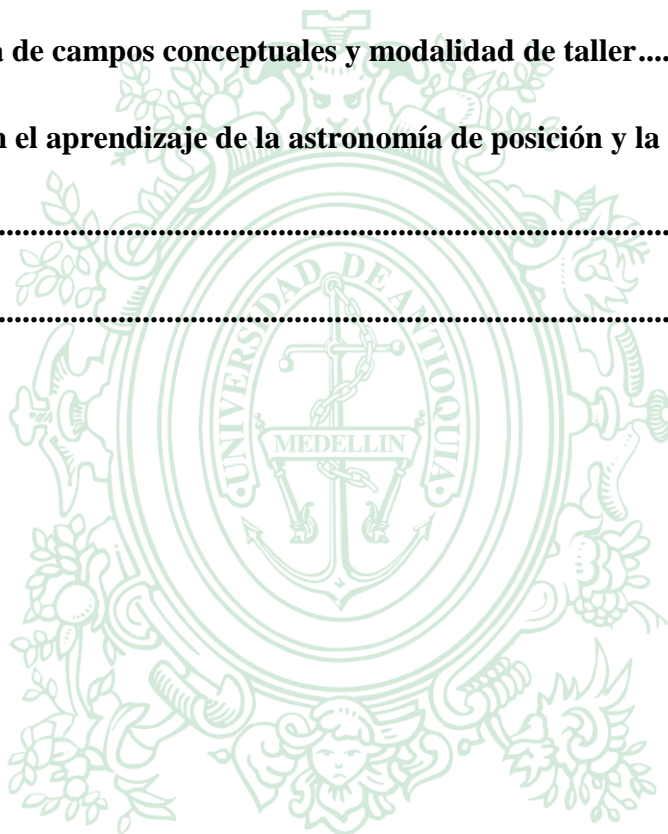
3.2. Fundamentación teórica	34
3.2.1. Coordenadas geográficas.	39
3.2.2. Coordenadas celestes.	41
3.2.3. Coordenadas ecuatoriales.	42
3.2.4. Coordenadas eclípticas.	43
3.2.5. Coordenadas Horizontales o Altacimutales.	44
3.2.6. Modalidad de taller y la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	46
4. Estrategia Didáctica Modalidad De Taller Aprendizaje Participativo.	51
4.2. Configuración del campo conceptual enseñable.	52
4.3. Diseño de la intervención pedagógica.	56
5. Diseño Metodológico.	59
5.1. Enfoque de la investigación	59
5.2. Tipo de estudio.	60
5.3. Contexto escolar	61
5.4. Sujetos participantes	61
5.5. Técnicas e instrumentos.	62
5.5.1. La observación.	62
5.5.2. Talleres.	63
5.5.3. Grupos focales.	63



5.5.4. Artefactos y materiales audiovisuales.....	63
5.6. Estrategia para el análisis de información.....	64
5.7 Proceso de triangulación para el análisis de la información.....	67
5.8 Consentimiento ético para el manejo de la información.....	68
6. Análisis e Interpretación de Resultados.....	69
6.1. Explicaciones iniciales de los estudiantes sobre los movimientos aparentes.....	69
6.1.1. Explicaciones geocéntricas.....	70
6.1.2 Explicaciones heliocéntricas.....	73
6.2. Movilizaciones en las interpretaciones de los estudiantes sobre los movimientos aparentes.....	81
6.2.1. Movimientos de la tierra.....	81
6.2.2. Movimientos de otros cuerpos celestes.....	85
6.3. Dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celestes.....	90
6.3.1. Identificación de cuerpos celestes.....	91
6.3.2. Orientación espacial.....	94
6.3.3. Ubicación de cuerpos o puntos en el espacio.....	98
6.3.4. Movimientos de los cuerpos celestes.....	100
7. Consideraciones Finales.....	103



7.1. Consideraciones finales respecto a las explicaciones iniciales.....	103
7.2. Movilizaciones en las interpretaciones de los estudiantes sobre los movimientos aparentes	104
7.3. Sobre la teoría de campos conceptuales y modalidad de taller.....	106
7.4. Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste..	107
Bibliografía	108
Anexos	114





Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Rotación.....	35
Figura 2. Traslación.....	36
Figura 3. Precesión:	37
Figura 4. Movimiento aparente de Marte visto desde La Tierra.	38
Figura 5. Latitud	40
Figura 6. Longitud	41
Figura 7. Coordenadas Ascensión recta y Declinación	43
Figura 8. Coordenadas Latitud y longitud eclípticas.	44
Figura 9. Coordenadas Altura y Azimut.....	45
Figura 10. Mapa conceptual para la configuración del campo conceptual.....	52
Figura 11. Dibujo realizado por E1 en la actividad 1 del taller 6.....	79
Figura 12. Diferentes representaciones del sistema solar	82
Figura 13. Movimiento aparente de venus.....	82
Figura 14. Primera pregunta del taller 1: ¿Qué sabes del universo?.....	92
Figura 15. Segunda pregunta del taller 1: ¿Qué sabes del universo?:	95
Figura 16. Representación en dos dimensiones y tres dimensiones	99
Figura 17. Última pregunta del taller 5.....	100



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Sistema de coordenadas	46
Tabla 2. Configuración del Campo Conceptual: Situación 1.....	54
Tabla 3. Configuración del Campo Conceptual: Situación 2.....	55
Tabla 4. Sesiones realizadas.....	57
Tabla 5. Categorías y subcategorías de análisis.....	65
Tabla 6. Categoría y subcategoría de análisis.....	69
Tabla 7. Respuestas que ubican a los estudiantes en el geocentrismo.....	72
Tabla 8. Respuestas que ubican a los estudiantes en el heliocentrismo.....	74
Tabla 9. Historias creadas por los estudiantes sobre los movimientos.....	76
Tabla 10. Respuestas de la actividad 1 del taller 6.....	77
Tabla 11. Respuestas de la pregunta 10 del taller 6.....	80
Tabla 12. Categoría y subcategoría de análisis.....	81
Tabla 13. Respuesta de estudiantes E1, E2 y E3.....	85
Tabla 14. Respuestas de estudiantes E1, E3, E4, E5 y E5.....	86
Tabla 15. Respuesta de estudiantes E5 y E6.....	89
Tabla 16. Categoría y subcategoría de análisis.....	90
Tabla 17. Respuestas de estudiantes E1, E2, E3, E4, E5 y E6.....	93
Tabla 18. Respuesta de estudiantes E1, E2, E3, E4, E5 y E6.....	96



Tabla 19. Situaciones planteadas en el taller 3 97

Tabla 20. Muestra de resultados 101



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Registro de la información aportada por E1 en los talleres.	114
Anexo 2. Registro de la información aportada por E2 en los talleres.	115
Anexo 3. Registro de la información aportada por E3 en los talleres.	115
Anexo 4. Registro de la información aportada por E4 en los talleres.	116
Anexo 5. Registro de la información aportada por E5 en los talleres.	117
Anexo 6. Registro de la información aportada por E6 en los talleres.	118
Anexo 7. Transcripción grupo focal	119
Anexo 8. Consentimiento ético.....	123



Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación sobre las interpretaciones, que realizan los estudiantes de grado sexto (entre 10 y 13 años) sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la tierra. En la cual se utilizó un enfoque cualitativo, con la implementación de técnicas e instrumentos tales como la observación, talleres, grupos focales y, artefactos y materiales audiovisuales, bajo la implementación de una nueva estrategia de enseñanza denominada modalidad de taller aprendizaje participativo que se articuló con la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (TCCV). Se encontró que estudiantes de este nivel educativo presentan en su gran mayoría concordancia con conceptos de astronomía y otra parte difieren o presentan confusión en esta temática. Se detectaron además algunas movilizaciones en las interpretaciones realizadas por estos durante la implementación de la estrategia. Se considera entonces que los estudiantes presentan dificultades y diversas interpretaciones de los movimientos aparentes de los cuerpos celestes porque se enseña poco y se desconoce el proceso de transformación que se da a lo largo la historia.

Palabras clave: Campos conceptuales, Mecánica celeste, Astronomía de posición, movimientos aparentes, modalidad de taller.

Abstract

This thesis presents the results of a research based on the interpretations made by sixth grade students (between 10 and 13 years old) on the apparent movements of celestial bodies seen from the Earth. A qualitative approach was used, with the implementation of techniques and instruments such as observation, workshops, focus groups, and audiovisual devices and



resources, under the implementation of a teaching strategy called participatory learning workshop modality that was articulated with Vergnaud's theory of conceptual fields. It was found that students of this graders present an agreement with astronomy concepts and, on the other hand, found that they differ or present confusion with this topic. Possible conceptual changes were also detected in the interpretations made by them during the implementation of the work. Students are, therefore, considered to have difficulties as well as different interpretations of the apparent movements of the celestial bodies because little is taught about it and the process of transformation that occurs throughout history has been unknown for them.

Keywords: Conceptual Fields, Celestial Mechanics, Position Astronomy, Apparent Movements, Hands on Activities



Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de estudio identificar las interpretaciones realizadas por un grupo de estudiantes sobre la Astronomía de posición y mecánica celestes, específicamente los movimientos aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la tierra.

Para iniciar esta investigación, se toman en consideración algunas problemáticas con relación a la enseñanza de la astronomía tales como:

Una descontextualización debido a que no se presenta la historia de la astronomía como un conjunto de cambios y un proceso complejo que se han dado a lo largo del tiempo, transformando hipótesis, pasando del geocentrismo al heliocentrismo e incluso a la imagen de un universo formado por miles de millones de galaxias donde ninguna ocupa un lugar central.

Por otra parte, en la revisión bibliográfica se halla que la enseñanza de la astronomía no presenta relevancia en Colombia debido a que en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y los planes de enseñanza en las Ciencias Naturales, no se incluye y solo se aborda el sistema tierra, sol, luna, dejando por fuera una gran variedad de conceptos importantes que pueden posibilitar al estudiante una visión más amplia sobre nuestro lugar en el universo.

También se ve una gran dificultad al momento de observar fenómenos astronómicos, puesto que en la ciudad hay una gran contaminación lumínica que impide ver estos sin la implementación de instrumentos especializados.

Es necesario entonces generar nuevas estrategias de enseñanza que den posibles soluciones a las problemáticas mencionadas. Consideramos importante la enseñanza de la astronomía, ya que a través de ella se contribuye a comprender mejor el mundo en el que vivimos.



Se propone entonces como estrategia didáctica la modalidad de aula taller aprendizaje participativo articulándola con la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990), referente que ha sido utilizado para la enseñanza de las ciencias y la investigación. La teoría plantea que en la construcción de conocimiento debe tener siempre presente la idea de la variedad y la historicidad debido a que éste se forma a partir de lo que el alumno ya sabe y las diversas situaciones en las que pone en contacto, donde el objetivo claro del maestro es promover la conceptualización. La estrategia diseñada va, desde la administración del espacio (logística) hasta la elaboración de guías de estudio; permite que un docente pueda orientar el contenido a enseñar dependiendo del espacio y los materiales que disponga de manera que tanto el cómo los estudiantes se apropien de este.

El trabajo de investigación se realizó con un enfoque cualitativo, que se puede definir como el estudio de la población a partir de lo que hacen y dicen las personas en determinado escenario social y cultural, el cual se centra en comprender los fenómenos desde el punto de vista de los participantes teniendo en cuenta el contexto en el cual están inmersos; explora, indaga y examina la forma en la que los individuos perciben y se relacionan con los fenómenos de su entorno. El objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología que permita comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven (Taylor y Bogdan, 1984). El proceso de indagación es inductivo y el investigador interactúa con los participantes y con los datos, busca respuestas a preguntas que se centran en la experiencia social. Este enfoque se realizó con la implementación de técnicas e instrumentos, tales como la observación, talleres, grupos focales y, artefactos y materiales



audiovisuales los cuales nos permitieron recolectar la información para su posterior análisis e interpretación.

El cuerpo del trabajo consta de siete capítulos, en el primero se encuentra apartados referentes a la importancia de la enseñanza de la astronomía, el planteamiento del problema y la pregunta de investigación. En el segundo los objetivos que orientan este estudio.

En el tercer capítulo se halla la información sobre los antecedentes los cuales fueron clasificados en cuatro categorías, enseñanza y aprendizaje de la astronomía, movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes vistos desde la tierra, estudios que se fundamentan en la Teoría de los Campos Conceptuales (TCCV) de Gérard Vergnaud (1990), para enseñar conceptos de astronomía y la última denominada modalidad de taller a talleres de aprendizaje participativo. Se finaliza el capítulo con la explicación del marco teórico.

En el cuarto capítulo se presenta la propuesta de enseñanza con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (1990) y se describe cada una de las etapas que la configuran.

El quinto capítulo aborda el diseño metodológico en el cual se expone el enfoque de la investigación, el contexto en el cual se desarrolló el trabajo, la población participante, las técnicas e instrumentos para la recolección de los datos y por último la estrategia utilizada para el análisis de la información.

En el sexto capítulo se halla la información pertinente sobre el análisis e interpretación de los resultados de la investigación.

Se finaliza este informe de investigación en el capítulo siete con las consideraciones finales donde se resumen los hallazgos más relevantes y conclusiones, así mismo, se esbozan las



recomendaciones para quien desee tomar nuestro trabajo como fuente de antecedentes. Por último, se encuentra la bibliografía utilizada.

1. Justificación y Problema de la Investigación

En este capítulo se presentan asuntos referentes a la importancia de la enseñanza de la Astronomía, también se exponen algunas dificultades y problemas que debe afrontar el maestro en el proceso de dicha enseñanza; luego se plantea la pregunta de la investigación.

1.1. Importancia de la enseñanza de la astronomía

Fue gracias a trascendentales preguntas que se hicieron diversas personas, al transcurrir del tiempo, que la astronomía y el universo fueron tomando forma hasta transformarse en lo que conocemos actualmente. Tratar de comprender todos los fenómenos que se presentan en el cielo parece ser una tarea de nunca acabar y por tanto ha tenido que ser un trabajo continuo que ha persistido desde sus inicios, incluso antes de que pudiera considerarse como ciencia.

Los cuerpos celestes son, de hecho, los primeros objetos de estudio de la ciencia. Cuando el hombre comenzó a preguntarse por diversas cuestiones sobre el universo propició una configuración inicial de nuestra visión del mundo.

Observaciones realizadas por Galileo, una de las primeras personas en dirigir la mirada, a través de unas lentes, hacia las estrellas, contribuyeron significativamente a construir una nueva forma de entender nuestro universo; así mismo, Kepler, Newton, Einstein y muchos otros, también revolucionaron el mundo con sus teorías.



De manera que enseñar y aprender Astronomía es aprender y enseñar ciencia. En este sentido Okulu & Oguz-Unver (2015) afirman: “Concordantemente, la astronomía se puede utilizar para interiorizar la naturaleza de la ciencia” (p.147). Por tanto, la enseñanza de la astronomía es sumamente importante en la educación, pues a través de ella se contribuye a comprender mejor el mundo en el que vivimos, ya que el estudio de los cuerpos celestes recurre a la Química, la Física, la Biología, la Geografía y la Matemática para explicar muchos de sus fenómenos. La interdisciplinariedad de la Astronomía la hace ideal para la enseñanza de la ciencia, pues permite fácilmente su transversalización en el aula de clase.

Vale la pena destacar también el carácter interdisciplinar de la enseñanza de la astronomía en un instituto. La física encargada de dilucidar los procesos estelares y los movimientos en el espacio, la biología en el campo de la astrobiología, la geología contribuyendo a entender la evolución planetaria, las matemáticas describiendo la trigonometría existente en un reloj de sol, y la plástica y tecnología ayudando a diseñar los instrumentos de medida necesarios para determinadas observaciones. (Palomar, 2013, p.6).

La Astronomía ha impulsado a la ciencia y la tecnología a desarrollar instrumentos cada vez más avanzados para resolver cuestiones que son de interés para el hombre, como, por ejemplo, el origen del universo, su evolución, su composición, entre otras. Ha sido tal la curiosidad del ser humano por entender todas estas cuestiones que es casi imposible que una sola persona pueda llevar a cabo esta misión. Es por esto, que ya no depende tanto de una persona, de un grupo o de un país, es de hecho, toda una comunidad internacional la que está trabajando en



dar explicación a estas cuestiones. Es así pues como la astronomía ha unido países, cruzado fronteras y, además, ha permitido que se dé un trabajo colaborativo entre aficionados, investigadores, estudiantes y maestros de diferentes países. A manera de ejemplo, mencionaremos el proyecto NASE (Network for Astronomy School Education) el cual es un curso de didáctica de la astronomía, auspiciado por la Unión Astronómica Internacional (UAI), cuya finalidad es la capacitación de docentes de nivel primario y secundario. Dicho proyecto conjuga la participación y la colaboración de diversas instituciones a nivel internacional.

No obstante, hay que mencionar que para la enseñanza de la astronomía y de las ciencias en general se requiere de una ruptura con los métodos tradicionales de enseñanza. En Colombia, por ejemplo, la astronomía es casi siempre una temática, más no un área como tal y este es uno de los posibles factores causantes del bajo interés por este tema por parte de los estudiantes. En relación con esto Camino, Nardi, Pedreros, García y Castiblanco (2016) afirman que:

La Astronomía ha sido una disciplina tan antigua como el hombre. Sin embargo, cuando se configuran en los tiempos modernos las disciplinas de enseñanza, ella parece no tener una ubicación en el contexto de la educación formal. Aspectos astronómicos suelen estar presentados en la enseñanza de la Física como ejemplo de los modelos teóricos y explicativos de esta ciencia, pero sin una identidad que le permita expresarse por su propia cuenta. (p.6).

Debido a lo antes mencionado se hace necesario optar por otras alternativas en cuanto la enseñanza de la astronomía que permita al estudiante acercarse a la ciencia y generar interés por esta disciplina. La modalidad de taller sirve a este propósito ya que brinda al estudiante la



posibilidad de descubrir y estimular su curiosidad al situarse como partícipe y no como espectador en la construcción del conocimiento.

La modalidad de taller implica una organización específica de la situación de enseñanza nacida del deseo de encontrar otras posibilidades educativas, otras modalidades de acceso al conocimiento, basado en propuestas y vínculos menos lineales que dejen de entrar en juego, el placer por aprender y la vida democrática en el aula. (Pitluk, 2008, p.21).

La modalidad de taller puede articularse con otras teorías para lograr afianzar el conocimiento en el aprendizaje de la astronomía. Para nuestro propósito hemos optado por la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud puesto que proporciona encuadre teórico a las investigaciones sobre las actividades cognitivas complejas especialmente referidas a los aprendizajes científicos y técnicos (Vergnaud,1990).

1.2. Planteamiento del problema

En el aprendizaje de conceptos, en el caso particular de la astronomía, existen una serie de problemas que se muestran conflictivos a la hora de intentar su cabal comprensión, ya se trate por parte de los estudiantes como de los docentes. Uno de los principales inconvenientes es que no se presenta la historia de la astronomía como un conjunto de cambios y un proceso complejo, que ha tenido una variedad de momentos, hipótesis, observaciones y experimentos, donde se ha pasado de universos centrados en la Tierra (plana en las primeras versiones y esférica después) al modelo heliocéntrico desarrollado por Copérnico, Galileo y Newton, a la imagen actual de un universo formado por miles de millones de galaxias donde ninguna ocupa un lugar central. Esta historia no se explica a los estudiantes, solo se presentan los conceptos acabados y no se



muestran los procesos de falsación que tuvieron, ni las pruebas a las que fueron sometidos para poder establecerse durante el tiempo.

Con base en esto, se hace necesario que la enseñanza de la astronomía no deje de lado la historia, pues a través de esta es que los estudiantes pueden tener un panorama amplio de cómo se ha construido esta ciencia, y así estructurar los conceptos, relacionados con su vida cotidiana y tener una mayor comprensión de estos.

Otra dificultad que presenta la enseñanza de la astronomía es la que menciona Solbes y Palomar (2013).

Los alumnos no comprenden los enunciados básicos de la astronomía porque la enseñanza de la misma se realiza de una forma muy teórica, sin poner de manifiesto cómo la astronomía ha llegado a demostrar estas proposiciones, sin tener en cuenta que implican dimensiones y tiempos que superan con mucho la escala humana y sin mostrar sus relaciones con la tecnología y la sociedad (pp.1004-1002).

Siguiendo el mismo planteamiento de Solbes y Palomar, los estudiantes necesitan conocer la historia de los conceptos para lograr una comprensión, también es necesario vincular la teoría con la práctica por medio de la tecnología y posteriormente relacionar los saberes con la cotidianidad.

Estudios realizados por Domínguez y Varela (2008), Leite y Hosoume (2009) muestran que los estudiantes de secundaria presentan concepciones erróneas de la astronomía como la posición y el movimiento de los astros, obstaculizando el aprendizaje de esta. También, los



estudiantes demuestran poco conocimiento sobre la estructura de nuestra galaxia (la vía láctea) y la conformación del universo en general (Palomar 2013). En consecuencia, de lo expuesto antes, los estudiantes deben comprender primero cuál es su espacio en el mundo para luego reconocerlo en el sistema solar, la vía láctea y el universo.

En los procesos de enseñanza en la secundaria, la astronomía no presenta relevancia en los planes de área de las Ciencias Naturales y solo se limitan al estudio del sistema –solar- céntrico (Carmona 1994, García 2014). En Colombia los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) que orientan los planes de enseñanza de las Ciencias Naturales sólo abordan la astronomía desde el sistema tierra-luna-sol. Esta visión tan reducida va en contra de la actualidad de la investigación científica, las noticias sobre los nuevos descubrimientos en la astronomía e incluso referentes culturales como las películas de la saga de *STAR WARS* (García, 2014).

También se dificultan los procesos de observación básicos del cielo, especialmente el cielo nocturno porque no es notorio en la noche en las ciudades por la contaminación lumínica y menos en los horarios escolares, ya que generalmente los estudiantes están en horarios diurnos.

Partiendo de estas principales dificultades que se presentan en la enseñanza de conceptos respecto a los movimientos aparentes de los cuerpos celestes se plantea la siguiente pregunta de investigación.

1.3. Pregunta de investigación

¿Cómo interpretan un grupo de estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Normal Superior de Medellín los movimientos aparentes de los cuerpos celestes observados desde la tierra ante situaciones presentadas en la modalidad de taller aprendizaje participativo?



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar las interpretaciones que realizan estudiantes de grado sexto de una institución pública de Medellín sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la tierra ante situaciones en la modalidad de taller aprendizaje participativo.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar qué tipo de explicaciones plantean los estudiantes sobre los movimientos de los cuerpos celestes al iniciar los talleres de aprendizaje participativo.
- Reconocer rasgos de movilización en las interpretaciones que realizan los estudiantes sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes durante la implementación de los talleres.
- Describir las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje, durante la aplicación de situaciones desde la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.



3. Referentes Teóricos

Se han seleccionado algunos trabajos de investigación que abordan cuestiones relacionadas con la enseñanza de la astronomía, la teoría de los Campos Conceptuales y la modalidad de taller como estudios antecedentes de esta investigación. Cada uno de ellos se ha agrupado por temáticas, se han descrito y especificado la relación con nuestro trabajo. En este capítulo se presenta dichos trabajos y las principales teorías en las que se sustenta esta investigación.

3.1. Antecedentes

Con el fin de dar posibles soluciones a problemas de la enseñanza, específicamente a la enseñanza de la astronomía, se plantea una nueva estrategia, la modalidad de taller aprendizaje participativo vinculándolo con la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990). En este apartado se desea mostrar la importancia que tiene la enseñanza de la astronomía, ya que esta ayuda a los estudiantes a tener una mejor comprensión del mundo y de algunos fenómenos que ocurren alrededor de este. Para identificar los problemas y plantear la estrategia mencionada se hizo un rastreo bibliográfico sobre la enseñanza de la astronomía en secundaria, en los cuales se pudo constatar la importancia de este tema. En algunos de los documentos se proponen métodos de enseñanza de la astronomía, los cuales son puestos a prueba para evidenciar las falencias y fortalezas que tienen los estudiantes e identificar las problemáticas y dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje.

También fueron hallados documentos relacionados con la enseñanza a partir de simulaciones y observaciones desde la tierra que permitieron determinar la trayectoria de algunos



cuerpos celestes como, la luna, el sol, algunas estrellas y planetas; trabajos como estos son de suma importancia, porque se relacionan con el tema central de la estrategia implementada, la cual tiene como fin lograr que los estudiantes comprendan que los movimientos que realizan los cuerpos celestes, vistos desde la tierra son aparentes, y que para entender los conceptos que se utilizan actualmente sobre la astronomía es necesario hacer un rastreo histórico que permita comprender cómo se ha llegado a la construcción de estos.

Ahora bien, el trabajo está enmarcado en la enseñanza con base en la modalidad de taller, de la cual se toman algunos elementos para la configuración de una nueva estrategia de enseñanza de la astronomía denominada modalidad de taller aprendizaje participativo. Los artículos consultados se agrupan en las siguientes categorías:

Enseñanza y aprendizaje de la astronomía, donde se tomaron artículos que plantean estrategias para enseñar la astronomía y también la realización de unidades didácticas que permitieron desarrollar el tema tratado de una mejor manera. Una segunda categoría denominada movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes vistos desde la tierra, agrupa artículos que sirven de apoyo para confirmar que la enseñanza de la astronomía se puede hacer sin la utilización de los implementos más costosos, constituyendo como base la imaginación. Luego se presenta la tercera categoría, nombrada estudios que se fundamentan en la TCCV para enseñar conceptos de astronomía, donde el artículo desarrollado muestra la importancia de la conceptualización y de la experimentación nombrada “situación” a la hora de enseñar ciencias, y se termina con la categoría de la “modalidad de taller” a talleres de aprendizaje participativo donde los artículos reseñados plantean que el aprendizaje se construye entre los estudiantes y el maestro de manera dialéctica, existe una participación mutua y se basa en una problemática del

contexto, donde se presentan a su vez posibles soluciones.

3.1.1 Enseñanza y aprendizaje de la astronomía.

En relación con los trabajos que permiten evidenciar las problemáticas y dificultades en la enseñanza de la astronomía se encuentran los realizados por el autor Palomar, *Enseñanza y aprendizaje de la Astronomía en el bachillerato*, publicado en 2013; también se hallaron otros desarrollados por Palomar & Solbes llamado *Dificultades en aprendizaje de la astronomía en secundaria*, publicado en 2013; y *Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria*, publicado en 2015. El primer trabajo mencionado se realizó con base en el método de investigación cuantitativo donde se hicieron entrevistas en forma de cuestionarios a profesores y estudiantes de sexto grado, con el fin de determinar dificultades relacionadas con la mala interpretación que le dan los estudiantes a los enunciados de astronomía; se considera que esta dificultad se genera por la manera en que se enseña, ya que no se realiza un rastreo epistemológico e histórico que le permita al estudiante una contextualización de los temas tratados, los cuales no se enseñan de una manera muy práctica, lo que conlleva a que se aprenda de manera memorística, teórica y sin ninguna aplicación problemática de lo aprendido.

Dicha investigación se realizó con un primer objetivo de conocer las dificultades que tienen los estudiantes para el aprendizaje de la astronomía y como segundo objetivo, comparar el conocimiento astronómico antes (pre-test) y después del tratamiento (post-test) con la implementación de unidades didácticas. Los resultados fueron obtenidos de diversas pruebas estadísticas donde se confirmó el segundo objetivo ya mencionado. En el cual se notó una mejora



de su conocimiento astronómico con la implementación de las unidades didácticas para la enseñanza de la astronomía.

El segundo trabajo citado plantea el objetivo de conocer las dificultades para el aprendizaje de la astronomía al finalizar la educación secundaria y si estas son tenidas en cuenta en la enseñanza. Para poder identificar las dificultades de los estudiantes se realizó un cuestionario a 113 alumnos de secundaria que ya habían estudiado el tema sobre astronomía, también se realizó un estudio cualitativo a 14 manuales para la enseñanza de la astronomía. Los resultados obtenidos muestran que el estudiante no comprende y/o desconocen aspectos básicos de la astronomía y el análisis a 14 libros de ciencia utilizados frecuentemente por el currículo teniendo en cuenta las preguntas ¿aparecen las aplicaciones básicas de la astronomía? ¿Se proponen actividades para modelizar el sistema solar a escala? Entre otras, evidencia que no contribuyen a mejorar el aprendizaje porque no se tienen presentes las dificultades de los estudiantes. En el trabajo de investigación se concluye que la enseñanza se realiza de una forma muy teórica y verbalista que no muestra las observaciones que han permitido comprobar los enunciados astronómicos, sin contar con la escasa comprensión que tienen los estudiantes de aspectos básicos sobre la astronomía.

También se halla del mismo autor el trabajo de investigación: *Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria*, el cual presenta “una propuesta con enfoques de cambio conceptual, procedimental y actitudinal” (Palomar, 2015, p.92), que se enmarca en el socio-constructivismo mediante el uso de un programa de actividades, este trabajo se implementó en alumnos de secundaria y se realizó un diseño de tipo pre-test y post-test; el cual luego de analizar los datos obtenidos con la implementación de la



propuesta de enseñanza, reveló la eficacia de esta mostrando una mejora significativa. Para la prueba de la propuesta se tomó una muestra de 99 estudiantes, realizando un análisis estadístico de los resultados obtenidos en el pre-test y post-test mostrando una mejora de los conceptos básicos de astronomía que se reflejó en la cantidad de respuestas correctas de los estudiantes. Se concluye entonces que la propuesta funciona por los resultados arrojados, y que fueron analizados estadísticamente mostrando un gran cambio en la comprensión de estudiantes de bachillerato sobre conceptos básicos de astronomía.

El trabajo mencionado en el párrafo anterior se relaciona con el realizado por Okulu. & Oguz-Unver (2015) en la investigación *“Módulos de curso consecutivos desarrollados con materiales simples para facilitar el aprendizaje de conceptos básicos en astronomía”* ya que proponen estrategias didácticas para la enseñanza de conceptos básicos de astronomía. La implementación de los módulos se desarrolló de una manera consecutiva facilitando tanto la enseñanza como el aprendizaje. En los resultados obtenidos se hallaron dificultades que tienen los maestros de pre-servicio a la hora de realizar actividades propuestas en cada módulo, como, la comprensión de conceptos para entender los movimientos de los cuerpos celestes, igualmente, dificultades para tener conciencia sobre el cielo y la tierra, debido a que tenían preconcepciones de que el universo solo se puede observar con aparatos de alto costo. No obstante, se obtuvieron resultados favorables luego de la implementación de las herramientas y estrategias usadas en cada módulo. Se concluye en el estudio que gracias a las actividades de observación hacia el espacio desarrolladas en los módulos y a las herramientas utilizadas como las simulaciones y animaciones por ordenadores, se pudieron aclarar conceptos básicos sobre astronomía, permitiendo que los maestros de pre-servicio y estudiantes pudieran establecer una conexión



entre dichos conceptos y la vida cotidiana.

Estudios como estos son relevantes, ya que muestran las problemáticas al abordar la enseñanza de la astronomía, los autores señalan que se puede “ver que no necesariamente se deben de utilizar implementos de alto costo para la enseñanza de esta” (Okulu. & Oguz-Unver, 2015, p.15), tales como instrumentos o estructuras para la observación astronómica.

3.1.2. Movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes vistos desde la tierra.

Se encontraron dos artículos de contexto internacional, el primero de Plummer, Kocareli & Slagle (2014), denominado *Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetarium-based instructional context*; el segundo de Camino, Simeoni, Funes & Rigatuso (2014), titulado *Determination of earth rotational velocity by using a mountain, a star and a planet*, con importantes aportes para este trabajo. El primero es un trabajo de investigación basado en la explicación de fenómenos del movimiento de algunos cuerpos celestes observados desde la tierra como el del sol, la luna y las estrellas teniendo como marco de referencia la tierra. Para que los estudiantes pudieran entender los movimientos de esos cuerpos celestes se tuvo en cuenta la enseñanza de dos sistemas de coordenadas terrestres y espaciales, con la claridad de estas se logró que ellos tuvieran una mejor ubicación espacial que posibilitará una mejor comprensión de la rotación de estos cuerpos alrededor de la tierra. Dicho trabajo se realizó con una población de 99 estudiantes, de 8 a 9 años de edad, los cuales pasaron por cuatro etapas con diferentes grados de dificultad. En el transcurso del estudio se evidenciaron cambios en la comprensión de los niños, luego de pasar por cada una de las etapas que buscaban explicar el movimiento que se genera a diario en los cuerpos celestes.



Por otro lado, el segundo trabajo investigativo mencionado en el párrafo anterior trata sobre el movimiento de la tierra, cómo hallar la duración de este y sobre los fenómenos observables del cambio de noche y día. Específicamente, para dar respuesta al tiempo que tarda el movimiento de rotación de la tierra se tomó como referencia un punto específico de esta y se midió el tiempo de salida de los objetos celestes Marte y Hamal (Camino Et al, 2014), y con cálculos físicos se pudo determinar el tiempo del movimiento de la tierra. Este trabajo fue realizado con estudiantes de secundaria, el cual fue muy enriquecedor, ya que permitió a que los estudiantes tuvieran un acercamiento a conceptos básicos de astronomía y se generó en ellos una nueva visión del entorno y del lugar que se habita llamado tierra.

Trabajos como estos son importantes porque permiten ver cómo a través de observaciones de los movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes observados desde la tierra, específicamente desde el lugar donde residimos, se puede hacer una aproximación hacia la astronomía y a partir de este acercamiento, comprender un poco mejor los fenómenos que ocurren en nuestro planeta.

3.1.3. Estudios que se fundamentan en la TCCV, para enseñar conceptos de astronomía.

En la búsqueda de trabajos investigativos que mostraran la relación de la Teoría de los Campos Conceptuales (TCCV) con la enseñanza de conceptos de astronomía, se encontró el estudio de Mota & Júnior (2012), titulado *La teoría dos campos conceituais: uma possibilidade para o planejamento didático no ensino de astronomia the theory of conceptual fields: a possibility for didactic planning in astronomy education*. Este trabajo se realizó con 17



estudiantes de secundaria (MS) de una escuela privada en el sur de Minas Gerais, Brasil, quienes participaron en un curso de enseñanza de astronomía, el cual planteaba cinco actividades utilizando recursos como simulaciones, videos y textos con el fin de comprender tres conceptos clave: gravedad, luz y calor. Cada día, tanto los estudiantes como los maestros se acercaron a la experimentación, acto que fue crucial en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en el cual se permitieron la formulación de nuevas preguntas que posibilitaran deconstruir y reconstruir conocimiento.

El concepto de “situación” es central en la TCCV, es a partir de esta que los conceptos tienen un significado. La TCCV es considerada un referente valioso en la enseñanza de las ciencias y la investigación de esta (Moreira, Caballero & Vergnaud, 2009). La teoría plantea que en la construcción de conocimiento se debe tener siempre presente la idea de la variedad y la historicidad, ya que el conocimiento se forma a partir de lo que el alumno ya sabe y las diversas situaciones en las que se pone en contacto, donde el objetivo claro del maestro es promover la conceptualización.

3.1.4. De la modalidad de taller a talleres de aprendizaje participativo.

Para la configuración de la estrategia didáctica que proponemos en nuestro trabajo de investigación que la denominamos modalidad de taller aprendizaje participativo, se tomaron elementos tanto de la metodología de aula taller, como también de la modalidad de taller. Al respecto, se encontraron artículos relacionados con estas temáticas. Sescovich (2009), en su trabajo *Proceso de enseñanza-aprendizaje: el taller como modalidad técnico-pedagógica*, define el taller como una modalidad eficiente que sirve de guía para organizar los procesos de



enseñanza y aprendizaje. El taller, constituye un lugar donde se integran experiencias y vivencias, en el que se busca la coherencia entre el hacer, el sentir y el pensar, examinándose cada una de estas dimensiones en relación con la tarea, es un lugar de co-aprendizaje, donde este se genera de manera dialéctica maestro-alumno, ambos construyen socialmente conocimientos y valores, desarrollan habilidades y actitudes, a partir de sus propias experiencias.

Dicha modalidad de taller asume como principios pedagógicos: el aprendizaje en la práctica; el conocimiento se adquiere a través de la experiencia; la participación, todos son partícipes en la solución de problemas; la integración de elementos teóricos y prácticos; la interdisciplinariedad, la integración de varias áreas del conocimiento; la globalización donde se exige un pensamiento integrador de la realidad en la que vivimos, y por último se ubica la controversia, base en la construcción de un nuevo conocimiento.

Vincenzi (2009), en el artículo *La práctica educativa en el marco del aula taller*, señala que el aula taller constituye un escenario para aprender haciendo, a partir de la negociación de significados entre el docente y los alumnos. Supone un espacio de trabajo cooperativo en torno a descripciones, explicaciones, críticas y orientaciones sobre el abordaje de un tema específico. La teoría, la investigación y la acción son tres dimensiones del proceso de aprendizaje que se produce en el aula taller. El rol del alumno en este caso es el de un sujeto activo, protagonista en la construcción de soluciones para la resolución de un problema planteado en tanto que el del docente consiste en definir el problema a resolver y los requerimientos del proyecto. La dinámica del aula taller es el tipo de configuración didáctica más apropiada para favorecer la construcción de un conocimiento que se construye en la acción. Este tipo de conocimiento práctico supone intervenciones docentes asociadas a metodologías heurísticas que contribuyen a la resolución de

problemas mediante el diseño de un plan de acción.

El trabajo de Romero (2008), *El aula-taller: metodología para la enseñanza y el aprendizaje de la geografía. Estado del arte y consideraciones para su aplicación*, consiste en un análisis sobre información bibliográfica de Aula-Taller, además plantea una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la geografía, fundamentada en las principales características extraídas del análisis bibliográfico. Según el autor, el aula taller es el espacio donde se crea una metodología que se fundamenta en el aprendizaje activo, de acuerdo con esto, la propuesta indica métodos que facilitan activar en el estudiante el interés y despertar curiosidad en torno al tema o problema planteado por el profesor.

3.2. Fundamentación teórica

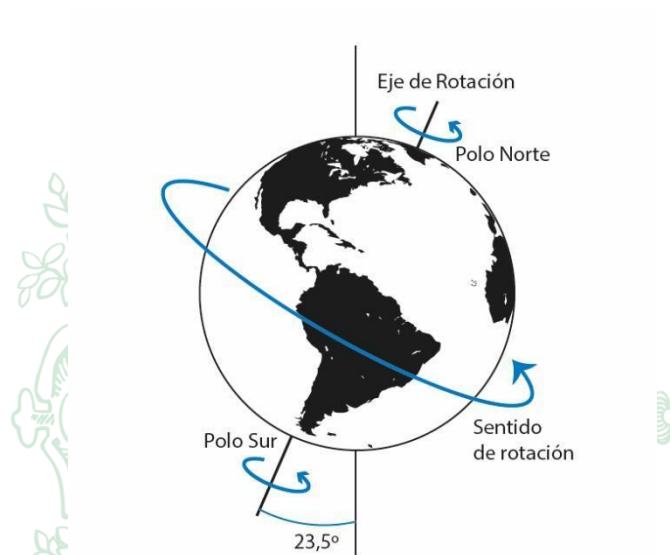
Ya desde la antigüedad se observaba el aparente movimiento de los cuerpos celestes en el cielo y, a pesar de que el modelo geocéntrico daba una respuesta satisfactoria en muchos casos, no fue hasta que grandes observadores del cielo lograran explicar fenómenos astronómicos de manera acertada por medio del modelo heliocéntrico que se pudo empezar a comprender el real movimiento de los cuerpos celestes. Para empezar a comprender el movimiento aparente de los cuerpos celestes hay que comprender los movimientos propios de la tierra:

Rotación: es un movimiento que realiza la tierra girando sobre su propio eje formando un ángulo de 23,5 grados con relación a la eclíptica, una vuelta completa dura 23 horas con 56 minutos y 4,1 segundos (Figura 1). El eje de rotación de la tierra es una “Recta imaginaria que



pasa por el centro de La Tierra entorno a la cual gira nuestro planeta” (Bastero, 2000, p.106).

Figura 1. Rotación

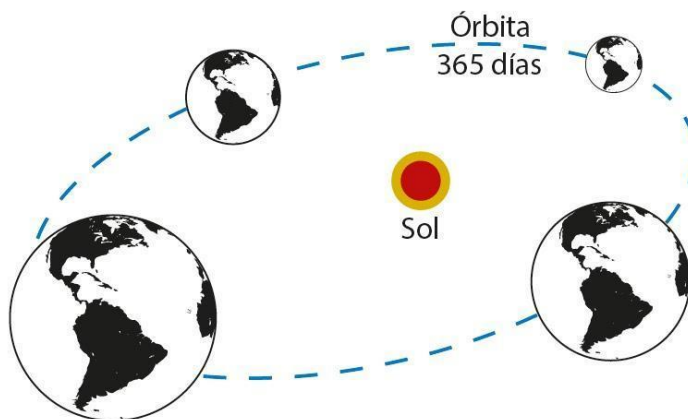


Fuente: Elaboración propia.

Traslación: “es el movimiento de los planetas en torno al sol en sus órbitas” (Comellas & Cruz, 1987, p.94) es el movimiento realizado por la tierra, en una órbita de forma elíptica, alrededor del sol (Figura 2). Una vuelta alrededor del sol dura 365 días, 5 horas y 48 minutos, movimiento también conocido como movimiento orbital de traslación.



Figura 2. Traslación

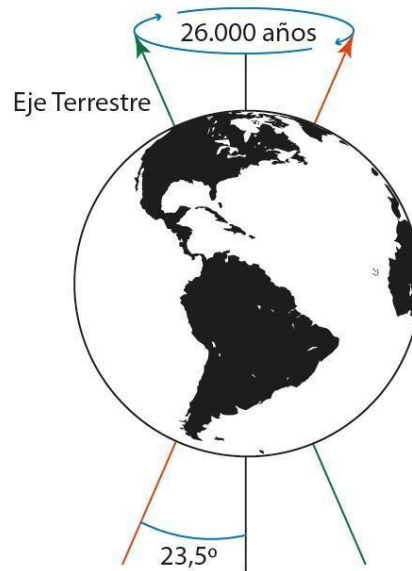


Fuente: Elaboración propia.

Precesión: “Es un movimiento progresivo descubierto por Hiparco en el siglo II a.c., el cual el eje de rotación describe un cono en el espacio en unos 26.000 años” (Bustillo, 1985, p.85). Ver figura 3.



Figura 3. Precesión:

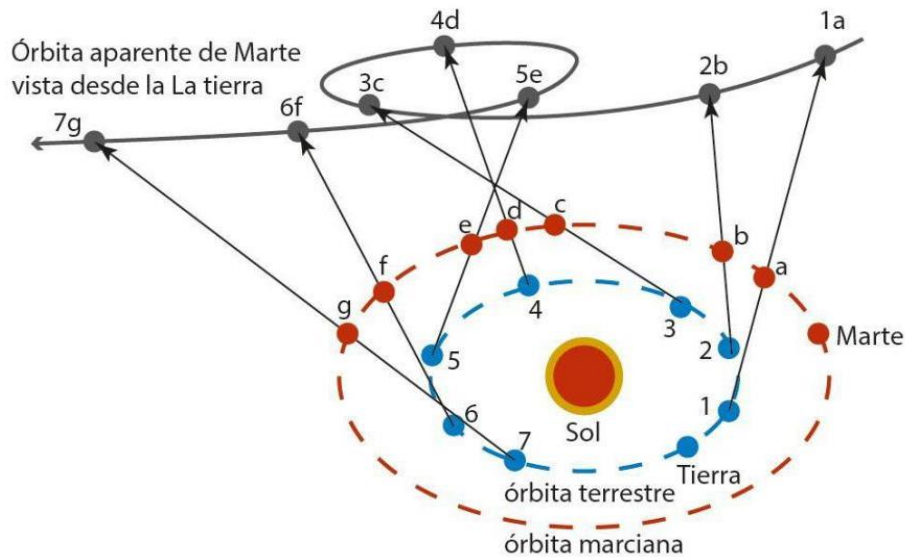


Fuente: Elaboración propia.

Existen otros movimientos que realiza la Tierra como los son la nutación y el bamboleo de Chandler, sin embargo, al igual que la precesión, no son necesarios para describir el movimiento aparente de los planetas en este trabajo.

Vistos desde la Tierra los planetas describen movimientos aparentes llamados Movimientos Retrógrados. Mercurio, Venus, Marte, Saturno y Júpiter son los planetas que pueden verse a simple vista desde La Tierra y son a los que se les puede observar este movimiento. Para Marte, por ejemplo, es como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Movimiento aparente de Marte visto desde La Tierra.



Muestra en azul con los números del uno al 7 la traslación de la tierra y en color rojo con las letras de a hasta g el movimiento de traslación de Marte. En color gris muestra el movimiento aparente de Marte visto desde La Tierra siendo la primera posición aparente de Marte la 1ª

Fuente: Elaboración propia.

Los planetas del sistema solar giran en torno al Sol. Se le llama órbita a la “Trayectoria que sigue un cuerpo cuando gira alrededor de otro en el espacio, como lo hace una luna alrededor de un planeta o un planeta alrededor del sol” (Firth, 2010, p.46). Es pues, la trayectoria descrita por un cuerpo físico en torno a otro objeto central influenciado por una fuerza como la gravedad.

Este movimiento orbital no siempre es constante, en ocasiones es más lento y en otras es más rápido. Cuando los planetas están en el punto más cercano al Sol, punto llamado perihelio, el movimiento del planeta se acelera, por otro lado, cuando el planeta está en su punto más



distante al sol, conocido como afelio, su velocidad es más lenta, no obstante, el radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales tal y como lo afirma la segunda ley de Kepler (1619). Cada uno de dichos puntos toma un nombre diferente dependiendo del cuerpo celeste que orbiten, por ejemplo, los objetos que orbitan La Tierra, como el caso de la Luna, son nombrados perigeo y apogeo.

Es preciso, además, para la comprensión de los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, vistos desde la Tierra, establecer un sistema de coordenadas geográficas y un sistema de coordenadas celeste.

3.2.1. Coordenadas geográficas.

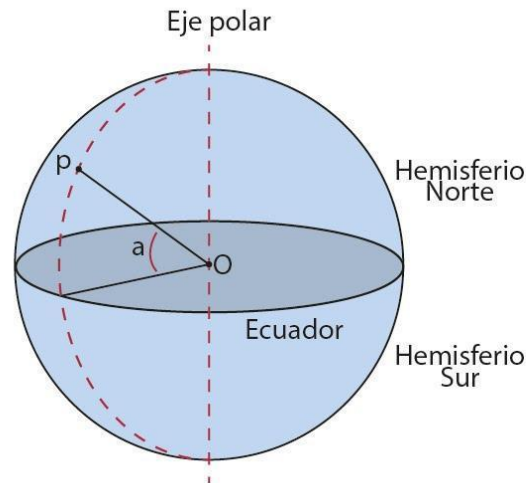
Son un conjunto de líneas imaginarias que permiten ubicar la posición de un punto cualquiera en la superficie terrestre. Sus coordenadas son Latitud y Longitud.

Latitud: es la distancia que hay entre un punto cualquiera y la línea del ecuador (figura 5).

El Ecuador o línea del ecuador es un “círculo máximo terrestre perteneciente a un plano perpendicular al eje de la tierra” (Bastero, 2000, p.106). Es una línea imaginaria, que divide el planeta en hemisferios Norte y Sur. Esta distancia es dada en grados tomando la línea ecuatorial como Latitud 0° . La latitud va de 0° a 90° , siendo positiva para el hemisferio Norte y negativa para el hemisferio Sur.



Figura 5. Latitud.



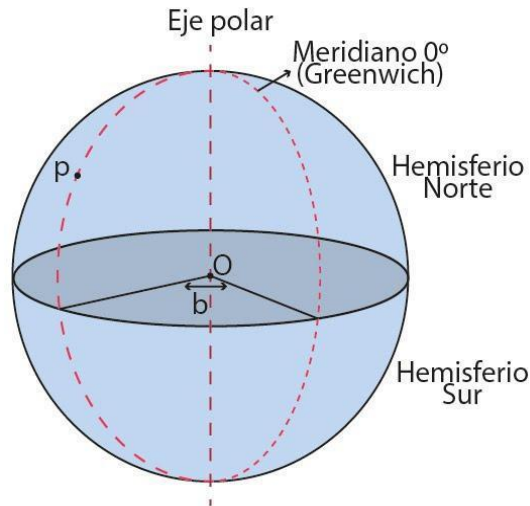
Muestra el ángulo, representado por la letra *a*, formado entre *p* que representa un punto cualquiera y la línea de ecuador

Fuente: Elaboración propia.

Longitud: es la distancia que hay entre el meridiano de Greenwich y un punto cualquiera de la superficie terrestre, ver figura 6. El meridiano de Greenwich es una línea imaginaria (círculo máximo) que une los polos Norte y Sur terrestres. La longitud está dada en grados y va de 0° a 180° tomando el meridiano de Greenwich como Longitud 0° . El meridiano de Greenwich divide La Tierra en los hemisferios Este y Oeste siendo en grados positivo y negativo respectivamente. Los meridianos son círculos máximos que pasan por los polos perpendiculares a la línea de ecuador.



Figura 6. Longitud.



Muestra el ángulo formado, representado por la letra b , entre el meridiano de Greenwich y un punto p cualquiera perpendicular a la línea de ecuador

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Coordenadas celestes.

Las coordenadas celestes son un conjunto de líneas imaginarias y valores que sirven para ubicar un objeto cualquiera en la bóveda celeste o esfera celeste. La bóveda celeste es una esfera ideal, de radio infinito o finito si se quiere, es decir, de radio indefinido puesto que objetos cercanos y distantes son ubicados en el mismo plano, donde el observador es el centro de la esfera, es una “esfera imaginaria centrada en la tierra, sobre cuya superficie se puede considerar las estrellas como fijas” (Comellas & Cruz, 1987, p.92). La ubicación de un objeto en la esfera celeste depende de un sistema de referencia según un determinado plano y origen (Plano



ecuatorial de la Tierra, Plano de la eclíptica y Plano del horizonte visible en el lugar del observador).

Como se mencionó anteriormente existen varios sistemas de coordenadas según el plano de referencia:

3.2.3. Coordenadas ecuatoriales.

Estas coordenadas tienen como plano de referencia el ecuador terrestre y tiene un origen geocéntrico. Sus coordenadas son la Ascensión Recta y Declinación.

La ascensión recta es una medida angular, medida sobre el ecuador celeste y el meridiano que pasa por el objeto observado. Se mide en horas, minutos y segundos tomando el punto cero como el Punto Aries (equinoccio vernal o equinoccio de primavera).

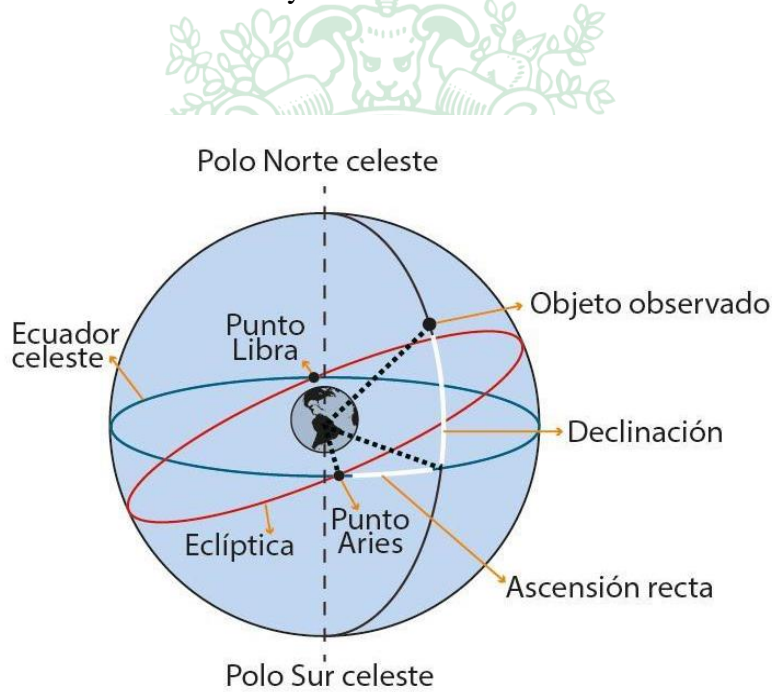
El Punto Aries es el “Punto de la esfera celeste en que el sol, cuando avanza hacia el Norte, corta al Ecuador. El paso del El Sol por este punto marca el comienzo de la primavera” (Bastero, 2000, p.106). Es el punto de intersección entre La Eclíptica y el plano ecuatorial. “La eclíptica es la trayectoria circular que recorre El sol entorno a La tierra al cabo de un año, de modo que El Sol siempre se encuentra en la eclíptica” (Bastero, 2000, p.106). La eclíptica es una línea imaginaria por donde transita El Sol. El otro punto de intersección es llamado Punto Libra. El Punto Aries y Punto Libra corresponden a los equinoccios de primavera y otoño respectivamente. Para los países cercanos al ecuador terrestre se les conoce como equinoccios de mayo y de septiembre.

La declinación es la medida del ángulo que se forma entre un astro, El Sol, por ejemplo, y el ecuador celeste el cual es una “proyección del ecuador sobre la esfera celeste” (Bastero, 2000,



p.106). El ángulo toma un valor positivo si es sobre el hemisferio Norte y un valor negativo si es sobre el hemisferio sur. La ascensión recta y declinación son equivalentes a la longitud y latitud geográficas. Ver figura 7.

Figura 7. Coordenadas Ascensión recta y Declinación.



Muestra en color blanco la línea horizontal que corresponde a la declinación y la vertical que corresponde a la ascensión recta respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

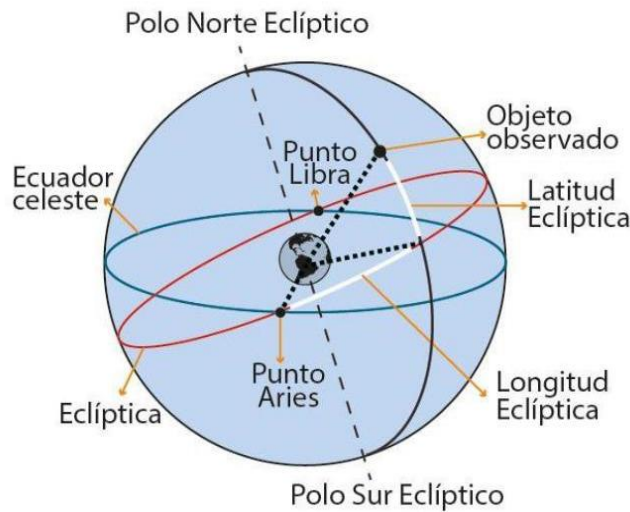
3.2.4. Coordenadas eclípticas.

Tienen como plano de referencia La Eclíptica, con origen geocéntrico y heliocéntrico, sus coordenadas son Longitud eclíptica y Latitud eclíptica. La longitud eclíptica o celeste es el ángulo medido sobre la eclíptica, a partir del Punto Aries o Punto Vernal, Va de 0° a 180° hacia



el Oeste en sentido horario y de 0° a 180° hacia el Este en sentido antihorario. También puede ser de 0° a 360° . La Latitud eclíptica es el ángulo que forma el objeto celeste con el plano de la eclíptica, Va de $+90^\circ$ a -90° siendo positivo para el Polo Norte eclíptico y negativo para el Polo Sur eclíptico. Ver figura 8.

Figura 8. Coordenadas Latitud y longitud eclípticas.



Muestra en color blanco la latitud eclíptica y la longitud eclíptica.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Coordenadas Horizontales o Altacimutales.

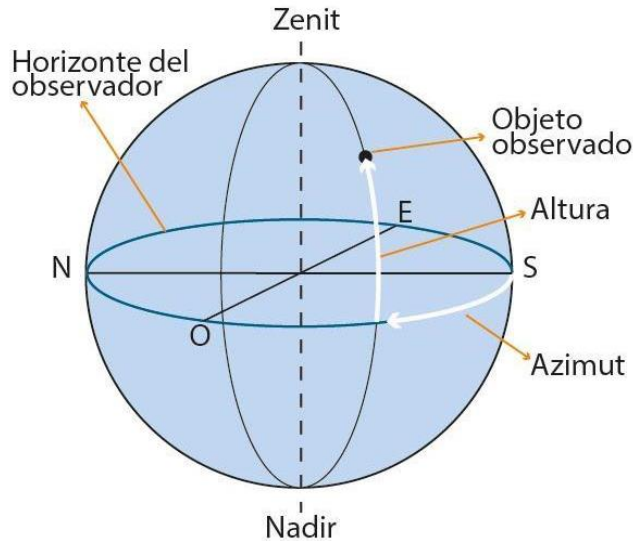
Toman como plano de referencia el horizonte del observador, sus coordenadas son Azimut y Altura o Distancia Cenital. El Azimut es el “Ángulo horizontal cuyo vértice es el observador y cuyos lados pasan por el Norte geográfico y por el punto considerado en el horizonte. Se mide desde el Norte hacia el Este” (Bastero, 2000, p.105). También puede ser en dirección Sur Oeste.

Es una medida en grados del ángulo formado a partir de la dirección de referencia Norte y



la proyección vertical de un objeto (Astro) de interés perpendicular al horizonte del observador en sentido horario de 0° a 360° . La Altura es un ángulo o arco vertical que va desde el objeto de interés hasta el horizonte del observador, va de 0° a 90° siendo un valor positivo para objetos visibles y negativos para los no visibles, es decir, si está sobre la línea de horizonte o bajo la línea de horizonte respectivamente. Sus ejes son el Zenit y el Nadir, el Zenit hace referencia a la dirección encima de la cabeza del observador, es el “Punto de la esfera celeste situado en la vertical del observador y por encima de éste” (Bastero, 2000, p.106). El Nadir se refiere a la dirección debajo de los pies, es decir, opuesta al Zenit. Ver figura 9.

Figura 9. Coordenadas Altura y Azimut



Muestra en color blanco la línea horizontal que corresponde a al Azimut y la vertical que corresponde a la Altura

Fuente: Elaboración propia.



La siguiente Tabla muestra un resumen del sistema de coordenadas.

Tabla 1. Sistema de coordenadas

Sistema	Plano	Eje	Coordenada
Coordenadas geográficas	Plano ecuatorial de La Tierra	Norte y Sur geográficos	Latitud y Longitud
Coordenadas ecuatoriales	Plano ecuatorial de La Tierra	Norte y Sur celestes	Ascensión recta y Declinación
Coordenadas Eclípticas	Plano de la Eclíptica	Norte y Sur Eclípticas	Latitud y Longitud Eclípticas
Coordenadas Horizontales	Plano del horizonte del observador	Zenit y Nadir	Azimut y Altura

Tabla resumen de los diferentes sistemas de coordenadas.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6. Modalidad de taller y la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.

Este trabajo de investigación toma diversos elementos de la modalidad de taller, descrita por Pitluk (2008) y la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990) como alternativa a la enseñanza tradicional. A continuación, se describe un breve resumen de los planteamientos de las teorías que fundamentan esta investigación.

3.2.6.1. Modalidad de taller.

La modalidad de taller descrita por Pitluk (2008) es una forma de enseñanza que nace como alternativa al modelo tradicional. Se sustenta en: el aprender haciendo; la búsqueda de la coherencia entre la teoría y la práctica; la conformación de un espacio que promueva realmente



la participación y la tarea compartida a través de materiales que posibiliten el accionar concreto; el alumno como protagonista-responsable-hacedor de sus propios procesos; la articulación de instancias de producción con otras de reflexión y/o de conceptualización, y un acercamiento a niveles cada vez más elevados de conceptualización.

Los siguientes son algunos ejes básicos (Pitluk, 2008) que caracterizan la modalidad de taller:

- El interjuego entre la reflexión y la acción, entre la teoría y la práctica.
- Una ida y vuelta entre la tarea individual, en pequeños grupos y en grupo total, prevaleciendo las tareas en subgrupos, porque son las que favorecen la interacción, los intercambios y la producción compartida.
- La elección entre diferentes propuestas, aspectos a trabajar, materiales, acciones resoluciones.
- La realización de producciones no necesariamente materiales, que deben paulatinamente con los otros.
- La búsqueda de acuerdos para la organización y realización de las tareas conjuntas, desde la autorregulación grupal que implica la toma de decisiones autónomas y compartidas.
- La puesta en común de lo producido en cada subgrupo a fin de enriquecer los aportes con los otros.
- La síntesis de las coincidencias y disidencias de lo producido en cada subgrupo buscando acuerdos y desacuerdos, analizando las diferentes formas de resolución y puesta en marcha.
- La devolución del proceso grupal a fin de reflexionar con los estudiantes acerca de las actitudes y acciones que implican el respeto por los otros y favorecen la tarea conjunta.



Cabe señalar que la modalidad de Taller surgió como metodología y que, según lo afirma Pitluk (2008), se ha tenido que adecuar a las necesidades y cambios educativos emergentes de los últimos años. En sus inicios, se conoció como metodología Aula Taller, pero eventualmente pasó a ser modalidad de Taller. El Aula Taller fue una metodología de enseñanza propuesta a principios de la década de los noventa por la Argentina Susana Pasel con la colaboración de Susana Asborno (en Pitluk, 2008). En Medellín, los profesores Miguel Monsalve y Carlos Julio Echavarría (2007) desarrollaron su propia propuesta de Aula Taller. Para ellos, inicialmente, el Aula Taller era un espacio físico en el cual se enseñaba la física y la matemática de forma novedosa, posteriormente se fue transformando en metodología para la enseñanza de las ciencias muy similar a la propuesta de Pasel.

La Escuela del maestro y el Aula Taller Ábaco, en Medellín, fueron espacios de enseñanza donde se utilizó esta metodología por mucho tiempo. La escuela del maestro es un espacio principalmente para la capacitación de maestros y desarrollo de actividades artísticas, culturales, entre otras. Allí se ofrecieron cursos de capacitación en astronomía utilizando la metodología de Aula Taller. Los maestros Miguel Monsalve y Carlos Julio Echavarría fueron los pioneros en implementar la metodología en ese espacio. El aula Taller Ábaco o grupo Ábaco, como se conoce en la actualidad, fue un espacio de la enseñanza de la física y las matemáticas que tuvo sus inicios en la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional de sede Medellín, pero eventualmente se fueron trasladando a diversas instituciones educativas de Antioquia. Este fue quizá la forma en la que la metodología tuvo un su gran auge y reconocimiento entre maestros y estudiantes.

Actualmente siguen surgiendo propuestas para la enseñanza de las matemáticas con



metodología de Aula taller. Carlos J. Echavarría, a quien se le ha reconocido su trabajo docente en varias ocasiones en el transcurso de su carrera, incluso ganando el premio Maestros para la Vida otorgado por La Alcaldía de Medellín, continúa aplicando la metodología Aula Taller en el colegio CEFA donde tiene un espacio para ello. También la universidad Nacional tiene un espacio donde aplican la metodología de Aula Taller llamado Arquímedes, el cual es un espacio que hace parte de la maestría en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales en la misma universidad. Esta propuesta también ha sido reproducida por estudiantes al transcurrir del tiempo, no obstante, al no disponer de un espacio y gran cantidad de materiales que requiere el Aula Taller se vieron en la necesidad de adaptarla para a la modalidad de taller descrita por Pitluk (2008) para llevarla a las aulas.

3.2.6.2. La teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud.

El presente trabajo de investigación toma como referencia la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (1990) considerada por él como:

Una teoría cognitivista, que pretende proporcionar un marco coherente y algunos principios de base para el estudio del desarrollo y del aprendizaje de competencias complejas, especialmente las que se refieren a las ciencias y las técnicas. Debido a que ofrece un marco para el aprendizaje, es de interés para la didáctica. (p.1).

En el marco de esta teoría el campo conceptual se define “como un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y



operaciones del pensamiento, conectados unos con otros y, probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición” (Moreira, 2009, p.29).

Vergnaud (1990) entiende los conceptos como grupo de conjuntos denominados S, I, R donde:

S es un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto (la referencia); I es conjunto de invariantes sobre los cuales reposa la operacionalidad de los esquemas (el significado) y R es un conjunto de las formas lingüísticas y no lingüísticas que permiten representar simbólicamente el concepto, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento (el significante) (p.7).

Las situaciones en esta teoría no se refieren a una situación didáctica, sino que se entiende una tarea cognitiva, en este sentido Vergnaud (1990) afirma que:

El concepto de situación no tiene aquí el sentido de situación didáctica sino más bien el de tarea, la idea es que toda situación compleja se puede analizar como una combinación de tareas de las que es importante conocer la naturaleza y la dificultad propias. La dificultad de una tarea no es ni la suma ni el producto de la dificultad de las diferentes subtareas, pero está claro que el fracaso en una subtarea implica el fracaso global. (p.8).

Las situaciones son las encargadas de dar el sentido a los conceptos y el concepto toma significado a partir de diversas situaciones.



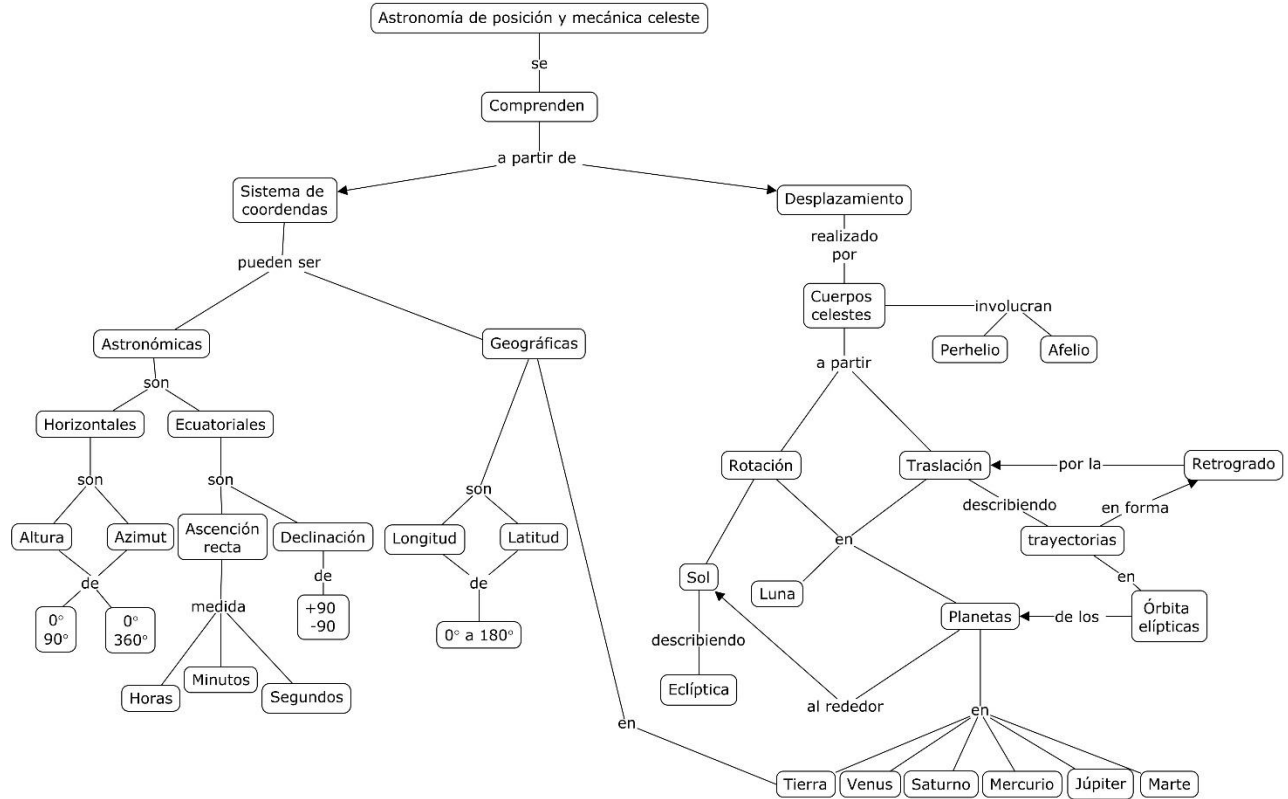
4. Estrategia Didáctica Modalidad De Taller Aprendizaje Participativo.

Este apartado presenta la estrategia didáctica realizada con base en los referentes teóricos; la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud y la Modalidad de taller aprendizaje participativo. Ambos referentes se articulan en los talleres que, además de contener situaciones para lograr una relación entre los conceptos trabajados en cada sesión, también tiene el propósito de servir de material didáctico como promotor de la participación en los estudiantes. Teniendo en cuenta esto, se elaboraron algunos elementos para lograr un mayor acercamiento con los participantes de la investigación. Dos etapas precedieron a la elaboración de los talleres, a saber, la delimitación del campo conceptual y la configuración del campo conceptual enseñable. Dichas etapas, junto con el diseño de la estrategia didáctica modalidad de taller aprendizaje participativo serán detalladas en este capítulo.

4.1. Delimitación del campo conceptual

Campo conceptual se entiende como “un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere, a su vez, el dominio de varios conceptos de naturaleza distinta” (Moreira, 2009, p, 29). Es decir, el dominio de un concepto no ocurre independiente de otros conceptos, en consecuencia, como primera etapa en la construcción de la estrategia, comenzamos delimitando el conjunto de conceptos y relaciones entre los conceptos que serían objetos de enseñanza, que expresamos en un mapa conceptual. En la figura 10 se muestra la delimitación del campo conceptual en relación con los movimientos aparentes de los cuerpos celestes.

Figura 10. Mapa conceptual para la configuración del campo conceptual



Muestra los conceptos y relaciones asociadas a la Astronomía de posición y mecánica celeste.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Configuración del campo conceptual enseñable

Como segunda etapa realizamos la configuración del campo conceptual enseñable (Cardona, 2014), para lo cual construimos unas clases de situaciones, cuya complejidad va aumentando; precisamos los conceptos y las proposiciones, que expresan las relaciones entre conceptos, que van asociadas a dichas situaciones y finalmente, determinamos los procedimientos que el estudiante debe realizar para solucionar las clases de situaciones, que



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

denominamos categorías de respuestas. En la tabla 2 y 3 se encuentra lo anteriormente descrito precisando cada uno de ellos.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Tabla 2. Configuración del Campo Conceptual: Situación 1

Clases de situaciones	Situaciones	Conceptos asociados	Proposiciones	Categoría de respuestas
Orientación espacial	Ubicación de puntos estratégicos dadas unas coordenadas geográficas	Coordenadas Astronómicas	Las coordenadas Astronómicas nos sirven para la ubicación de objetos en el espacio	Ubicar puntos estratégicos en la tierra y cuerpos celestes en el espacio. Como planeta, estrellas y satélites. Para la división en partes iguales del globo terráqueo.
		Coordenadas geográficas	Los paralelos y meridianos son líneas imaginarias que se utilizan para dividir el globo terráqueo.	
		Longitud		
	Latitud			
	Localización de lugares específicos en la institución mediante puntos cardinales	Paralelos	Las coordenadas horizontales, eclípticas y ecuatoriales hacen parte de las coordenadas Astronómicas.	
		Meridianos		
Coordenadas Horizontales				
Ubicar cuerpos celestes en el espacio haciendo uso de las coordenadas Ecuatoriales Horizontales y Eclípticas	Coordenadas Ecuatoriales	La Ascensión recta está expresada en horas, minutos y segundos.		
	La eclíptica			
	Ascensión recta	La longitud y latitud conforman las coordenadas geográficas.		
		Puntos cardinales	La declinación esta medida $+90^\circ$ a -90°	

Muestra la configuración del campo conceptual en relación con la orientación espacial

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 3. Configuración del Campo Conceptual: Situación 2

Clases de situaciones	Situaciones	Conceptos asociados	Proposiciones	Categoría de respuestas
Identificación de algunos movimientos aparentes de cuerpos celeste	Simulación de los movimientos de rotación y traslación de la tierra a partir de observaciones realizadas	Rotación Traslación	Algunos cuerpos celestes realizan el movimiento de rotación y traslación.	Representar las trayectorias de los cuerpos celestes
	Identificación de los movimientos de los cuerpos celestes a partir simulaciones con el programa Stellarium	Órbitas eclípticas	El perihelio y el afelio son los puntos más cercano y más lejano de la trayectoria en la órbita de la tierra alrededor del sol.	
		Cuerpos celestes	Los planetas describen órbitas eclípticas alrededor del sol.	
		Perihelio		
		Afelio	El movimiento retrogrado de los planetas es un movimiento aparente de retroceso debido a la traslación de los planetas	
	Movimiento retrogrado	Heliocentrismo	Geocentrismo	
Trazado de trayectorias descritas por los cuerpos celestes				

Muestra la configuración del campo conceptual en relación a la orientación espacial

Fuente: Elaboración propia.



4.3. Diseño de la intervención pedagógica

Para el diseño de la intervención pedagógica se tomaron elementos del Aula Taller y de la Modalidad de Taller los cuales ya fueron descritos en el capítulo anterior. El taller fue el elemento central en las intervenciones en el aula, pues cumplía una doble funcionalidad; la de recolección de información y la de servir como material didáctico en las clases. En total se realizaron 10 sesiones partir de la configuración de campo conceptual donde se plantean las



clases de situaciones, situaciones y relación entre conceptos que distribuyeron como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Sesiones realizadas

Sesión - Taller	Tema abordado	Nombre del taller
1	Concepciones previas Astronomía de posición	¿Qué sabes del universo?
2		Los movimientos del universo
3		Ubica tu universo
4	Astronomía de posición	Traza tu mundo
5		Ubica las coordenadas
6	Concepciones previas Mecánica celeste	Descifra tu universo
7		Geocentrismo: Una mirada diferente del universo
8	Mecánica celeste	Heliocentrismo: La revolución
9		Heliocentrismo: La revolución
10	Mecánica celeste: Simulación con el software Stellarium	Simulación: Movimientos aparentes de los cuerpos celestes

Esquema general de la totalidad de las intervenciones realizadas

Fuente: Elaboración propia.

Todas las situaciones planteadas a los estudiantes se encuentran en los talleres (Ver anexo¹). En la sesión 1 se realizó un taller de concepciones previas con la finalidad de saber que tanta apropiación tenían los estudiantes sobre la astronomía de posición. Aunque en este taller se

¹ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo. [Enlace](#)



incluyeron algunas preguntas sobre mecánica celeste, no es allí donde se profundizan estas concepciones alternativas. En la sesión 2, 3, 4 y 5 se abarcan todo lo referente a los sistemas de coordenadas y la ubicación de objetos tanto en el espacio como en la Tierra. Estos talleres hacen parte de lo que en la tabla 4 se describen como astronomía de posición.

Las concepciones previas cumplieron dos propósitos en la investigación, en primera instancia la de saber que tanta apropiación tenían los estudiantes sobre el tema trabajado y en segunda instancia la de posibilitar la elaboración de nuevo material didáctico y nuevas situaciones para la comprensión de la misma. Si bien este es un motivo por el cual se decidió considerar las concepciones previas en dos momentos diferentes, la principal razón radica en la pretensión de poder percibir rasgos de movilización conceptual. Por tanto, la sesión 6 fue destinada a un segundo taller de concepciones previas, esta vez sobre mecánica celeste.

Las sesiones 7, 8, 9 y 10 estuvieron orientadas hacia los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, la historia de la astronomía y las simulaciones como alternativa a la observación nocturna del cielo. Sin embargo, cabe resaltar que si bien la utilización del software Stellarium es una gran herramienta para la enseñanza de la astronomía de posición y la mecánica celeste, no es la única forma mediante la cual se hicieron observaciones, puesto que en la mayoría de las sesiones se plantearon actividades que permitieran mirar el cielo, ya fuese indirectamente para ubicar al sol mediante las sombras o directamente para ubicar la luna.



5. Diseño Metodológico

5.1. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación está enmarcado en un enfoque cualitativo, el cual se centra en comprender los fenómenos desde el punto de vista de los participantes teniendo en cuenta el contexto en el cual están inmersos; explora, indaga y examina la forma en la que los individuos perciben y se relacionan con los fenómenos de su entorno. El enfoque cualitativo difiere del cuantitativo en varios aspectos, por ejemplo, no hay una ruta definitiva y sus planteamientos no son tan específicos como sí lo es el enfoque cuantitativo (Baptista, Fernández & Hernández, 2008). No obstante, se puede decir que el proceso de investigación comprende algunas fases las cuales orientan el proceso, sin embargo, dichas fases no se plantean de manera predeterminada sino de forma flexible, de acuerdo al trabajo de campo y su secuencia puede variar en cada investigación.

Las fases del proceso de investigación se pueden resumir en: Idea, Planteamiento del problema, Inmersión inicial en el campo, Concepción de diseño del estudio, Definición de la muestra inicial del estudio y el acceso a ésta; Recolección de los datos, Análisis de los datos, interpretación de resultados y, finalmente, Elaboración del reporte de resultados. En cada una de estas fases se debe realizar revisión de literatura para construir el marco de referencia y, como se mencionó, regresar a las fases o etapas previas hasta resolver el problema. Esta forma de proceder de la investigación cualitativa está dotada de unas características que permiten al investigador describir, explicar, evaluar y analizar el problema central de interés. Se utiliza el enfoque cualitativo cuando la investigación pretende percibir cómo se relacionan ciertos



individuos con el fenómeno de estudio.

Las investigaciones cualitativas pueden ser:

Descriptiva: la cual describe los hechos o el fenómeno central tal cual son observados.

Explicativa: busca explicar el porqué de los hechos o fenómenos.

Evaluativa: busca evaluar procesos en una propuesta.

Analítica: busca saber cuáles son los elementos que componen el fenómeno a estudiar.

Este trabajo de investigación tiene como objetivos explorar conocimientos previos, describir dificultades e identificar las interpretaciones de los estudiantes, además, pretende responder a la pregunta ¿Cómo interpretan los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Normal Superior de Medellín los movimientos aparentes de los cuerpos celestes observados desde la tierra ante situaciones presentadas en la modalidad de taller aprendizaje participativo? Por lo tanto, se ha seleccionado el enfoque cualitativo como enfoque de investigación.

5.2. Tipo de estudio

En esta investigación se elige el estudio de caso como ruta metodológica para tener una sinergia con los objetivos y tener una mayor coherencia, en ese sentido se emplea la perspectiva de Stake (2004), en donde el estudio de caso no se hace por el interés de estudiar características de grupos o sets, sino que el caso se aborda como base para la comprensión de un tema objeto de estudio en este caso sobre las interpretaciones de los estudiantes sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes. Los casos tratados en esta investigación son seis que ayudan a lograr una comprensión del campo conceptual sobre los movimientos aparentes de los cuerpos



celestes observados desde la tierra.

5.3. Contexto escolar

La escuela Normal Superior de Medellín está ubicada en la zona centro oriental del Valle de Aburrá, de la comuna 8, Villa Hermosa. Cuenta con un ambiente semicampestre, un espacio amplio. Sus actividades académicas se desarrollan en una jornada única. La institución cuenta con los grados primaria, secundaria, media técnica especializada en la formación de maestros, cuenta con una totalidad de 1750 estudiantes provenientes de los barrios aledaños a esta como Villa Hermosa, Enciso, Boston, Manrique Oriental y lo Ángeles, de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. La planta física está conformada por 3 edificios, en los cuales se distribuye la básica primaria, básica secundaria y media técnica especializada en la formación de maestros. Su estructura está contemplada como patrimonio histórico de la ciudad de Medellín.

5.4. Sujetos participantes

Los participantes del presente estudio son estudiantes del grado sexto, del grupo A. Tienen aproximadamente entre 10 y 13 años. En el momento de la aplicación de la estrategia didáctica se encontraban cursando el segundo periodo escolar. La intervención se hizo en el espacio correspondiente a la clase de Ciencias Naturales, cada sesión contaba con alrededor de dos horas en intervalos de 8 días.

Para la obtención de la información y su posterior análisis, se contó con la participación de seis estudiantes, los cuales debían cumplir con los criterios que se describen a continuación:

Asistencia: quienes hayan estado en la mayoría de encuentros de la intervención didáctica.

Disposición e interés: quienes hayan mostrado disposición e interés en ser parte del



trabajo de investigación.

Consentimiento informado: quienes hayan entregado el documento donde consta que los padres, o adulto responsable, de los estudiantes autorizan a los investigadores hacer uso del material recolectado en la invención didáctica.

5.5. Técnicas e instrumentos

La recolección de los datos es un paso primordial y fundamental en la investigación para un posterior análisis, para ello se hace necesario establecer técnicas e instrumentos, entendido estos como herramientas de apoyo para el investigador. Baptista, Fernández & Hernández (2008) afirman: “En una investigación cualitativa el investigador es el mismo medio, por el cual con la utilización de instrumentos y técnicas recoge la información que se considere pertinente” (p 583).

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para recoger de la información en esta investigación son:

5.5.1. La observación.

Es una de las principales técnicas que debe emplear el investigador porque esta permite leer el contexto en el que se desarrolla el trabajo y el entorno en el cual se desenvuelven las personas que se desean investigar, permitiendo así que el investigador conozca su lenguaje y los símbolos con los cuales se comunican para una mejor comprensión e interpretación en el momento del análisis de la información. Ahora bien, existen diversos formatos de observación o papeles del observador, uno de ellos y en el que se apoya este trabajo de investigación es la observación activa o participación activa, en la que el investigador participa en la mayoría de las



actividades, sin mezclarse completamente con los participantes, el cual sigue siendo un observador.

5.5.2. Talleres.

Es importante resaltar esta técnica, ya que, aparte de su utilización para la recolección de la información, se empleó como estrategia para la realización de la clase y el abordaje de esta. En el taller se describe paso a paso lo que los estudiantes deben realizar en cada sesión de clase y en estos se encuentra el principal instrumento que se utilizó para el registro de los datos que es el cuestionario en el cual hay preguntas abiertas y *situaciones* (Vergnaud, 1990) a las cuales los estudiantes son enfrentados. Ahora bien, estos cuestionarios nos permiten recolectar la información sea de manera escrita o a través de dibujos que los estudiantes emplean para la solución de las preguntas y las situaciones.

5.5.3. Grupos focales.

Esta metodología consiste en hacer entrevistas a pequeños grupos de estudio de 3 a 10 integrantes que han sido escogidos previamente bajo unos criterios de selección, estas entrevistas se deben hacer en forma de diálogo con los estudiantes sobre la temática con la cual se trabaja en la investigación, aquí el papel del investigador es de un mediador el cual debe dirigir las entrevistas y discusiones en las diversas secciones que se realicen para la toma de la información. Esta técnica se implementó con los 6 estudiantes que conformaban el estudio de caso para recolectar información referente a sus concepciones iniciales y posteriormente se volvió a aplicar identificar los aportes que realizó la estrategia didáctica modalidad de taller aprendizaje participativo a los estudiantes.

5.5.4. Artefactos y materiales audiovisuales.



Estas técnicas hacen referencia a la recolección del material que la población a investigar (estudiantes) realicen durante el trabajo, la obtención de información será mediante la elaboración que hagan los participantes de artefactos individuales y grupales en la creación de maquetas y modelos de los movimientos aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la tierra, como también la creación de materiales audiovisuales individuales y grupales como los dibujos.

5.6. Estrategia para el análisis de información

Esta investigación está enfocada en comprender las interpretaciones que construyen los estudiantes sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes. Para lograr esta comprensión el procesamiento de la información se utiliza técnicas de análisis de contenido cualitativo. Inicialmente se seleccionará la información para permitir distinguir que tiene más relevancia de aquello que es desechable teniendo en cuenta los dos criterios que presenta Cisterna (2005).

El primer criterio guía para esta acción es el de la pertinencia, que se expresa con la acción de solo tomar en cuenta aquello que efectivamente se relaciona con la temática de la investigación cualitativa. A continuación, hay que proceder a encontrar las respuestas pertinentes, aquellos elementos que cumplan con el segundo criterio, que es el de la relevancia, lo que se devala ya sea por su recurrencia o por su asertividad en relación con el tema que se pregunta. (p. 68).

Partiendo de estos dos criterios se logra enfocar la información, teniendo una mayor claridad y realizando un filtro que permite dirigirse a los objetivos de investigación. Posteriormente de realizar el primer filtro utiliza la técnica de análisis de información



codificación abierta y axial que propone (Schettini y Cortazzo, 2015). La codificación abierta consiste en fracturar los datos y extraer los pensamientos, ideas y significados, realizando una microscopia y no una aproximación, para cada una de las categorías de análisis que se establecen, y la codificación axial consisten en establecer relaciones jerárquicas con las subcategorías-propiedades y dimensiones en torno a la categoría tomada como eje, obteniendo un esquema que facilita la comprensión de los fenómenos y proporciona un camino para la configurar la categoría central.

Basados en las anteriores estrategias para el análisis de la información se plantearon las siguientes categorías y subcategorías de análisis. En la primera categoría se analizó la información, rastreando las interpretaciones iniciales de los estudiantes sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, tanto, en el modelo geocéntrico como heliocéntrico, posteriormente se continuó con la identificación de las posibles movilizaciones que presentaron los estudiantes en interpretaciones iniciales después de la implementación de la estrategia didáctica modalidad de taller aprendizaje participativo, frente a temas como los movimientos de la tierra y de otros cuerpos celestes, y finalmente se dieron a conocer algunas dificultades de los estudiantes a conceptos como la identificación de cuerpos celestes, la orientación espacial, la ubicación de un cuerpo o puntos en el espacio y los movimientos de los cuerpos celestes. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las categorías y sus respectivas subcategorías.

Tabla 5. Categorías y subcategorías de análisis

Categorías de análisis	Subcategorías
------------------------	---------------



Interpretaciones geocéntricas

Movimientos aparentes

Interpretaciones heliocéntricas

Posibles movilizaciones en las interpretaciones de los movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes

Movimientos de la tierra

Movimientos de otros cuerpos celestes

Identificación de cuerpos celestes

Orientación espacial

Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste

Ubicación de cuerpos o puntos en el espacio

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Movimientos de los cuerpos celestes

1 8 0 3

Muestra todas las categorías y subcategorías de análisis planteadas para el análisis de la información

Fuente: Elaboración propia.



5.7 Proceso de triangulación para el análisis de la información

El análisis de esta investigación se realiza teniendo en cuenta las concepciones previas, las posibles movilizaciones y las dificultades que presentaron los estudiantes. De esta manera, en el primer momento se interpreta la información sobre los conocimientos previos de las estudiantes que se analizaron con dos instrumentos: el taller 1 ¿Qué sabes del universo? y el grupo focal, en la segunda, se analizó con la estrategia didáctica modalidad de taller aprendizaje participativo, además de otro grupo focal y finalmente para el tercer momento se utilizaron los artefactos y todos los talleres.

El análisis de la información consiste en la lectura minuciosa y cuidadosa de toda la información recolectada en los instrumentos utilizados y en las producciones de las estudiantes resultantes de la estrategia didáctica modalidad de taller aprendizaje participativo. Para esto, se realizó la transcripción de todas las actividades, los grupos focales, los talleres y artefactos y con ello se procedió con la clasificación de la información. Posteriormente, se establecen tres categorías apriorísticas de análisis: Movimientos aparentes, las Posibles movilizaciones en las interpretaciones de los movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes y las Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste.

Para facilitar el análisis de la información, el proceso de triangulación busca dar credibilidad a la investigación al usar varias estrategias diferentes para el estudio del caso particular, ofreciendo la alternativa de ver la información de la estudiante desde diferentes ángulos, “Respecto a la problemática de la evaluación de la validez interna o grado en que son válidos los resultados del contexto de la calidad metodológica del estudio, se ha utilizado la triangulación como una alternativa para aumentar la fortaleza y calidad de un estudio cualitativo” (Okuda, & Gómez,



2005, p. 119). Para reforzar esta herramienta se crean unas matrices por categorías, que recogen la información de cada uno de los casos y permite realizar otra lectura diferente que enriquece aún más el análisis. Después de tener toda la información debidamente clasificada en las categorías, se procede a identificar las interpretaciones de los estudiantes, ya que en esta parte del análisis se ha aumentado el panorama y la apreciación de cada caso estudiado.

5.8 Consentimiento ético para el manejo de la información

El consentimiento ético se realizó con el fin de informar a los padres de familia sobre la participación de los estudiantes y el proceso de investigación, donde cada uno de los padres de los participantes autorizaron la utilización de los datos recabados, imágenes y/o testimonios aportados por el menor que represento para la realización de informes y contenidos audiovisuales, sin que de ello deriven obligaciones o contraprestaciones de cualquier índole, y del mismo modo los manifestamos nuestro compromiso ético de hacer uso adecuado y discreto de la información recolectada, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión (ver anexo 8).



6. Análisis e Interpretación de Resultados

En este capítulo se halla la información sobre el análisis de las interpretaciones de los resultados que se obtuvieron durante la investigación, mediante las técnicas e instrumentos empleados para dicho fin. La información analizada está dispuesta en tablas para facilitar una adecuada comprensión de los análisis.

6.1. Explicaciones iniciales de los estudiantes sobre los movimientos aparentes

Para identificar las interpretaciones que los estudiantes tenían sobre los movimientos de los cuerpos celestes al iniciar el proceso de intervención didáctica con base en los talleres de aprendizaje participativo, se hizo lectura de los datos que se obtuvieron del trabajo de investigación con el fin de identificar las explicaciones que plantearon los estudiantes y se clasificaron en dos subcategorías para organizar dicha información y posibilitar su análisis. En la siguiente tabla se hace una descripción de las subcategorías de análisis:

Tabla 6. Categoría y subcategoría de análisis

Objetivo: Identificar qué tipo de explicaciones plantean los estudiantes sobre los movimientos de los cuerpos celestes al iniciar los talleres de aprendizaje participativo.

Categoría: Movimientos aparentes

Subcategoría	Descripción
Interpretaciones	Hace referencia al modelo que utiliza el estudiante para explicar



geocéntricas	los movimientos celestes tomando como referencia la tierra como centro del sistema solar.
Interpretaciones heliocéntricas	Hace referencia al modelo que utiliza el estudiante para explicar los movimientos celestes tomando como referencia el sol como centro del sistema solar.

Clasificación de las interpretaciones en las respuestas de los estudiantes a las preguntas realizadas en los talleres

Fuente: Elaboración propia.

En coherencia con el primer objetivo y a partir de la tabla anterior, donde la primera subcategoría corresponde a las *interpretaciones geocéntricas*, se seleccionan y analizan respuestas de los participantes que se pueden ubicar en un modelo geocéntrico.

6.1.1. Explicaciones geocéntricas.

Al transcurrir del tiempo se han realizado diversas descripciones del funcionamiento del universo y nuestra posición en él. Teorías como la de Aristóteles (1996), Ptolomeo (2010) y más tarde Copérnico (1617), Galileo (1993), Kepler (1619) y Newton (1760) lograron poco a poco configurar un modelo capaz de explicar el funcionamiento del sistema solar. También hubo otros modelos que intentaron explicar los mismos, pero que fueron perdiendo validez con el paso del tiempo. En efecto nuestra visión del universo ha cambiado desde entonces. Con Aristóteles y Ptolomeo, por ejemplo, se creía que la tierra era el centro del universo y que todos lo demás cuerpos celestes giraban en torno a ella. A partir de las observaciones que realizaron a simple vista lograron explicar durante mucho tiempo los fenómenos astronómicos que sucedían.



Los estudiantes participantes en esta investigación parecen compartir esta visión de universo. En el Taller 1 ¿Qué sabes del universo? (ver anexo²) se realizaron preguntas que nos permitieron entender cómo conciben ellos los movimientos celestes. De las respuestas de los estudiantes 1, 2 y 4 -que denominaremos E1, E2 y E4 respectivamente. se infiere que persiste una visión geocéntrica, es decir, un sistema donde la tierra es el centro, ya que no consideran la traslación como un movimiento de la Tierra. Ver tabla 7. Esto implica que la Tierra no realiza ningún desplazamiento y, además, como es el caso E2, está completamente inmóvil, pues tampoco identifica la rotación. No obstante, cabe la posibilidad que la representación gráfica presentada en el taller no haya sido suficientemente comprensible para ellos.

² Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.



Tabla 7. Respuestas que ubican a los estudiantes en el geocentrismo

Taller 1. Pregunta 5. Escribe en el recuadro debajo de cada imagen el movimiento correspondiente que realiza el planeta tierra

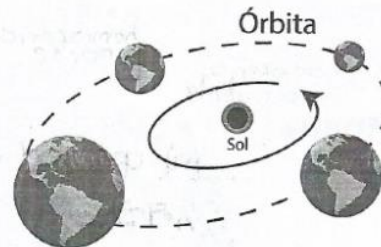
Estudiante

Respuesta

E1

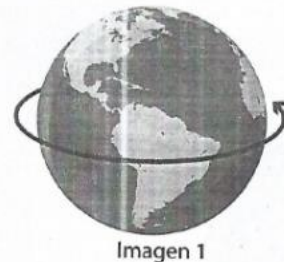


Rotacion

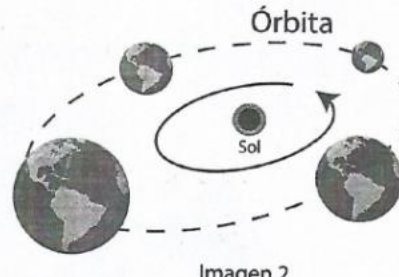


No se

E2

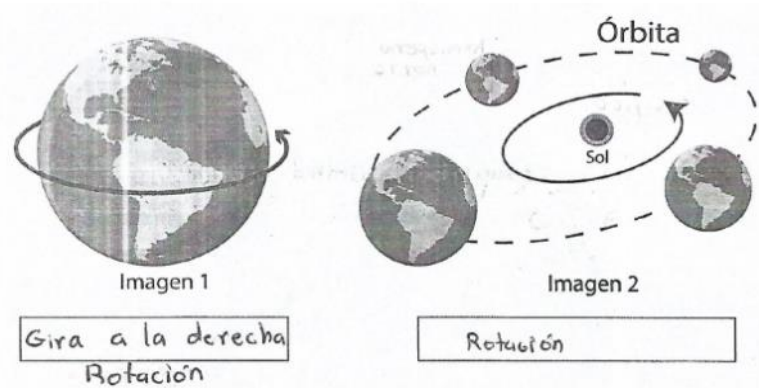


Circular



no se

E4



Muestra las respuestas de los casos E1, E2 y E4 a la pregunta 5 del taller 1

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Explicaciones heliocéntricas.

Luego de que la teoría geocéntrica de Ptolomeo perdurara por catorce siglos fue la teoría heliocéntrica propuesta por Nicolás Copérnico (1617) la que sería utilizada para dar respuesta de manera acertada a los movimientos celestes. Copérnico creó un modelo matemático que predecía completamente los movimientos de los cuerpos celestes gracias a las observaciones realizadas por Galileo Galilei (1993), además postuló en su teoría que los planetas giraban alrededor del sol, lo cual desplazó el pensamiento de que la tierra era el centro del universo, poniendo el sol en este.

En este trabajo de investigación se interpreta que los estudiantes se ubican en el modelo heliocéntrico como en el caso de E3, E5 y E6 ya que las respuestas dadas por estos a la pregunta 5 del taller 1 ¿qué sabes del universo? Las cuales se muestran en la siguiente tabla.

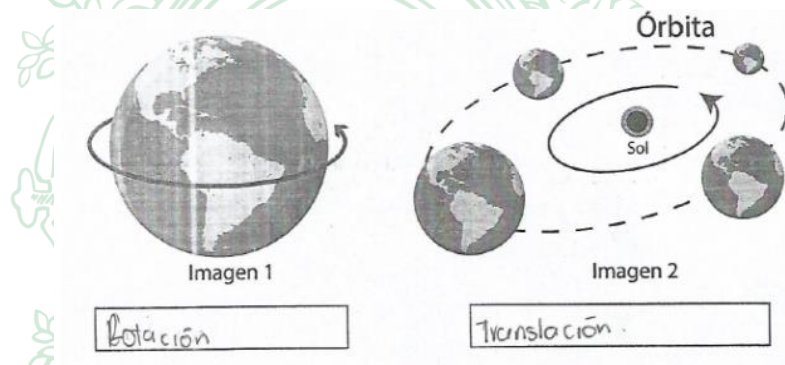


Tabla 8. Respuestas que ubican a los estudiantes en el heliocentrismo

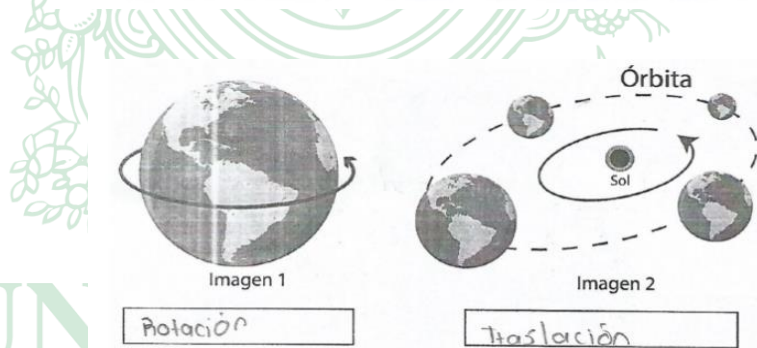
Taller 1. Pregunta 5. Escribe en el recuadro debajo de cada imagen el movimiento correspondiente que realiza el planeta tierra

Estudiante Respuesta

E3

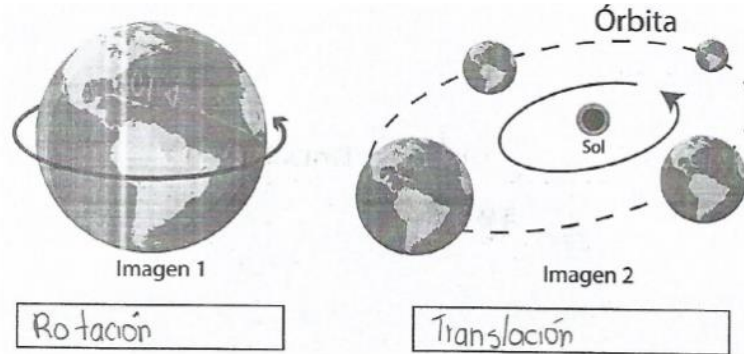


E5





E6



Muestra las respuestas de los casos E3, E5 y E6 a la pregunta 5 del taller 1

Fuente: Elaboración propia.

Estos estudiantes reconocen que la tierra tiene movimientos de rotación y traslación, lo cual ubica el sol como centro del sistema solar, ya que identifican que la tierra a parte de tener un movimiento de rotación sobre su propio eje, también responden que realiza un movimiento de traslación debido a que éste se da en una órbita alrededor de otro cuerpo celeste, en este caso el sol.

Luego en el taller 2, los movimientos de tu universo. Se les pide a los estudiantes recrear una historia con los nombres de algunos cuerpos celestes al azar para que ellos describan cómo creían que se movían, ver las respuestas en la tabla 8. Los casos E3, E5 y E6 siguen teniendo una postura heliocéntrica del universo, ya que en sus historias se sitúa el sol como centro del sistema solar y los demás planetas giran a su alrededor.



Tabla 9. Historias creadas por los estudiantes sobre los movimientos

Taller 2: Actividad/pregunta	Estudiante	Respuesta
<p>Una vez formado el equipo, los integrantes deberán crear una historia para luego asumir un rol, ser un cuerpo celeste u otro objeto creado por el hombre. La historia deberá contener la explicación de cómo y por qué se mueven los objetos asignados a continuación:</p> <p>Para E3 y E6. El sol, Mercurio y sonda espacial Para E5. El sol, La Tierra y la estación espacial</p>	E3	Había una vez un sol muy grande y quería que sus rayos solares llegaran a todos los planetas en especial a mercurio. Llega una sonda espacial y quiere estudiar los satélites y cometas que tiene mercurio, llega una observadora y quiere saber cómo son los movimientos del sol y mercurio pero no lo logra. Intentaron muchas maneras hasta que por fin lo lograría y se da cuenta que mercurio es el planeta más cercano al sol.
	E5	En antiguos tiempos cuando solo empezaba la vida la tierra se movió o tenía dos movimientos rotación y traslación la rotación es girar sobre su propio eje y se demora 23 horas 53 minutos y el otro movimiento consistía en girar alrededor del sol y se demora 365 días terrestres. El sol que es el centro del sistema solar y es el que da calor y energía a los planetas y es el único que no se mueve. Y por último está el satélite que es una construcción artificial que es el que le da información a la tierra de lo que ocurre en el exterior y gira alrededor.
	E6	Había una vez un sol muy grande y quería que sus rayos solares llegaran a todos los planetas en especial a mercurio. Llega una sonda espacial y quiere estudiar los satélites y cometas. Que tiene mercurio, llega una observadora y quiere saber cómo son los movimientos del sol y mercurio pero no lo logra. Intentaron muchas maneras hasta que por fin lo lograría y se da cuenta que mercurio es el planeta más cercano al sol.

Muestra las historias creadas por los estudiantes sobre el movimiento de algunos cuerpos celestes realizadas en el



taller 2 en el caso E3 y E6 es la misma historia debido a que la actividad se realizó en equipos y estos pertenecían al mismo.

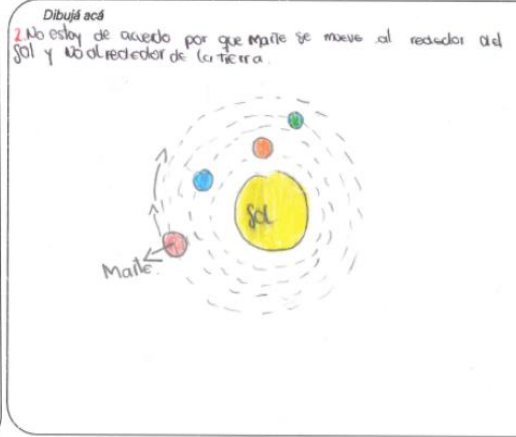
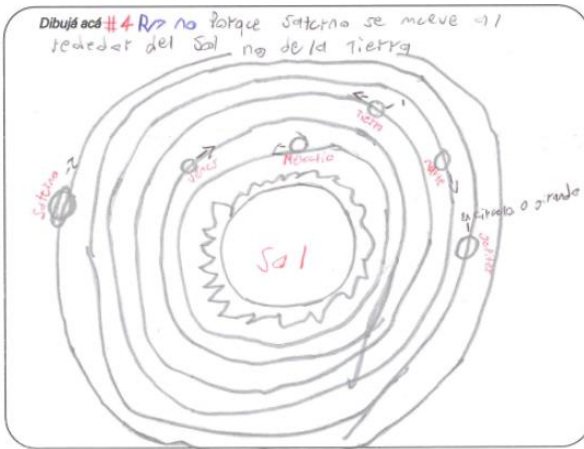
Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo en la misma línea del heliocentrismo, en el taller 6 se realizaron diferentes modalidades de preguntas para ahondar más sobre las concepciones iniciales que tenían los estudiantes, de acuerdo con sus respuestas se interpreta que estos en su mayoría ubican el sol en el centro con los demás planetas girando a su alrededor como se ve en la tabla 10 en las representaciones gráficas que realizaron. En el caso de E2, E3, E5 y E6 en sus respuestas ubican el sol en el centro y los planetas girando a su alrededor en diferentes órbitas, situando unos planetas más cerca y otros más lejos, esto concuerda con la teoría heliocéntrica propuesta por Copérnico (1617).

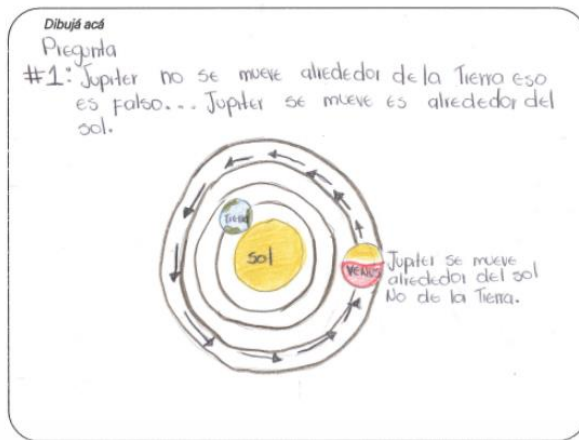
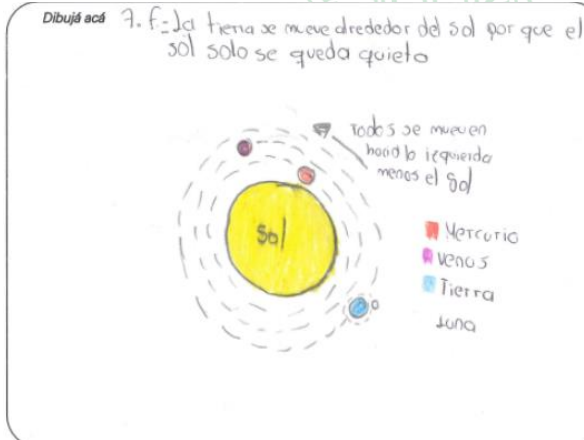
Tabla 10. Respuestas de la actividad 1 del taller 6

Taller 6: Actividad. Arma el rompecabezas para poder resolver uno de los puntos. Escoge un punto del 1 al 9 y resuélvelo en el cuadro de abajo. No se puede repetir puntos entre los integrantes del grupo. Cuando termines esta parte responde la pregunta 10.

Respuesta: E2 y E3 izquierda y derecha respectivamente



Respuesta: E5 y E6 izquierda y derecha respectivamente



Muestra las respuestas de los estudiantes a la actividad 1 propuesta en el taller 6

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en el caso de E1 concuerda con el heliocentrismo en cuanto el sol es el centro y los planetas giran a su alrededor, pero difiere en que no ubica a los planetas en diferentes órbitas sino en una sola. Ver figura 11.



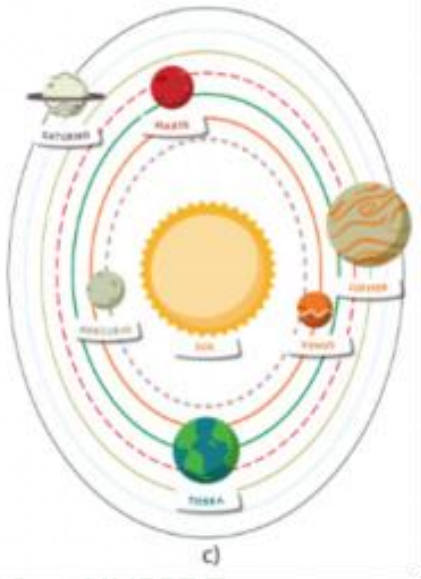
Figura 11. Dibujo realizado por E1 en la actividad 1 del taller 6



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 10 los estudiantes responden acertadamente al modelo del sistema solar que más se acerca al propuesto por Copérnico (1617).

Tabla 11. Respuestas de la pregunta 10 del taller 6

Pregunta	Estudiante	Respuesta
<p>En los siguientes modelos que representan los movimientos de algunos cuerpos celestes en el sistema solar, escoge el que consideres correcto y explica en el cuadro de abajo por qué lo consideras correcto.</p>	<p>E1 E2 E3 E4 E5 E6</p>	<p>Todos los estudiantes seleccionaron la respuesta © que corresponde a la que se encuentra en el recuadro de abajo</p> 

Muestra las respuestas de los estudiantes a la pregunta 10 propuesta en el taller 6

Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas de los estudiantes, ya sea de manera gráfica o escrita, expresan ideas que en ocasiones se alejan o se acercan a lo que explican los textos o lo que les han enseñado sus maestros; una de las razones puede ser que se les dificulta llevar sus explicaciones al papel, o por la poca relevancia que se da a la inclusión de mayor contenido sobre temáticas de astronomía en la escuela, y su poca profundización.



6.2. Movilizaciones en las interpretaciones de los estudiantes sobre los movimientos aparentes

Continuaremos con la identificación de las posibles movilizaciones de los estudiantes sobre las interpretaciones de los a movimiento aparentes de algunos cuerpos celestes a partir de las concepciones previas que presentaban en el taller 1 ¿qué sabes del universo? Los resultados se analizaron desde dos subcategorías que son fundamentales para comprender las posibles movilizaciones. En la siguiente tabla se hace una descripción de las subcategorías de análisis.

Tabla 12. Categoría y subcategoría de análisis

Objetivo: Reconocer rasgos de movilización en las interpretaciones que realizan los estudiantes sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes durante la implementación de los talleres.	
Categoría: Posibles movilizaciones en las interpretaciones de los movimientos aparentes de algunos cuerpos celestes	
Subcategorías	Descripción
Movimientos de la tierra	Se refiere a las posibles movilizaciones que presentaron los participantes frente la identificación y explicación de los movimientos de la tierra en este caso rotación y traslación.
Movimientos de otros cuerpos celestes	Se refiere a las posibles movilizaciones que presentan los participantes frente la identificación de algunos movimientos como traslación y movimiento aparentes como el movimiento retrógrado de venus.

Muestra la categoría de análisis del objetivo y la descripción de las subcategorías.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.1. Movimientos de la tierra.

En este apartado se analizó toda la información de los participantes que dirigen posibles

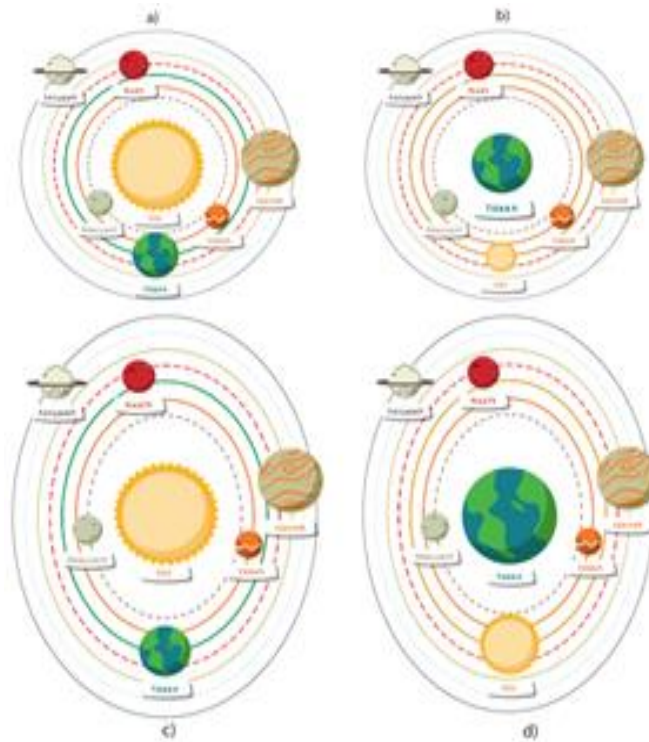


movilizaciones frente los movimientos de la tierra como traslación.

Inicialmente los participantes E1, E2 y E4 en sus concepciones iniciales mencionadas en el objetivo anterior mostraban una confusión en la identificación de los movimientos de la tierra, es decir, rotación y traslación, ubicándolos en una visión geocéntrica. E1 y E4 reconocen la rotación como un movimiento de la tierra, sin embargo, desconocen el movimiento de traslación, por otra parte, E2 es el único participante que desconoce los movimientos de la tierra. El no tiene reconocimiento de estos movimientos, más precisamente el movimiento de traslación puede generar confusión, siendo el que nos permite concebir un modelo heliocéntrico. Puesto que de otra forma, la tierra estaría inmóvil en el sistema solar y nos ubicaría en un modelo geocéntrico.

Un principal factor de esta confusión es que los estudiantes no pueden percibir fácilmente los movimientos de la tierra y en algunos procesos de aprendizaje se muestran de manera plana (2D), y pocas veces son llevados a la práctica. Teniendo como consecuencia que los participantes en la actividad el 2 del taller 6 “Descifra tu universo” (Ver figura 12) donde deben seleccionar la representación de nuestro sistema solar, escogen la respuesta C que representa un modelo heliocéntrico, demostrando que los participantes reconocen la representación del modelo, pero no comprenden los conceptos básicos que constituyen este modelo, como lo es la traslación.

Figura 12. Diferentes representaciones del sistema solar



Fuente: Elaboración propia.

Una intencionalidad de la modalidad de taller es que los participantes puedan poner en práctica a través de situaciones, simulaciones y representaciones los conceptos de movimientos de los cuerpos celestes y poder acercarse a una mayor comprensión de la teoría, por el ejemplo en la actividad 1 del taller 8 “Heliocentrismo: la revolución” (Ver anexo ³) se expone una representación del modelo heliocéntrico estático que se pone en movimiento a través de un ejercicio de simulación, permitiendo que los estudiantes pueden simular los movimientos de la tierra y los planetas y puedan comprender los conceptos de rotación y traslación. Eventualmente en las respuestas del taller 9 se pudo evidenciar claramente una posible movilización sobre las concepciones iniciales que presentaban los participantes sobre los movimientos de la tierra. E1 al

³ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.



decir “*Está más cerca al sol se movía más rápido*” (Ver anexo 1), reconoce que hay un movimiento de traslación de la tierra, E2 menciona que “*la tierra está más cercana al sol se mueve más rápido*” (Ver anexo 2) reconoce que hay un desplazamiento, es decir, una traslación, logrando esta movilización mediante la implementación de las actividades propuestas en los talleres que partían de situaciones simples a complejas ubicando a los estudiantes en su espacio local y posteriormente en un plano exterior a la tierra. Obteniendo una mayor comprensión por parte de los estudiantes del funcionamiento del sistema solar. E4 al igual que E2 y E1 tiene una movilización acercándose al concepto de traslación.

En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de E1, E2 y E4



Tabla 13. Respuesta de estudiantes E1, E2 y E3

Estudiante	Respuestas
E1	<i>“Está más cerca al sol se movía más rápido”</i>
E2	<i>“Lo que vimos en este movimiento fue que como la tierra está más cerca al sol se mueve más rápido”</i>
E3	<i>“Y el planetaria más cercano al sol se mueve más rápido”</i>

Muestra las respuestas de los estudiantes E1, E2 y E4 de la actividad 1 del taller 9

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Movimientos de otros cuerpos celestes.

Seleccionando la información más relevante que haga referencia a las posibles movilizaciones de los estudiantes frente a los movimientos de otros cuerpos celeste como el sol y algunos planetas, se lograron los siguientes análisis.

Durante la aplicación de la modalidad de taller los participantes E1, E3, E4, E5 y E6 mencionan en sus respuestas el desconocimiento de que el sol presentara algún movimiento, un ejemplo de respuesta es la del participante E6 que menciona *“yo creía era que el sol solo se quedaba quieto”* (Ver anexo 7) conllevando esta afirmación a considerar el sol estático. Esta concepción se tiene a partir del modelo heliocéntrico enseñado, donde se reemplaza la tierra ubicada en el centro por el sol, pero se sigue considerando que el cuerpo celeste ubicado en el centro se encuentra inmóvil, conllevando esto a mezclar conceptos del modelo geocéntrico con el modelo heliocéntrico.



Durante la implementación de la estrategia didáctica (Ver anexo⁴) que contenía los talleres y situaciones que forman parte del campo conceptual enseñable (tablas 2 y 3) se logra tener posibles movilizaciones de los conceptos que presentaban los participantes sobre la inmovilidad del sol, como lo refleja el participante E3 cuando se le pregunta en la actividad 2 del taller 8 “Heliocentrismo: La revolución (Ver anexo⁵) sobre algún concepto que haya aprendido o clarificado durante las sesiones y menciona “el sol tiene unas manchas negras y hace movimientos, yo pensaba que el sol era de un único color” mostrando una posible movilización del concepto del sol estático, logrando esto a partir de la parte histórica que se trabajó en los talleres “Traza tu mundo”, “Ubica las coordenadas”, “Geocentrismo: una mirada diferente del universo” y “Heliocentrismo: La revolución” (Ver anexo⁶), como las observaciones realizadas por Galileo Galilei (1993) del sol, logrando que los participantes tenga una mayor claridad en la comprensión de conceptos que construyeron con un margen de tiempo extraordinario.

Tabla 14. Respuestas de estudiantes E1, E3, E4, E5 y E5

Estudiante	Respuesta
E1	<i>“Lo nuevo que aprendí, es que el sol se mueve”</i>
E3	<i>“Que el sol tiene unas manchas negras y hace movimientos. yo pensaba que el sol era de un único color y no se movía.”</i>
E4	<i>“Yo aprendí que el sol se mueve”</i>

⁴ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.

⁵ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.

⁶ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.



E5

“Algo que yo aprendí nuevo es que el sol se mueve y antes yo pensaba que este era totalmente quieto”

E6

“Que el sol se mueve”

Muestra las Respuestas completas de los participantes de la actividad 2 del taller 8

Fuente: Elaboración propia.



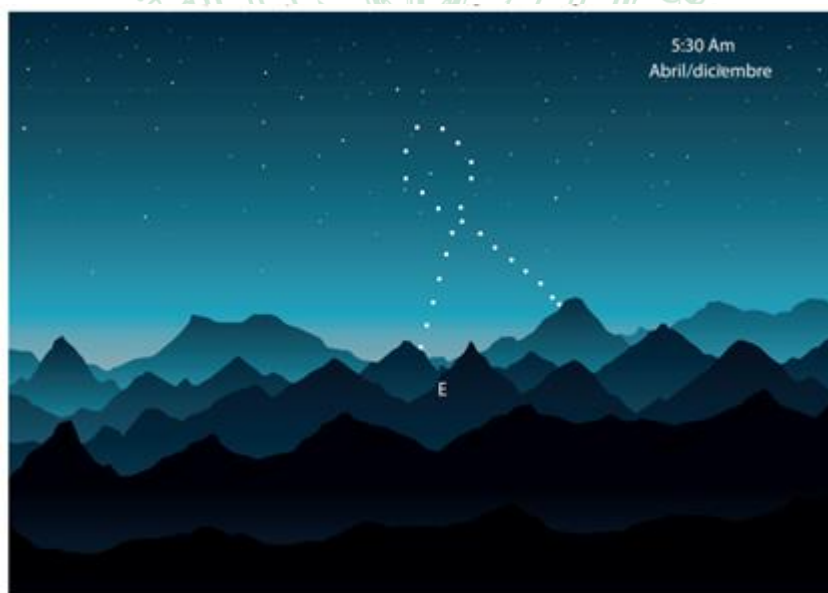
**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Otra posible movilización que se logró reconocer el desarrollo de campo conceptual es frente al movimiento aparente (retrógrado) de algunos planetas, donde inicialmente se les pregunta a los participantes sobre un movimiento aparente de venus en la actividad 4 del taller 6 “Descifra tu universo” (Ver figura 13), los participantes E1, E2, E3 presentan respuestas donde no logran desarrollar ninguna explicación para ese movimiento y otras confusas sobre la explicación de este fenómeno como son E4, E5 y E6 quienes atribuyen ese movimiento observado a factores como las diferentes fuerzas de gravedades de los planetas (Ver anexo 5).

Figura 2. Movimiento aparente de venus



Fuente: Elaboración propia.

1 8 0 3

Posteriormente en los últimos, Heliocentrismo: La revolución” y talleres 9 y 10 “Simulación: Movimientos aparentes de los cuerpos celestes”



(Ver anexo⁷) los estudiantes presentan repuestas con mucho más argumentos, donde logran demostrar un acercamiento al campo conceptual, describiendo parámetros esenciales del movimiento retrógrado de algunos planetas, con las respuestas de los estudiantes E1, E2 y E4 en la actividad 2 del taller 9 “Heliocentrismo: La revolución” (Ver anexo 1) donde se logra identificar que aluden a las diferentes velocidades de traslación de los planetas y distancias al sol, esto conlleva a que se observe el movimiento retrógrado.

Lo más representativo de esta actividad fue la conclusión a la que llegaron los participantes E5 y E6 que el movimiento retrógrado es un movimiento aparente, que solo es una percepción desde la tierra y que estando en el plano del espacio esteros no sucede.

Tabla 15. Respuesta de estudiantes E5 y E6

Estudiante	Respuesta
E5	“Lo que realmente está sucediendo es que los planetas no se devuelve esta trayectoria se ve así desde el punto de vista de la tierra.”
E6	“Te quiero contar que desde la tierra observamos ese movimiento que lo llamamos movimiento retrógrado, pero lo observamos así porque los planetas se mueven en diferentes tiempos.”

Respuestas de participantes E5 y E6 taller 9

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Este anexo se encuentra en el archivo que acompaña este trabajo.



6.3. Dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celestes

Pasaremos ahora a describir las dificultades que presentaron los estudiantes durante el desarrollo de los talleres, las cuales fueron agrupadas en varias subcategorías. Dichas subcategorías, descritas en la tabla 16, son la descomposición de una categoría que las engloba a todas y que denominamos: Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste. La astronomía de posición es la rama de la astronomía encargada de describir, por una parte, los movimientos de los cuerpos celestes y los fenómenos observacionales que allí se presentan; y por otra, de definir conceptos fundamentales de la astronomía. Por lo tanto, cada subcategoría será abordada de manera independiente con el fin de identificar algunas dificultades de los estudiantes en el aprendizaje.

Tabla 16. Categoría y subcategoría de análisis

Objetivo: Describir las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje, durante la implementación de situaciones desde la teoría de campos conceptuales de Vergnaud	
Categoría: Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste	
Subcategoría	Descripción
Identificación de cuerpos celestes	Se refiere a las dificultades en cuanto a lo que se entiende por cuerpo celeste y la distinción de cada uno de ellos. ej.: ¿clasifica estrellas, planetas, cometas, lunas y asteroides como cuerpos celestes?



Orientación espacial Se refiere a las dificultades en cuanto a la orientación espacial local (en superficie terrestre), es decir, al reconocimiento y la ubicación de puntos cardinales.

Ubicación de cuerpos o puntos en el espacio Se refiere a las dificultades en cuanto a la ubicación de cuerpos celestes en el espacio por medio de coordenadas celestes y geográficas.

Movimientos de los cuerpos celestes Se refiere a las dificultades presentadas al percibir los movimientos aparentes de los cuerpos celestes.

Muestra la categoría de análisis del objetivo y la descripción de las subcategorías.

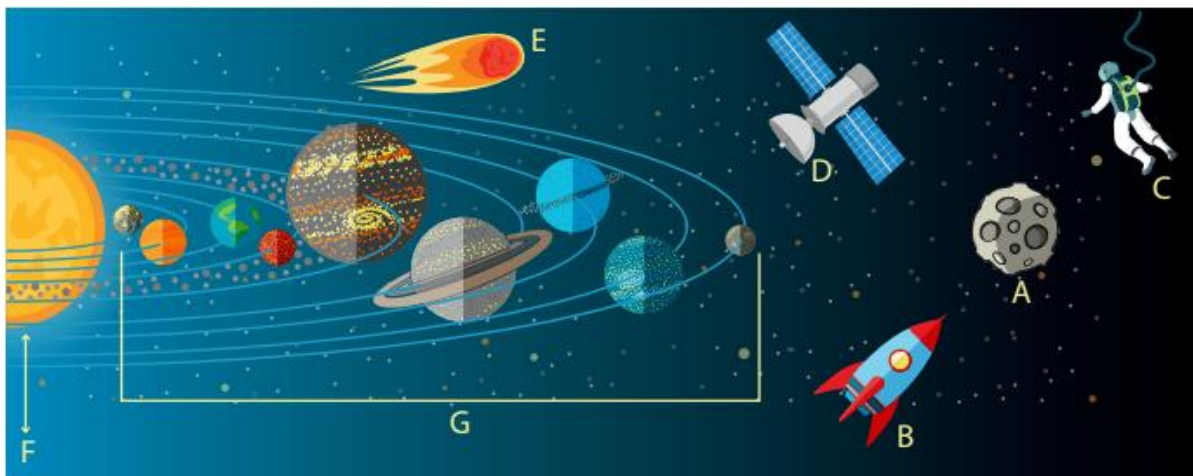
Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. Identificación de cuerpos celestes.

La identificación de cuerpos celestes es fundamental en la introducción de nociones básicas de la astronomía de posición y la mecánica celeste. Resulta crucial saber que cada uno de estos cuerpos celestes tiene diferentes movimientos que pueden ser percibidos desde la tierra de formas diferentes. Por lo tanto, algunas actividades en los talleres incluyeron preguntas orientadas a descubrir lo que designaban los estudiantes como cuerpo celeste.



Figura 14. Primera pregunta del taller 1: ¿Qué sabes del universo?



Fuente: Elaboración propia.

En este estudio los resultados son diversos en cuanto a la clasificación de cuerpos celestes, esto indica poca claridad respecto al tema. Al pedirles a los estudiantes que escribieran las letras que correspondían a un cuerpo celeste teniendo en cuenta la figura 14, solo una minoría identifica correctamente lo que es un cuerpo celeste.



Tabla 17. Respuestas de estudiantes E1, E2, E3, E4, E5 y E6

Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3
G-E-F-A	S, E, A	E, G, F, A
Estudiante 4	Estudiante 5	Estudiante 6
G C E	G-E-A	A, E, F

Muestra los resultados de la primera pregunta del taller 1 ¿Qué sabes del universo?

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 17, los estudiantes 1 y 3 identifican correctamente los cuerpos celestes en la imagen, en cambio, los demás estudiantes presentan falencias al clasificar los cuerpos celestes. Esta dificultad es común encontrarla hoy en día y puede relacionarse a los muchos descubrimientos en los últimos años de objetos en el espacio. Estos nuevos hallazgos han proporcionado el surgimiento de nuevas categorías de planetas, estrellas y objetos muy distantes, los cuales ya no son clasificados como cuerpos celestes sino como objetos astronómicos.



6.3.2. Orientación espacial.

La orientación espacial es otro factor clave en la comprensión de la astronomía de posición y la mecánica celeste dado que muchos de los seguimientos que se les hace a los cuerpos celestes necesitan de un sistema de coordenadas que permita su ubicación en el espacio. Esto hace que el uso de los puntos cardinales como sistema ubicación local, sean también consideradas en las dificultades que presentan los estudiantes.

Para determinar la orientación espacial de los participantes, se realizaron, en primera instancia, unas preguntas con relación a los puntos cardinales, luego en un siguiente taller se llevó a cabo una actividad con la finalidad de aprender a ubicarse en el espacio local dados unos puntos cardinales, finalmente se pusieron en situación los conceptos trabajados.

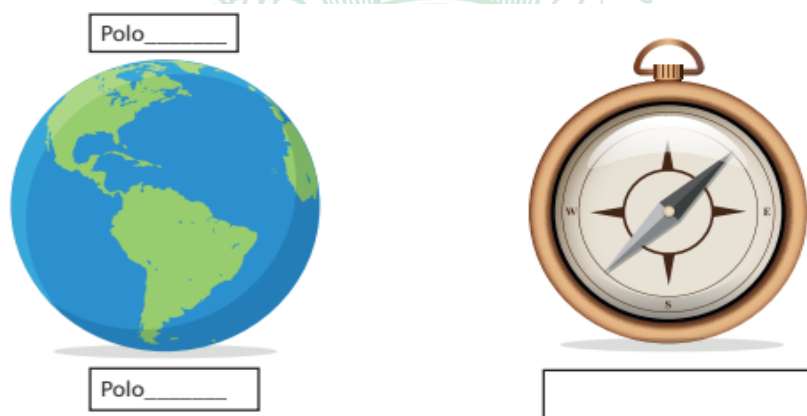
Las dificultades en esta categoría pueden considerarse de tres tipos: orientación total, parcial o nula. Cada una de estas clasificaciones se refiere al grado de orientación espacial que presentan. Siendo total cuando el estudiante no presenta dificultad alguna en ubicarse; orientación parcial, cuando es capaz de ubicarse solo en algunas coordenadas y nula cuando no ubica ninguna coordenada correctamente.

Al pedirles a los estudiantes que escribieran donde estaban los polos Norte y Sur y hacia donde apunta la brújula en el taller 1 ¿Qué sabes del universo?, como se muestra en la figura 15, la gran mayoría de participantes presentaron dificultades al ubicarse en puntos cardinales intermedios, en este caso el Noreste, pero no tienen dificultad en ubicar polo Norte y polo Sur, por lo tanto, se considera que tiene una orientación espacial parcial. E2 no logra ubicar correctamente el punto cardinal al que apunta la brújula ni los polos Norte y Sur y, por lo tanto, es considerado con orientación espacial nula. En cambio, el estudiante 3, es considerado con

orientación espacial total, puesto que no tiene ninguna dificultad al ubicarse.

En la tabla 18 puede verse las dificultades presentadas por todos los estudiantes.

Figura 15. Segunda pregunta del taller 1: ¿Qué sabes del universo?:



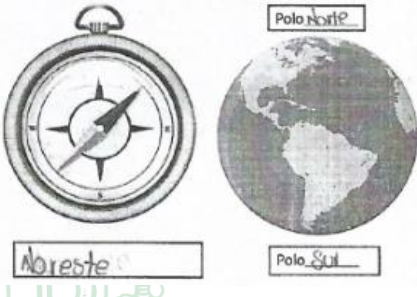

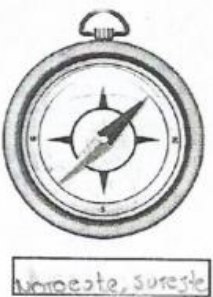
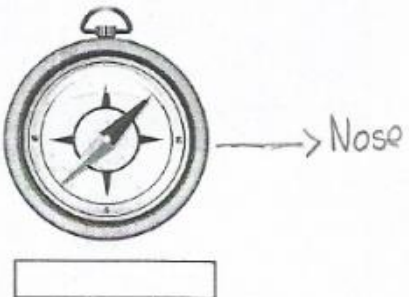


Fuente: Elaboración propia.

Estas dificultades en la orientación espacial pueden verse superadas en el último punto del taller 3. Las estudiantes E1, E4 y E5 logran dar sentido a los conceptos por medio de las situaciones planteadas allí y es que según Vergnaud (1994) un concepto torna significado a través de una variedad de situaciones (p.46), pero el sentido no está en las situaciones en sí mismas, así como no está en las palabras ni en los símbolos (Vergnaud, 1990, p. 158). Son pues, las situaciones las que posibilitan dar sentido al concepto y así mismo son las encargadas de dotar con una representación simbólica al concepto.



Tabla 18. Respuesta de estudiantes E1, E2, E3, E4, E5 y E6

Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3
<p>Orientación parcial</p> 	<p>Orientación nula</p> 	<p>Orientación Total</p> 
Estudiante 4	Estudiante 5	Estudiante 6
<p>Orientación parcial</p> 	<p>Orientación parcial</p> 	<p>Orientación parcial</p> 

Muestra los resultados de la segunda pregunta del taller 1 ¿Qué sabes del universo?

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, E4 y E6, aunque logran superar la dificultad de ubicarse en puntos cardinales intermedios, no logra resolver la última situación. Así mismo E2, pese a que no



presentaba dificultades de orientación espacial, tampoco es capaz de resolver la tercera situación del taller 3 y es que posible que los esquemas de E2, E4 y E6 no tuvieran las competencias necesarias para resolver la situación. Esta situación en particular era imposible de resolver si los estudiantes no lograban comprender la dirección en la que avanza las manecillas del reloj, es decir, comprender el sentido horario y el sentido antihorario. En la tabla 19 pueden verse los resultados de las situaciones del taller 3: Ubícate en tu universo.

Tabla 19. Situaciones planteadas en el taller 3

Estudiante	Situación	Respuesta
	Orbitón se ha perdido en el centro de la ciudad. Su madre le ha dicho que en caso de que se perdiera fuera en dirección opuesta al Norte. ¿En qué dirección debe ir?	Sur
1, 4 y 5	Orbitón ha ido en la dirección que le dijo su madre, pero aún sigue perdido. Al observar detenidamente cae en la cuenta de que no había ido en dirección opuesta al Norte sino en dirección opuesta al Este. ¿En dónde se encuentra Orbitón?	Oeste
	Ahora Orbitón ha decidido regresar a donde estaba inicialmente, pues no ha encontrado a su madre. Desesperado, Orbitón se dirige al Sureste y estando allí camina en sentido horario hasta el punto cardinal más cercano donde finalmente se encuentra con su madre. ¿En qué punto cardinal está Orbitón?	Sur
2, 3 y 6	Orbitón se ha perdido en el centro de la ciudad. Su madre le ha dicho que en caso de que se perdiera fuera en dirección opuesta al Norte. ¿En qué dirección debe ir?	Sur
	Orbitón ha ido en la dirección que le dijo su madre, pero aún sigue perdido. Al observar detenidamente cae en la cuenta de que no había ido en dirección opuesta al Norte sino en dirección	Oeste



opuesta al Este. ¿En dónde se encuentra Orbitón?

Ahora Orbitón ha decidido regresar a donde estaba inicialmente, pues no ha encontrado a su madre. Desesperado, Orbitón se dirige al Sureste y estando allí camina en sentido horario hasta el punto cardinal más cercano donde finalmente se encuentra con su madre. ¿En qué punto cardinal está Orbitón?

Muestra los resultados de las situaciones planteadas a los estudiantes en el taller 3: Ubícate en tu universo

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3. Ubicación de cuerpos o puntos en el espacio.

En los talleres 4 y 5 se trabajaron aspectos relacionados con la ubicación de cuerpos o puntos en el espacio tanto en la bóveda celeste como en la esfera terrestre. Los resultados no muestran dificultades por parte de los estudiantes al ubicar las líneas divisorias del planeta tierra, es decir, la línea de ecuador, los meridianos, los paralelos y el eje terrestre ya sea haciendo las representaciones en una superficie de dos dimensiones como en una de tres dimensiones. En la figura 16 pueden verse los ejemplos de cómo fueron abordadas. Las dificultades que surgen en esta subcategoría son al utilizar las coordenadas geográficas: latitud y longitud. Los estudiantes 2, 3, 4, 5 y 6 confunden las coordenadas longitud y latitud ocasionalmente a lo largo del taller 4 y 5.

Figura 16. Representación en dos dimensiones y tres dimensiones.



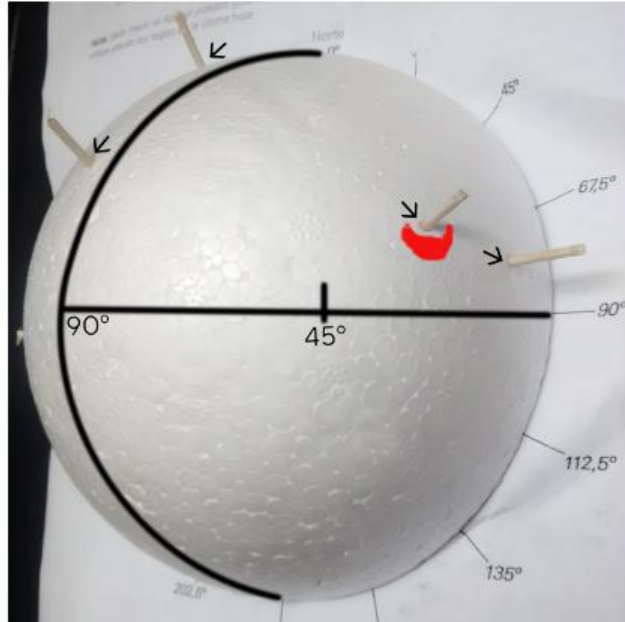
Muestra en la parte izquierda la ubicación de las líneas divisorias del planeta sobre una superficie de dos dimensiones y en la parte derecha sobre una de tres dimensiones

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al pasar a otro sistema de coordenadas como las Horizontales y las ecuatoriales los estudiantes tampoco muestran dificultad en ubicar los puntos designados, por lo menos en una superficie 2D. Al pasar a una superficie en tres dimensiones se aproximan bastante a los puntos designados, no obstante, la dificultad aparece es en la medida, más precisamente en los instrumentos con los que se realiza la medición. En la figura 17 se muestra las coordenadas señaladas que no corresponde a las designadas.



Figura 17. Última pregunta del taller 5



Muestra el resultado de la última pregunta del taller 5 perteneciente a la ubicación de puntos en la esfera celeste a partir de coordenadas horizontales

Fuente: Elaboración propia.

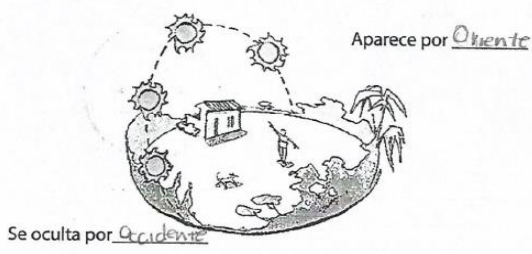
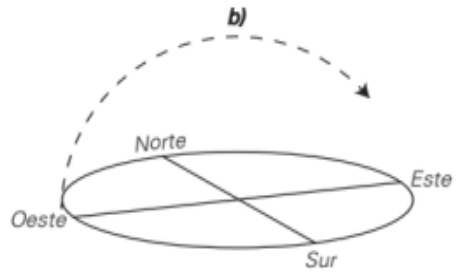
6.3.4. Movimientos de los cuerpos celestes.

Diversas dificultades surgen al considerar los movimientos de los cuerpos celestes por parte de los estudiantes, pero, principalmente, las dificultades en esta subcategoría recaen en la falta de observación del cielo y de cuerpos celestes. Puesto que en la gran mayoría de instituciones es escasa la observación y el seguimiento que se les hacen a los cuerpos celestes. Esto representa un gran obstáculo en el aprendizaje en la astronomía de posición, pues la astronomía sin observación tiende a caer en abstracciones difícilmente comprendidas por los estudiantes del grado sexto.



En nuestro estudio, todos los participantes presentan dificultades cuando se les pregunta la dirección por donde aparece y por donde se oculta el Sol, solamente E3 y E5 saben dar una respuesta acertada. Sin embargo, al plantearles la misma pregunta, pero con la diferencia de que seleccionen una imagen que represente la trayectoria del sol, ambos seleccionan una imagen diferente a lo que argumentaron inicialmente, por lo tanto, se infiere que hay una memorización de la respuesta mas no una comprensión de la misma. Cabe aclarar que en el caso de E3 puede haber una dificultad de equivalencia en las palabras Oriente-Este y Occidente-Oeste, ver tabla 20. Caso diferente ocurre para E5 quien escoge la imagen donde se muestra una trayectoria de Norte a Sur. En la tabla siguiente se muestra la respuesta en comparación del taller 1: ¿Qué sabes de tu universo? y el taller 3: Ubícate en tu universo de E3.

Tabla 20. Muestra de resultados

Pregunta 4 del taller 1	Actividad 3 del taller 6
	
<p>Inicialmente identifica correctamente la dirección por donde aparece y se oculta el sol.</p>	<p>Selecciona la imagen en donde el sol realiza una trayectoria de Occidente a Oriente y argumenta la respuesta diciendo que “el sol sale por oriente y se esconde por occidente”</p>
<p>Muestra los resultados de la pregunta 4 en el taller 1 y de la actividad 3 en el taller 6 de E3.</p>	



Fuente: Elaboración propia.

En el área de ciencias naturales, casi siempre hay poca profundización en la astronomía de posición y la mecánica celeste. Por ejemplo, al revisar los DBA se puede evidenciar la ausencia de contenido referente a este tema en el área de Ciencias Naturales. La falta de conocimiento por parte de algunos maestros en este tema puede ser una razón para ello, también puede ser que haya que priorizar otras ramas de las ciencias naturales como lo es la biología. A esto hay que sumarle, además, la noción que se tiene sobre la enseñanza de la astronomía en cuanto a que la observación únicamente puede hacerse en la noche. Esta última idea —que por cierto fue desechada hace más de 2000 años por Eratóstenes al observar las sombras producidas por el Sol, en diferentes lugares y a la misma hora, dejando como conclusión que la tierra debía de ser esférica, contrario a lo que se creía en la época, y además dejando un legado para las futuras generaciones de maestros, siendo uno de los experimentos más replicados en las escuelas para calcular el tamaño de la tierra— puede dejar consecuencias que generen dificultades en los estudiantes al de comprender algunos fenómenos celestes. Por ejemplo, al discutir, en el grupo focal realizado, acerca de las trayectorias vistas en la imagen de venus, la luna y el sol, surgen varias dificultades para tratar de explicar por qué es que puede observarse diferentes trayectorias para la luna y venus. E3 en una de sus intervenciones explica: *porque también tiene que salir el sol* (Ver anexo 7). E4 y E5 estuvieron de acuerdo con ese argumento. Esta idea errónea puede perdurar años en las interpretaciones de los estudiantes. Por lo tanto, la astronomía diurna es tan plausible como la nocturna. En este caso en particular, con el simple hecho de realizar una observación de la luna a plena luz del día puede ponerse en cuestión estas explicaciones dadas por los estudiantes y abrir el debate acerca de lo que se observa. Es de esta forma que pueden



lograr discernir de lo que es un movimiento aparente de un movimiento real, lo cual también representa otra de las dificultades comunes para los estudiantes en esta investigación.

7. Consideraciones Finales

Se presentan en este capítulo una síntesis de los hallazgos y las conclusiones más relevantes de este trabajo, las cuales se describen en cuatro apartados, en primer lugar las correspondientes a las interpretaciones iniciales, estas hacen referencia a las explicaciones iniciales que tenían los estudiantes antes de la implementación de la Modalidad de Taller Aprendizaje Participativo enmarcada en el campo conceptual sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la tierra; luego, se aborda las movilizaciones en el aprendizaje de los estudiantes que los aproximaron al campo conceptual de referencia (tabla 2), que en el diseño didáctico de la estrategia se había anticipado. Posteriormente, se hace referencia a las consideraciones respecto de la articulación de la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1991) y la modalidad de taller aprendizaje participativo. Por último, se habla sobre la importancia de tener presente las dificultades encontradas en este estudio, en el momento de planificar los procesos de enseñanza de conceptos de astronomía o realizar un trabajo de investigación similar.

7.1. Consideraciones finales respecto a las explicaciones iniciales

Al llevar a cabo la interpretación y el análisis de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede evidenciar que los estudiantes poseen concepciones iniciales o explicaciones que concuerdan o se acercan a alguna o algunas explicaciones científicas de forma descriptiva y representativa de manera gráfica sobre los movimientos de los cuerpos celestes y el modelo



heliocéntrico propuesto por Copérnico (1617); sin embargo hay estudiantes que difieren o tienen nociones ambiguas desde el punto de vista científico sobre el modelo aceptado del sistema solar.

Se halló una gran diversidad de nociones acerca de los movimientos de los cuerpos celestes en las concepciones iniciales de los estudiantes, información que es importante tener en cuenta al momento de diseñar estrategias para la enseñanza, que permitan un mayor acercamiento de los estudiantes a los conceptos que se van a estudiar durante la intervención didáctica, para que se dé una apropiación adecuada e idónea de estos.

Con relación a lo anterior, es necesario resaltar la importancia de la enseñanza de la historia de la astronomía, más específicamente sobre los modelos del sistema solar y cómo se fueron modificando a través de la historia, con el fin de que los estudiantes construyan una imagen que se acerque más a dicha ciencia, desarrollando una actitud más positiva hacia esta y que les permita una mejor comprensión de los conceptos de astronomía de posición y mecánica celeste.

7.2. Movilizaciones en las interpretaciones de los estudiantes sobre los movimientos aparentes

Durante el proceso de enseñanza con base en el campo conceptual sobre los movimientos aparentes de los cuerpos celestes mediante la Modalidad de Taller Aprendizaje Participativo se lograron reconocer una serie de movilizaciones que permiten a los estudiantes tener una mayor comprensión de los movimientos aparentes.

Los estudiantes presentaban confusiones en sus concepciones iniciales al reconocer y explicar los movimientos de la tierra, como rotación y traslación, consiguiendo superar esta



confusión y teniendo un mayor acercamientos a estos conceptos de movimientos, hasta tal grado de identificar que el planeta tierra presenta un desplazamiento alrededor de una estrella y que la velocidad de desplazamiento era consecuencia de su distancia al sol, logrando este acercamientos mediante las actividades, simulación y situaciones que se presentaron durante toda la aplicación de la modalidad de taller.

Otra movilización que se logra identificar en los estudiantes es sobre la teoría del heliocentrismo, donde los participantes se hallaban inmersos en una teoría que no eran capaces de identificar y explicar, tan solo presentaban afirmaciones sin argumentos sobre una teoría donde se cambió la tierra ubicada en el centro por el sol, mediante la implementación de la investigación se consigue que los estudiantes puedan identificar la teoría del heliocentrismo, pero además puedan entender y explicar los principales factores que la conforman, como las diferentes velocidades que se desplazan los planetas, las trayectorias que trazan e identificar movimientos que son solo perceptibles desde la tierra.

Finalmente, una de las principales metas de la investigación fue que los participantes pudieron identificar e interpretar el movimiento retrógrado, el cual es un movimiento aparente que se logra percibir desde la tierra, pero que conlleva un gran grado de abstracción. Los estudiantes consiguen tener un acercamiento al concepto de movimiento retrógrado a partir de las actividades y simulaciones realizadas durante la aplicación del taller, presentando explicaciones extraordinarias y sorprendentes sobre un concepto tan abstracto, hasta tal punto de identificar los principales factores como distancias entre planetas, sol y las diferentes que tienen cada uno.

7.3. Sobre la teoría de campos conceptuales y modalidad de taller

La implementación de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud permitió el acercamiento a los conceptos propuestos en la investigación. El uso de las situaciones hizo que los estudiantes mostraran interés y apropiación por el proyecto y, aunque la complejidad de los problemas iban en constante aumento, las actividades fueron realizadas con gusto en gran medida por las situaciones planteadas en los talleres, las cuales hicieron posible identificar con facilidad qué falencias habían en los estudiantes al momento comprender los conceptos trabajados y en consecuencia direccionar las actividades para lograr superar dichas dificultades.

La teoría de los campos conceptuales ha facilitado que los estudiantes realicen abstracciones difícilmente alcanzables disponiendo únicamente de un marco teórico, ya que permite que los estudiantes pongan en acción los conceptos y llegar a una resolución acertada del problema planteado.

A este propósito se le suma también la modalidad de taller, pues incentivó la participación y constante de los estudiantes permitiendo siempre una interacción entre el taller, los participantes y su entorno lo cual hizo posible que la timidez se fuera opacando poco a poco y surgiera el deseo de resolver cada una de las actividades propuestas. La astronomía de posición y mecánica celeste son ramas de la astronomía que requieren la observación del cielo, por lo tanto, limitarla únicamente al espacio físico de las aulas dejaría de lado la posibilidad de comprobar los supuestos teóricos y la real comprensión de fenómenos astronómicos. En este sentido la modalidad de taller plausible en cuanto que pone a disposición un sin fin de posibilidades que logran un acercamiento a la observación astronómica en las aulas.

En relación con lo anterior se aconseja no dejar a un lado la observación en la enseñanza de



la astronomía de posición y la mecánica celeste, pues como se dijo anteriormente, es allí donde se superan muchas dificultades. Tanto la observación real como la observación por medio de simulaciones favorecen en gran medida el aprendizaje de esta temática en particular. Por otra parte, también es importante hacer hincapié en permitir al estudiante hacer sus propias mediciones lo cual genera un desarrollo de la observación detallada de los fenómenos.

7.4. Dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste

Las dificultades en el aprendizaje de la astronomía de posición y la mecánica celeste que se consideraron en este trabajo deben ser tomadas como una posibilidad y no como una limitante para el desarrollo de los talleres. Las importancias de detectarlas suponen una gran ventaja para la elaboración de las actividades posteriores que ayuden superarlas, al igual que la historia de la astronomía sirven a este propósito, dado que muchas de las dificultades que surgieron en el pasado fueron superados por pensadores que con experimentos y observaciones simples pudieron comprender la realidad de los fenómenos observados.



Bibliografía

Alcaraz, S., Barajas M., Malagrida R., & Pérez F. (Diciembre de 2015) Els projectes Europeus Engaging Science, Xplore Health, RRI Tools i Scientix. Finestres a la formació i la participació en comunitats docents per al treball amb Controvèrsies i Recerca iInnovació Responsable. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*. 30, pp. 47-54.

Aristóteles, E. (1996). *Acerca del cielo; Metereológicos*. Madrid: Gredos.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2008). Metodología de la investigación. México D.F.: The McGraw-Hill.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: Editorial The McGraw-Hill.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación. Sexta Edición*. México: Editorial Mc Graw Hill.

Bastero, J (2000). *Astronomía sin dejar la Tierra: cuestiones abiertas para profesores de ciencias*. Barcelona: OCTAEDRO, S.L.



Bustillo, E. B. (1985). *Introducción a la astronomía: el sistema solar*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Camino, N., Nardi, R., Pedreros, R., García, E., & Castiblanco, O. (Enero-junio de 2016). Retos de la Enseñanza de la Astronomía en Latinoamérica. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. 11(1), pp. 5-6.

Camino, N., Simeoni, D. A., Funes, I., & Rigatuso, F. (2014). Determination of earth rotational velocity by using a mountain, a star and a planet. *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. pp. 1-10.

Cardona, G. M. (2014). *Formación de maestros en ciencias naturales: movilización de elementos de sus esquemas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Burgos, Burgos, España.

Carmona A. (1994) Reflexiones sobre la enseñanza de la Astronomía en la E.S.O. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2 (2-3), pp. 404-409.

Cisterna, F. (2005). Categorización y Triangulación de la investigación como proceso de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*. 14 (1), pp. 61-71.

Comellas, J. L., & Cruz, M. (1987). *El sol y el sistema solar*. Colección Divulgación, Madrid:



Equipo Sirius.

Copérnico, N. (1617). *De Revolutionibus Orbium Coelestium (Latín)*, 3era ed. Amsterdam:

Wilhelmus Iansonius.

Domínguez M. C., Varela C. (2008) *Aplicación de una técnica de análisis textual a textos escolares sobre el Sistema Solar*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 7 (1), 261- 274.

Echavarría, C., & Velez, L. M. (2007). *Cuadernillo de campo Matemáticas: Aula Taller de matemáticas*. Medellín, centro de ciencia y tecnología de Antioquia CTA. Recuperado de https://cta.org.co/media/k2/attachments/Cuadernillo_de_campo_matematicas_No._3.pdf

Firth, R. (2010). *Astronomía: descubre y explora*. Reino Unido: Usborne Publishing Ltd.

Galilei, G. (1993). *Sidereus Nuncius*, a cura di A. Battistini, Venezia, Marsilio, 84.

García J. L. (2014) Conocimientos astronómicos del profesorado de educación secundaria obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía. Enseñanza & Teaching. *Revista Interuniversitaria de Didáctica*. 32 (1), pp. 161-198.

Kepler, J. (1619) *Astronomia nova de motibus stellae Martis*. Prague: Harmonice Mundi.



- Moreira, M. A., Caballero, C., & Vergnaud, G. (2009). *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Burgos-España: Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.
- Mota, A. T., & Júnior, M. F. (2012). La teoría dos campos conceituais: uma possibilidade para o planejamento didático no ensino de astronomia the theory of conceptual fields: a possibility for didactic planning in astronomy education. *II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – II SNEA 2012*, pp. 38-46.
- Newton, I. (1760). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, vol. 1-4. Colonia: A. Philibert; 548 p.; in 8.; DCC. 4.221 I through IV.
- Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2015). Consecutive Course Modules Developed with Simple Materials to Facilitate the Learning of Basic Concepts in Astronomy. *International Journal of Environmental and Science Education*. 10 (2), pp. 145-167.
- Palomar, R. (2013). *Enseñanza y aprendizaje de la Astronomía en el bachillerato*. (Tesis doctoral). Universitat de València, Valencia, España.
- Palomar, R., & Solber, J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 33 (22), pp. 91-111.



Pasel, S., & Asborn, S (1989). *Aula-Taller*. Buenos Aires-Argentina: pérgamo.

Pitluk, L. (2008). *La modalidad de taller en el Nivel Inicial*. Buenos Aires-Argentina: Homo Sapiens.

Plummer, J.D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetarium-based instructional context. *International Journal of Science Education*. 36, pp. 1083-1106.

Ptolomeo, C. (2010). *Harmónica*. Madrid: Editorial Gredos

Romero, A.J. (2008), *El aula-taller: metodología para la enseñanza y el aprendizaje de la geografía. Estado del arte y consideraciones para su aplicación*. (Tesis pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia.

Schettini, P., & Cortazzo, I. (2015). Análisis de datos cualitativos en la investigación social: procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa. Universidad Nacional de La Plata, La Plata-Argentina: Ediciones UNP.

Sescovich, S. (2013). El proceso de enseñanza-aprendizaje: el taller como modalidad técnico pedagógica. *Conducta Humana*. Recuperado de <http://www.conductahumana.com/articulos/gestion-de-recursos-humanos/elproceso-de->



Solbes, J., & Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria.

Revista Brasileira de Ensino de Física. 35, pp. 1004-12.

Stake, R. (2004). *Investigación con estudios de caso.* Madrid: Morata.

Taylor, S.J., & Bogdan, R (1984). *Introducción a los métodos cualitativos.* (Vol. 1). Barcelona:

Paidós.

Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en didactique des mathématiques.* 10 (2), p. 3.

Vergnaud, G. (1994). *Multiplicative conceptual field: what and why?*, N.Y.: State University of New York Press. pp. 41-59.

Vincenzi, A. (Abril-junio de 2009). La práctica educativa en el marco del aula taller. *Revista de Educación y Desarrollo.* 10, pp. 41-47.



Anexos

Anexo 1. Registro de la información aportada por E1 en los talleres.

Estudiante 1	
Taller 1	4. “Aparece por Sur se oculta por Norte” 5. “Rotación / No sé”
Taller 2	1. “dar tantas vueltas
Taller 6	2. “para mí me parece la respuesta correcta la © porque es como más coherentes porque tiene más movimientos y están más separados.”
Taller 7	2. “cada órbita de cada planeta hay un epiciclo, para hacer un movimiento retrógrado”.
Taller 8	2. “Lo nuevo que aprendí, es que el sol se mueve y que mercurio es el más rápido del sistema solar”. 5. “lo que sucede es que el movimiento retrógrado es muy distinto porque es el movimiento de como se ve el planeta en la tierra”
Taller 9	1. “está más cerca al sol se movía más rápido y marte más lento y que visto desde la tierra hace al movimiento retrógrado”.

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica



Anexo 2. Registro de la información aportada por E2 en los talleres.

Estudiante 2	
Taller 1	4. "aparece" y por donde se "oculta" el Sol diariamente. Se oculta por norte Aparece por sur 5. Circular / No se
Taller 6	4. el sol sale por el norte y se esconde por el sur
Taller 8	1. el sol centro en el heliocentrismo Tierra centro en el geocentrismo
Taller 9	1. "Lo que vimos en este movimiento fue que como la tierra está más cerca al sol se mueve más rápido y marte lento y que visto desde la tierra realiza el movimiento retrógrado"

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica

Anexo 3. Registro de la información aportada por E3 en los talleres.

Estudiante 3	
Taller 8	1. "Que el sol tiene unas manchas negras y hace movimientos. yo pensaba que el sol era de un único color y no se movía". 2. "Heliocéntrico no hace movimiento retrógrado"
Taller 9	1. "Cambia de tamaño porque nosotros desde la tierra vemos que cambia de tamaño, pero en realidad se aleja y se acerca entonces se ve con diferente tamaño"

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica



Anexo 4. Registro de la información aportada por E4 en los talleres.

Estudiante 4

Taller 1	5. “Gira a la derecha(rotación) / Rotación”
Taller 6	4. “venus se mueve de a poco a poco por su Gravedad. Cada día se mueve un poquito.”
Taller 8	1. “yo aprendí que el sol se mueve y sobre las investigaciones de los investigadores y sobre el heliocentrismo y yo pensaba que el sol era quieto y que los planetas (se movían) hacia el mismo lado y con la misma velocidad.” 4. “Hola amigo Ptolomeo estás equivocado yo te vengo a explicar el movimiento retrógrado lo hacen todos los planetas como si se fueran a devolver. y no hacen eso sino que siguen su camino hacen es <u>l</u> to. ¿Si entendió?”
Taller 9	1. “los planetas tierra y marte en diferentes medidas, diferentes lugares, y forman el movimiento retrógrado gracias a la rotación de los planetas. Y el planetaria más cercano al sol se mueve más rápido”

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica



Anexo 5. Registro de la información aportada por E5 en los talleres.

Estudiante 5

Taller 6	4. “Venus hace esta trayectoria por la gravedad ya que la gravedad de todos los planetas es diferente pienso yo.”
Taller 8	2. “algo que yo aprendí nuevo es que el sol se mueve y antes yo pensaba que este era totalmente quieto”
Taller 9	2. “Vea orbitron lo que realmente está sucediendo es que los planetas no se devuelve esta trayectoria se ve así desde el punto de vista de la tierra”.
Taller 10	3. “Porque desde la tierra el punto de vista es diferente al salirse del planeta”

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica



Anexo 6. Registro de la información aportada por E6 en los talleres.

Estudiante 6

Taller 6	4. “para mi venus hace esa trayectoria porque de pronto lo vemos así, pero puede que nosotros nos vamos”
Estudiante 8	2. “El sol se mueve y que los planetas se mueven en diferente tiempo y lo que yo creía era que el sol solo se quedaba quieto y aprendí que solo vemos algunos planetas porque son más cercanos a la tierra” 3. “el centro es la tierra movimiento retrógrado” 4. “el sol y los planetas no se mueven como el movimiento retrógrado, sino que se mueven normal alrededor del sol”.
Estudiante 9	2. “Te quiero contar que desde la tierra observamos ese movimiento que lo llamamos movimiento retrógrado, pero lo observamos así porque los planetas se mueven en diferentes tiempos”.
Estudiante 10	1. “Mercurio cambia de tamaño porque en el movimiento que hace mercurio al acercarse a la tierra se ve más grande y cuando se aleja se ve más pequeño.”

Los números al inicio de las respuestas dan referencia a la pregunta o actividad que se planteaba en la secuencia didáctica



Anexo 7. Transcripción grupo focal

Profesor: Digo, bueno, les vamos a pedir primero que observen las imágenes, se las rotan ... esas ya las habíamos vistos en la clase pasada. Entonces ahora les vamos hacer unas preguntas y la idea es que entre todos discutamos, listo. Primero ¿Explicuen? pasen la imagen de la luna, esta imagen es a lo largo de un mes ¿nos pueden explicar porque se ve así, por qué tiene esa trayectoria de un lado al otro? Quien se atreve a decir algo. Dígame.

Estudiante 4: Porque empieza desde el primero y después termina en el treinta.

Profesor: ¿Alguien más quiere decir algo?

Profesor: ¿Por qué se les ocurre que se pueda estar moviendo?

Estudiante 4: Porque eso nunca la luna es, pues son igual, eso cada día cambia de luna, por ejemplo vea que acá está más delgadita pero un día toca otra, otro día otra y así.

Profesor: Así es.

Estudiante 4: Cambia de forma y ya cuando estamos en la mitad del mes se pone la grande

Profesor: La luna llena. Diga.

Profesor: ¿Pero por qué se estará moviendo de un lugar a otro?

Estudiante 3: Porque también tiene que salir el sol.

Profesor: ¿Por qué tiene que salir el sol?

Estudiante 3: Si.

Profesor: O sea, él se mueve de acá hasta acá porque le tiene que dar espacio al sol para salir o ¿por qué?

Profesor: ¿Por la rotación de qué?

Profesor: ¿por la rotación de la tierra?

Profesor: Si.

Profesor: ¿todos están de acuerdo con eso? ¿Sí? Miren la otra imagen, acuérdense que la otra imagen es de venus y es a lo largo desde abril hasta diciembre. ¿por qué creen que se mueve así y por qué esta se mueve de esta forma? ¿Por qué no harán los dos el mismo movimiento?

Estudiante 4: Esa es la luna.

Profesor: No, ese es Venus.

Estudiante 4: Yo digo que porque la luna gira alrededor de la tierra o sea, de nuestro planeta y esto ya hace parte de otro planeta entonces gira allá.

Profesor: ¿Venus hace parte de otro planeta?



Estudiante 4: Eso de otra órbita.

Profesor: ¿Qué dice estudiante 5?

Estudiante 5: Que.. la luna... la luna gira alrededor de la tierra y Venus gira alrededor del Sol, es porque se ve diferente la trayectoria.

Profesor: ¿La luna no gira alrededor del Sol?

Estudiante 3: La luna no gira.

Profesor: ¿Quién gira alrededor del sol entonces?

Estudiantes 4 y 5: Los planetas.

Profesor: ¿Y las lunas no?

Estudiantes: No.

Profesor: Ah! muy bien, vamos a pasar a la otra pregunta. Entonces, en esta imagen y en esta otra ¿qué es lo que se está moviendo? o sea, se mueve la tierra, la luna...

Estudiante 4: Aquí se mueve Venus y allá se mueve la tierra.

Profesor: Y ¿allá no se mueve la tierra también?

Estudiante 4: Yo, yo no conozco venus. (risas)

Estudiante 3: O sea, si es la luna la que gira alrededor de la tierra también alrededor del sol.

Profesor: O sea que ¿cuándo nosotros observamos la luna así?

Estudiante 3: Y la luna y la tierra se mueve alrededor del sol.

Profesor: ¿También se está moviendo los otros? ¿qué piensan?

Profesor: ¿La tierra se quedará quieta en algún momento?

Estudiante 4: ¡No!

Profesor: ¿Nunca?

Estudiante 4: Nunca.

Profesor: ¿Y la luna?

Estudiante 4: no, la luna tampoco.

Profesor: ¿Tampoco se queda quieta?

Profesor: ¿Venus tampoco se quedará quieto?

Estudiante 3: La luna gira alrededor de la tierra y la tierra gira alrededor del sol.



Profesor: Entonces a la final ¿qué se está moviendo? ¿todo?

Estudiante 4: La tierra.

Profesor: La tierra.

Estudiante 4: Si.

Profesor: ¿Será que por eso vemos esto así como lo vemos?

Estudiante 4: Porque al ser, por ejemplo ¿esta es la tierra?

Profesor: Si.

Estudiante 4: Y ¿esta es la luna?

Profesor: Si.

Estudiante 4: Entonces la tierra al ir girando se va, esta se va moviendo más lento y eso sí y va quedando.

Profesor: Y ¿así se ve?

Estudiante 4: Sí, digo yo.

Profesor: ¡Ah ya! otra pregunta, ¿por qué ustedes dicen que todo se está moviendo? cierto, pero ¿por qué si esto se está moviendo, y este también se está moviendo, por qué se ve tan diferente los movimientos? ¿por qué uno lo vemos de esta forma y el otro de esta forma?

Estudiante 5: Porque la trayectoria de venus es más larga que la de la luna.

Profesor: ¿por qué la trayectoria de venus es más larga que la de la luna alguien dice otra cosa? ¿por qué creen. digan lo que piensan?

Estudiante 3: O sea, la tierra mientras gira alrededor del sol también se mueve, o sea, este es el sol y ella también se va moviendo, va girando y la luna también se mueve, gira alrededor de ella mientras la tierra gira alrededor del sol. Profesor: Lo que estamos viendo en esta imagen es un recorrido de la luna, digamos que empieza acá y sale hasta acá, a diferencia de venus, que sale así y vuelve y baja ¿por qué si no todos estamos girando alrededor del sol? ustedes están diciendo que todos nos estamos moviendo ¿por qué creen que vemos esa trayectoria? ¿por qué no la vemos igual, sabiendo que todos nos estamos moviendo de la misma manera?

Estudiante 4: Porque este sale hacia arriba y la otro sale hacia allá.

Profesor: Pero ¿por qué se verá así porque creen que se ve así?

Estudiante 3: Porque la luna se mueve diferente.

Profesor: ¿Saben cómo se mueve la luna? ¿cuáles son los movimientos?

Profesor: No y ¿de la tierra saben cuáles son los movimientos?



Estudiante 3: Rotación y traslación.

Anexo 8. Consentimiento ético

**AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE DATOS, UTILIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE IMÁGENES Y
TESTIMONIOS**

Yo _____ identificado (a) con
c.c. _____ y en calidad de (madre, padre o acudiente) de (la) menor
_____ actuando en su representación legal y mediante el presente
documento, autorizo a los maestros en formación Luis Guillermo Tapia Salcedo, Francisco
Alejandro Valderrama y Johan Mateo Giménez Echavarría de la universidad de Antioquia,
autores del trabajo de grado **Movimiento aparentes de los cuerpos celestes vistos desde la
tierra: Modalidad de Taller aprendizaje participativo** para que utilicen los datos recabados,
imágenes y/o testimonios aportados por el menor que represento para la realización de informes
y contenidos audiovisuales, sin que de ello deriven a mi favor obligaciones o contraprestaciones
de cualquier índole.

Los autores de dicho trabajo manifestamos nuestro compromiso ético de hacer uso adecuado y
discrecional de la información recolectada, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en
cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para la educación en ciencias naturales en
el contexto institucional. Se evitará la alusión a nombres propios y se tratará con respeto los
aportes de cada uno de los participantes.

Firma _____ C.C. _____ Nombre estudiante _____

T.I. _____



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3