

**DISEÑO DE UNA RUTA DIDÁCTICA EN RELACIÓN A LOS CONCEPTOS ESPACIO TEMPORALES ASOCIADOS A LA LATITUD Y LA FORMACIÓN DEL DÍA Y LA NOCHE; EXPERIENCIA CON LOS JÓVENES DE UN CLUB DE ASTRONOMÍA.**

DIANA KARINA SEPÚLVEDA NIÑO

Cód. 2010146063

Línea de Profundización: Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural

Departamento de Física

Facultad de Ciencia y Tecnología

Universidad Pedagógica Nacional

Bogotá, 2015.

**DISEÑO DE UNA RUTA DIDÁCTICA EN RELACIÓN A LOS CONCEPTOS ESPACIO TEMPORALES ASOCIADOS A LA LATITUD Y LA FORMACIÓN DEL DÍA Y LA NOCHE; EXPERIENCIA CON LOS JÓVENES DE UN CLUB DE ASTRONOMÍA.**

DIANA KARINA SEPÚLVEDA NIÑO

Cód. 2010146063

ASESORA: CLARA INÉS CHAPARRO

Docente departamento de física

Universidad Pedagógica Nacional

Línea de Profundización: Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural

Departamento de Física

Facultad de Ciencia y Tecnología

Universidad Pedagógica Nacional

Bogotá, 2015.

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	<i>Diseño de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche; experiencia con los jóvenes de un club de astronomía.</i>
<b>Autor(es)</b>	Diana Karina Sepúlveda Niño
<b>Director</b>	Clara Inés Chaparro
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2015, 59 p
<b>Unidad Patrocinante</b>	Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	Ruta didáctica, astronomía, latitud, coordenadas terrestres, día, noche, orientación, Sistema Tierra-sol

2. Descripción
<p>En el presente trabajo se presenta una investigación desarrollada en el ámbito de la enseñanza de la astronomía, cuya finalidad es identificar los elementos más destacados en la elaboración de una ruta didáctica en relación a la construcción del modelo de globo terráqueo, en la que la cotidianidad no se desligue de las conceptualizaciones hechas por los estudiantes, para así plantear unas reflexiones en torno a las formas de enseñanza y las herramientas utilizadas por los docentes en dicha área. Esto debido a los inconvenientes presentados por los estudiantes de primaria, bachillerato y educación superior, al construir sus explicaciones sobre las coordenadas terrestres, el modelo Tierra- Sol, y las experiencias derivadas de las observaciones del firmamento en su cotidianidad, así como la dificultad que presentan para ubicarse local y globalmente y establecer relaciones entre los anteriores ítems.</p> <p>La propuesta fue realizada con estudiantes del club de astronomía del colegio Cambridge “Astrocambridge” con estudiantes de diferentes edades, por lo cual pretende realizar una contribución en las reflexiones de la enseñanza de las ciencias desde espacios extracurriculares con grupos heterogéneos, haciendo énfasis en la construcción de explicaciones mediante la interacción social entre los miembros del grupo. Para ello se trabajó por medio de la construcción de una maqueta de globo terráqueo y por medio de socializaciones, entrevistas y guías trabajo se fueron identificando aquellas ideas y experiencias que tenían los participantes sobre los cambios</p>

de hora en diferentes lugares del mundo, las visiones geocéntrica y heliocéntrica, los movimientos de la Tierra, los cambios de posición del sol y como estos hacían parte de su vida diaria.

### 3. Fuentes

- Arca , M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, Buenos Aires, México: Paidós.
- Bakulin, P. I., Kononovich, E. V., & Moroz, V. I. (1987). *Curso de Astronomía General*. Moscow: Mir.
- Bautista, G., & Rodríguez, L. D. (1996). La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. *Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 2.
- Carr , W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca, S.A.
- Embacher, F. (1988). *Relojes de Sol Teoría y Construcción*. Buenos Aires: Progenza.
- Giordano, E. (2010). *Proyecto Globo Local*. Obtenido de Globo Local:  
[www.globolocal.net/esp/proyecto.html](http://www.globolocal.net/esp/proyecto.html)
- Hernández, D. (2 de 11 de 2015). *Astronomía de posición I*. Obtenido de Observatorio Astronómico de Guirguillano:  
[http://www.observatorioguirguillano.org/index.php/es/documentos/search\\_result.html?search\\_phrase=astronomia+de+posici%C3%B3n&catid=0&ordering=newest&search\\_mode=any&search\\_where%5B%5D=search\\_name&search\\_where%5B%5D=search\\_description](http://www.observatorioguirguillano.org/index.php/es/documentos/search_result.html?search_phrase=astronomia+de+posici%C3%B3n&catid=0&ordering=newest&search_mode=any&search_where%5B%5D=search_name&search_where%5B%5D=search_description)
- Langhi, R. (2004). Un estudio exploratorio para a insercao da astronomía na formacao de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. *Tecné, Episteme y Didaxis* , 6-21.
- Portilla Barbosa, J. G. (2001). *Elementos de astronomía de posición*. Bogotá: Universidad Nacional de Bogotá.
- Zavelsky, F. (1990). *El tiempo y su medición*. (C. Á. Fernández , Trad.) Moscu: Mir Moscu.

### 4. Contenidos

La estructura del trabajo se ha dividido en cinco capítulos distribuidos de la siguiente forma; en el primero se describe la problemática presente en la enseñanza de la astronomía y se

realiza el correspondiente análisis de los antecedentes sobre las preocupaciones de los docentes investigadores alrededor de las ideas de los estudiantes en astronomía, el modelo Tierra – Sol y el globo terráqueo. En el segundo se ponen en discusión los procesos de construcción de las explicaciones a partir de las relaciones existentes entre experiencia y lenguaje en su estrecha relación con el conocimiento. En el tercero se exponen los conceptos fundamentales para el trabajo escolar, tales como el movimiento de la Tierra, la posición observable del sol, las coordenadas terrestres, la posición geográfica y su relación con los cambios de horario y los sistemas de referencia. En un cuarto capítulo se encuentran los referentes metodológicos, la descripción de la ruta didáctica y las actividades. Un último capítulo presenta las principales reflexiones y análisis de resultados a partir del desarrollo de las categorías tenidas en cuenta a raíz de la investigación, posterior a este se encuentran las conclusiones y para finalizar los anexos que recogen principalmente las actividades implementadas durante la propuesta.

## 5. Metodología

Este trabajo se basa en un tipo de investigación-acción, y se caracteriza principalmente por tener como objeto de estudio las propias prácticas pedagógicas, su entendimiento y las situaciones en donde se realizan. Toma como punto de partida la organización en espiral y que con cada acción que realice el proceso se replantee. Como primer bucle se encuentra la planificación, acción, observación y reflexión; los dos primeros pertenecen a una fase constructiva y los demás a una fase reconstructiva. La acción es guiada hacia la observación y la reflexión futuras que valorarán los problemas y los efectos de la acción, así mismo la espiral auto-reflexiva vincula la reconstrucción del pasado con la construcción de un futuro concreto e inmediato a través de la acción vinculando el discurso de todos los participantes en la acción con su práctica del contexto social. De igual manera este tipo de investigación es esencialmente colaborativa ya que grupos de practicantes trabajan conjuntamente en el estudio de su propia experiencia individual y estudian las interacciones sociales entre ellos. (Carr & Kemmis, 1988)

La principal preocupación para realizar el diseño de las actividades implementadas se basó en una primera propuesta de trabajar con relojes de sol, puesto que al evaluar los elementos que

debían ser tenidos en cuenta para su construcción se encontraron varios tipos de relojes, dependiendo del lugar en el cual se realizarían las mediciones y calibraciones de la hora. Este paso conllevó a una indagación con respecto a las causas de existencia de diferentes clases de relojes, encontrando una relación directa con la latitud de cada lugar, unas características particulares en la ubicación sobre el planeta y las implicaciones con respecto a la posición del sol, los cambios de posición y los aspectos que definen el “día” presentan marcadas diferencias al cambiar de latitud. De esta forma surgió la necesidad de desarrollar una ruta didáctica que permitiera al docente investigador acercarse a las elaboraciones y los aprendizajes desarrollados por los estudiantes mediante la construcción de explicaciones, la relación entre experiencia, lenguaje y conocimiento; y la mediación entre el modelo de globo terráqueo y las observaciones que pudieran realizar los estudiantes en la cotidianidad.

## 6. Conclusiones

La realización del presente trabajo respondió a los objetivos planteados, tanto personales como académicos y suscitó un interés más profundo por el estudio de la astronomía mediante la investigación de las prácticas en el aula, ya que como se mencionó el conocimiento involucra de manera directa al lenguaje y ha sido por medio de la interacción con los estudiantes, el replanteamiento de las actividades, el esfuerzo por leer lo que sus representaciones mostraban sobre las ideas moldeadas en su interior, como el proceso de construcción de explicaciones se vivió a cabalidad, por parte mía y de los estudiantes. En este sentido, las principales conclusiones extraídas de la investigación se presentan en el texto a continuación.

Los espacios extracurriculares propician un ambiente favorable para fortalecer las relaciones entre las áreas del conocimiento escolar y la cotidianidad, desde sus modos de hablar, la cultura y las construcciones que continuamente están reorganizando. A pesar de los fenómenos trabajados en esta propuesta se encuentran en las mallas curriculares, no permiten desarrollar la construcción de explicaciones a partir de las ideas de los estudiantes, sin embargo son actividades que alimentan el currículo con tal intensidad que su significación en el proceso educativo permite evidenciar que las diferentes áreas de conocimiento como la matemática no se realizan con

procesos aparte. Lo cual fundamenta de igual manera una base o llamada al interés para el estudio de la geofísica.

El trabajo con grupos heterogéneos que al comienzo se puede considerar como un inconveniente para los profesores puesto que se acostumbra a ver contenidos con grados de dificultad según las edades o el grado escolar en que se encuentren los estudiantes, resulta bastante enriquecedor y robustece significativamente los procesos de construcción de conocimientos en el ámbito de las ciencias y de la astronomía en particular. La interacción entre estudiantes de diferentes edades genera una necesidad de establecer esquemas y explicaciones que puedan ser entendidos por sus compañeros, en donde la dinámica desarrollada por los estudiantes fortalece en sí mismo el proceso de comprensión. De esta manera la enseñanza de la astronomía en clubes y grupos de interés fomenta el aprendizaje y enriquece la actividad de construcción de las explicaciones de fenómenos físicos.

El diseño ejecución de la ruta didáctica permitió identificar algunos aprendizajes y las elaboraciones que los estudiantes desarrollaron durante su realización, por medio de las explicaciones que estos daban con ayuda de la maqueta construida, su interacción con los compañeros y las preguntas surgidas. De igual manera se permitió la reconstrucción de las actividades trabajadas haciendo necesaria la creación de algunas actividades puente para conectarlas retomando las inquietudes y preguntas surgidas de la reflexión externa que realizaron los estudiantes gracias al interés generado en ellos.

El papel que juegan las situaciones generadoras es fundamental en el desarrollo de cualquier temática, tanto para estudiantes de primaria, bachillerato o universitarios, ya que a partir de dichas situaciones que captan la atención y ponen a prueba los conocimientos que se tienen sobre determinado tema se involucran de manera directa los intereses de los estudiantes, lo cual asegura su participación en las actividades posteriores.

Finalmente es necesario explicitar que queda abierta la invitación a trabajar continuamente en la construcción de conocimiento en astronomía, ya que es un área que despierta el interés y la pasión por el estudio de los fenómenos naturales en las áreas científicas.

## Tabla de contenido

<b>Capítulo I</b> .....	1
<b>1. Sobre el campo de estudio; la astronomía en la escuela</b> .....	1
1.1 Investigación en Colombia.....	4
1.1.1 Investigación en el departamento de Física de la UPN. ....	5
1.2 Investigaciones Internacionales.....	7
<b>Capítulo II</b> .....	10
<b>2. Enseñanza de las ciencias y de la astronomía</b> .....	10
2.1 Experiencia y lenguaje.....	11
2.2 Elaboración de explicaciones.....	12
<b>Capítulo III</b> .....	16
<b>3. La astronomía, conceptos fundamentales para el trabajo escolar</b> .....	16
3.1 Ubicación y coordenadas terrestres.....	16
3.2 Movimiento de la Tierra y posición observable del Sol.....	17
3.3 Coordenadas Terrestres.....	22
3.4 La posición geográfica y el horario.....	26
3.5 Sistemas de referencia temporales.....	30
<b>Capítulo IV</b> .....	32
<b>4. Metodología de la Investigación</b> .....	32
4.1 Objetivos de la investigación.....	32
4.1.1 Objetivo general.....	32
4.1.2 Objetivos específicos.....	33
4.2 Pregunta problema.....	33
4.3 Investigación- Acción.....	33
4.4 Población y contexto: El club de astronomía.....	34
4.5 Ruta didáctica.....	35
4.6 Descripción de las actividades.....	38
4.6.1 Primera Actividad.....	38



4.6.2 Segunda actividad.....	39
4.6.3 Tercera actividad .....	41
<b>Capítulo V</b> .....	42
<b>5. Análisis y resultados</b> .....	42
5.1 Categorías .....	42
5.1.1 Representaciones en la elaboración de explicaciones.....	42
5.1.2 Marcos de referencia.....	44
5.1.3 Relación meridianos, grados y horas .....	48
5.1.4 Movimientos Tierra Sol y el cambio de hora .....	49
5.1.5 La dificultad en la elaboración de explicaciones .....	50
5.1.6 Transición entre la cotidianidad y el modelo.....	51
5.2 Análisis de los resultados.....	53
<b>Conclusiones</b> .....	56
<b>Bibliografía</b> .....	58
<b>Anexos</b> .....	60

### Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de algunas investigaciones en Colombia.....	5
Tabla 2. Descripción de algunas investigaciones realizadas en la UPN .....	6
Tabla 3. Algunas investigaciones internacionales.....	8
Tabla 4. ¿Cómo se ve el sol en diferentes puntos del planeta? .....	20
Tabla 5. Respuesta de estudiantes antes de realizar la maqueta del globo terráqueo.....	43
Tabla 6. Respuesta de estudiantes después de realizar la maqueta del globo terráqueo .....	43
Tabla 7. Respuesta de estudiantes antes de realizar la maqueta del globo terráqueo.....	44
Tabla 8. Respuesta de estudiantes después de realizar la maqueta del globo terráqueo.....	44
Tabla 9. Respuestas de los estudiantes sobre el arriba y abajo sobre el globo terráqueo.....	46
Tabla 10. Dificultades presentadas y sus posibles causas .....	51
Tabla 11. Inquietud de una estudiante referente a una experiencia cotidiana.....	52
Tabla 12. Pregunta de una estudiante surgida durante la actividad.....	52

### Lista de figuras

Figura 1. Determinación de la meridiana del lugar.....	19
Figura 2. Paralelos terrestres.....	23
Figura 3. Determinación de la latitud del lugar para un observador sobre el hemisferio norte .....	24
Figura 4. Punto vernal.....	28
Figura 5. Ruta didáctica.....	37

## Introducción

La observación y el análisis de los diferentes eventos de la naturaleza nos han permitido a los seres humanos dimensionar las concepciones sobre el espacio y el tiempo; históricamente se han generado diferentes modelos sobre la estructura y forma del universo, todos ellos resultado de la constante necesidad de reconocer los límites del lugar que habitamos y entender el papel que tenemos en él. Alrededor de este interés han estado presentes las ciencias que hoy denominamos naturales y que en casi todas las culturas han tenido un papel fundamental para el desarrollo de la agricultura, los viajes, la religión, la filosofía y el arte, entre otros; demostrando ser una búsqueda que nos acerca como seres humanos y nos identifica frente a otras especies.

Entre estas ciencias, la astronomía ha sido reconocida por articular diferentes disciplinas, y se caracteriza principalmente por el interés que genera en las personas de todas las edades ya que permite un acercamiento a los eventos del firmamento. Es por esta razón que su enseñanza cobra especial importancia ya que las inquietudes que presentan los estudiantes pueden ser tomadas como punto de partida para trabajar las demás áreas de conocimiento, puesto que la experiencia sensible de los seres humanos alimenta la construcción de conocimiento significativo y fomenta el pensamiento crítico. Sin embargo algunos aspectos (que fueron tomados como base para el desarrollo del trabajo) complejizan su desarrollo en las aulas, algunos de ellos debidos a los grados de abstracción necesarios, por ejemplo, para pasar de una Tierra plana conocida y experimentada a lo largo de sus vidas a una Tierra esférica plasmada en los diferentes modelos del sistema solar; así mismo la enseñanza de un modelo heliocéntrico en el que se pretende que el estudiante se visualice ajeno a la Tierra para poder asimilarlo, el cual crea una brecha entre la teoría y su cotidianidad que con el tiempo termina por generar concepciones incoherentes y alejadas de la experiencia.

En el presente trabajo se presenta una investigación desarrollada en el ámbito de la enseñanza de la astronomía, cuya finalidad es identificar los elementos más destacados en la elaboración de una ruta didáctica en relación a la construcción del modelo de globo terráqueo, en la que la cotidianidad no se desligue de las conceptualizaciones hechas por los estudiantes, para así plantear unas reflexiones en torno a las formas de enseñanza y las herramientas utilizadas por los docentes en dicha área. Esto debido a los inconvenientes presentados por los estudiantes de primaria, bachillerato y educación superior, al construir sus explicaciones sobre las coordenadas terrestres, el modelo Tierra- Sol, y las experiencias derivadas de las observaciones del firmamento en su cotidianidad, así como la dificultad que presentan para ubicarse local y globalmente y establecer relaciones entre los anteriores ítems.

La propuesta fue realizada con estudiantes del club de astronomía del colegio Cambridge “Astrocambridge” con estudiantes de diferentes edades, por lo cual pretende realizar una contribución en las reflexiones de la enseñanza de las ciencias desde espacios extracurriculares con grupos heterogéneos, haciendo énfasis en la construcción de explicaciones mediante la interacción social entre los miembros del grupo. Para ello se trabajó por medio de la construcción de una maqueta de globo terráqueo y por medio de socializaciones, entrevistas y guías trabajo se fueron identificando aquellas ideas y experiencias que tenían los participantes sobre los cambios de hora en diferentes lugares del mundo, las visiones geocéntrica y heliocéntrica, los movimientos de la Tierra, los cambios de posición del sol y como estos hacían parte de su vida diaria.

La estructura del trabajo se ha dividido en cinco capítulos distribuidos de la siguiente forma; en el primero se describe la problemática presente en la enseñanza de la astronomía y se realiza el correspondiente análisis de los antecedentes sobre las preocupaciones de los docentes investigadores alrededor de las ideas de los estudiantes en astronomía, el modelo Tierra – Sol y el globo terráqueo. En el segundo se ponen en discusión los procesos de construcción de las explicaciones a partir de las relaciones existentes entre experiencia y lenguaje en su estrecha relación con el conocimiento. En el tercero se exponen los conceptos fundamentales para el trabajo escolar, tales como el movimiento de la Tierra, la posición

observable del sol, las coordenadas terrestres, la posición geográfica y su relación con los cambios de horario y los sistemas de referencia. En un cuarto capítulo se encuentran los referentes metodológicos, la descripción de la ruta didáctica y las actividades. Un último capítulo presenta las principales reflexiones y análisis de resultados a partir del desarrollo de las categorías tenidas en cuenta a raíz de la investigación, posterior a este se encuentran las conclusiones y para finalizar los anexos que recogen principalmente las actividades implementadas durante la propuesta.

### 1. Sobre el campo de estudio; la astronomía en la escuela

La astronomía ha sido por muchos siglos un tema de interés para la humanidad, despertando la curiosidad por entender el universo, generando una necesidad de organización de los distintos objetos celestes presentes en él y el lugar que ocupa el planeta tierra, en el que vivimos los seres humanos en dicha organización. Sin embargo, este grado de interés ha cambiado significativamente en los últimos siglos generando una reorganización de las ciencias naturales, en la cual el grado de especialización de cada una ha tomado caminos tan abstractos que es difícil vincular dichos conocimientos a experiencias cercanas a la cotidianidad. Tal es el caso de la cosmología, una rama de la astronomía que al tratar de responder las preguntas sobre el origen del universo y su evolución se ha complejizado al punto de tener que desarrollar nuevas herramientas matemáticas tan abstractas que su carácter en las aulas de clase es por completo teórico, lo cual termina desligando los intereses de los investigadores en ciencias, docentes y estudiantes.

No obstante, la importancia de la astronomía en las aulas de clase tanto en bachillerato como en la formación profesional de docentes en ciencias, parte de su carácter transdisciplinar y de articulación de las distintas ramas del conocimiento, así como el interés que genera en las clases de ciencias, lo cual fomenta la comprensión de teorías y conceptos disciplinares puesto que los acercan a sus vivencias e intereses particulares desde diferentes ámbitos, como se verá más adelante en algunas experiencias desarrolladas durante la implementación del presente trabajo.

De igual manera es de resaltar la capacidad de abstracción que surge como resultado del estudio de la astronomía, ya que nos hace conscientes de la responsabilidad como seres humanos habitantes del planeta, apoya la construcción de una ciudadanía que se interroga e indaga sobre diferentes sucesos: climáticos, astronómicos, biológicos, geopolíticos, entre otros; permitiendo así mantener y/o mejorar las condiciones de vida y el equilibrio en nuestro planeta, y entender las múltiples y complejas relaciones entre estos. Como lo plantea Lanciano, N.

(1989) la astronomía desarrolla habilidades tales como el pensamiento matemático espacial, la comprensión, manejo y extrapolación de coordenadas, así como la concientización de la responsabilidad de participar en las decisiones que involucren el futuro del planeta, partiendo del conocimiento mismo del lugar en que se habita, sus características, la relación con el resto del universo y la importancia de la vida en el mismo.

De igual manera la experimentación y las observaciones del cielo juegan un papel importante en la construcción del conocimiento y fortalecen la intuición, que más adelante se hará necesaria en la elaboración de explicaciones y corroboración de teorías, sin contar con el hecho que hace más significativo el proceso de comprensión de los fenómenos naturales por los estudiantes. La elaboración de representaciones y de modelos, permite reconfigurar los fenómenos y convertirlos en “objetos de estudios”, y de esta manera hacer inteligible el universo que habitamos.

A pesar de que se tienen en cuenta los anteriores aspectos en la enseñanza de la astronomía como una parte de la enseñanza de la física y de las ciencias naturales, existen bastantes preocupaciones en cuanto a la forma en la que se realiza la conceptualización y acercamiento a los fenómenos físicos que son tratados en la educación primaria, media secundaria y superior. Uno de los principales problemas presentes en la enseñanza de la astronomía, como lo presenta Langhi, (2004) es que no se retoman las experiencias sensibles que tienen los estudiantes, y en muy pocas ocasiones se propician espacios en los que puedan acercarse a observaciones directas del cielo, que les permitan hacer sus propios análisis y las construcciones dinámicas generadas en las interacciones grupales. Lo anterior puede ocasionar una desconexión entre las ideas propias de los estudiantes y los modelos físicos, construidos por la comunidad científica y enseñados en las instituciones escolares, además de producir aprendizajes poco significativos, generando así bajo interés y motivación en la indagación de dichos fenómenos.

Si nuestro modo de conocer se desarrolla a partir de las experiencias sensoriales que tenemos, la construcción de conocimiento no puede estar desligada de lo que vemos, olemos, oímos o tocamos, y así mismo éste no puede darse sin la reorganización de la estructura

construida a lo largo de nuestras vidas. (Arca , Guidoni, & Mazzoli, 1990). Agregado a esto, en los escenarios académicos frecuentemente se relaciona el conocimiento con la información contenida en teorías, libros y mallas curriculares, sin tener en cuenta la importancia de las construcciones y elaboraciones mentales de los estudiantes, provenientes de una construcción del conocimiento que llega a través de la práctica.

Pero no solo basta con un acercamiento a dichas experiencias como la observación de la luna, el sol a simple vista o de los planetas y estrellas a través de un telescopio, de igual manera se hace necesaria una mediación entre la experiencia con el fenómeno y los modelos existentes que lo relacionan ya que esto no garantiza que los estudiantes puedan comprender, por ejemplo, el modelo heliocéntrico o geocéntrico. Por lo que se hace necesario una intervención estructurada que permita pasar de la realidad local - a la cual se está acostumbrado y de la cual se tiene suficiente experiencia - a aquella realidad modelizada que trae consigo la enseñanza de las teorías y representaciones matemáticas.

Otra de las dificultades que se encuentran ligadas a lo ya mencionado, es que en la educación que llamamos tradicional, el punto de partida no son las ideas de los estudiantes; desde nuestra perspectiva para el desarrollo de procesos de aprendizaje significativos, se hace absolutamente necesario acudir a la percepción que tienen los estudiantes de los fenómenos expresadas a través de sus propias ideas, por medio del lenguaje que utilizan, ya que éste trae inmersas las situaciones culturales, preguntas, imágenes mentales, etc., en fin, su conocimiento común. El tener en cuenta la representación de las diferentes percepciones de observación del sol, por ejemplo, explícitas por medio de sus formas de hablar, fortalece el ejercicio de acompañamiento en la exploración de fenómenos como el movimiento de la Tierra, o interrogantes sobre su propia ubicación en la esfera terrestre y la de otras personas que se encuentran en lugares distantes, situaciones que constituyeron grandes interrogantes o problemas de conocimiento lo largo de la historia de la humanidad.

De esta manera existen aspectos como los antes mencionados que no son tomados en cuenta al momento de acercar a los estudiantes al estudio del universo, la gran mayoría derivados, por



otra parte, del nivel de abstracción necesaria para poder comprender fenómenos que no son apreciados en la cotidianidad. Sin embargo, se puede trabajar justamente partiendo de allí, desde los eventos del cielo observables, para luego en un proceso de extrapolación y contrastación realizado por los mismos estudiantes, construir sus propios modelos de explicación y/o comprender los modelos que la comunidad científica a lo largo de la historia ha elaborado, lo que sin lugar a dudas representan experiencias educativas que enriquecerán su lenguaje y explicaciones en ciencias.

### **1.1 Investigación en Colombia**

Se encuentra presente entre los docentes y futuros docentes una preocupación concerniente a la enseñanza de la astronomía tanto a nivel universitario como escolar respecto a la problemática mencionada.

Al realizar la revisión de los antecedentes mostrados en la tabla 1, se puede observar como el trabajo de la astronomía en la escuela es una preocupación que se hace presente en el país, y frente a lo que los resultados de dichos trabajos derivan en una necesidad de construir actividades que les permitan acercarse a los fenómenos y vivenciarlos con problemas cercanos a su cotidianidad. De igual manera explicitan la necesidad de vincularlos con otras áreas disciplinares como la matemáticas, mediante el desarrollo del pensamiento matemático espacial, el cual constituye un elemento fundamental para la ubicación y orientación por medio de coordenadas, proporciones y unidades de medida entre otros, los cuales hacen parte de las preocupaciones e intenciones del presente trabajo.

Algunos trabajos de investigación mostrados en la siguiente tabla nos hablan sobre lo que se investiga en Colombia en cuanto a la didáctica de la astronomía.

Tabla 1. Descripción de algunas investigaciones en Colombia.

Autor	Objetivo	Propuesta	Implementación	Conclusiones
Oscar Giovanni Giraldo Salazar Universidad Nacional (Medellín) Tesis de Maestría	Promover el desarrollo del pensamiento espacial en los alumnos de grado décimo mediante la construcción de un observatorio solar	Por medio de la observación solar se buscó que los estudiantes se ubicaran y analizaran el trayecto del sol. Con ayuda de elementos de la geometría elemental y con la construcción del observatorio se pretendía obtener un desarrollo más alto del pensamiento espacial	Se les pidió a los estudiantes realizar la construcción del observatorio solar y posterior a esto entregar una guía detallada de su trabajo. No se les dieron instrucciones específicas ni guías de trabajo.	Para fomentar la motivación y propiciar la construcción de conocimiento, se hace necesario: - El trabajo realizado en espacios no tradicionales -La manipulación y construcción de material didáctico mediado por un docente
Xiomara de Jesús Ramírez Universidad Nacional (Medellín) Tesis de Maestría	Innovar estrategias que promuevan el interés investigativo en los estudiantes de grado cuarto de primaria en temas de astronomía	Realizar actividades de ubicación en el barrio y sobre el globo terráqueo, husos horarios, así como actividades observación de las fases lunares y el sol por medio de la construcción de un observatorio solar, donde se realizaron actividades de registro de sombras al medio día.	Se realizó la explicación de las actividades a los estudiantes, padres de familia y algunos docentes. Se desarrollaron las actividades y se realizó una muestra en el colegio.	-Se hace más fácil partir del pensamiento concreto hacia lo abstracto por medio de experiencias prácticas de interés y actividades que involucren a la comunidad educativa - La comprensión de los fenómenos celestes fomenta el interés - Las muestras a la comunidad educativa mejoran la capacidad de análisis y habilidades de discurso
Jenny Astrid Cárdenas Universidad Nacional (Bogotá) Tesis de Maestría	Diseñar una propuesta de actividades para grado sexto sobre nociones básicas de Astronomía en la que se expliciten interrelaciones con temas de matemáticas	Por medio de ocho actividades pretende que los estudiantes desarrollen pensamiento crítico y experimenten por sí mismos el proceso de construcción y validación del conocimiento	Las actividades involucran temas como ubicación de estrellas con ayuda de puntos cardinales y coordenadas de posición, estimación y redondeo, elaboración y análisis de conjeturas, razones y proporciones, unidades de medida y distancias astronómicas	El trabajo con estudiantes en las áreas de matemáticas y astronomía fortaleció su labor docente al lograr desarrollar actividades significativas para los estudiantes

### 1.1.1 Investigación en el departamento de Física de la UPN.

De igual manera sin ser ajenos a la problemática presente algunas investigaciones realizadas como trabajos de grado de la Licenciatura en Física bajo la preocupación de mejorar las

prácticas de enseñanza de la astronomía, buscan principalmente identificar las ideas de los estudiantes y las comunidades por medio de actividades realizadas en el aula y la interacción lingüística entre estudiantes, maestros y la comunidad en general.

En la Tabla 2 se relacionan algunos de los aspectos principales encontrados en dichas investigaciones.

Tabla 2. Descripción de algunas investigaciones realizadas en la UPN

<b>Autor</b>	<b>Eventos trabajados</b>	<b>¿Cuál fue su objetivo?</b>	<b>¿De dónde provienen las ideas de los estudiantes sobre eventos astronómicos?</b>	<b>¿Cómo llevar la astronomía a la escuela?</b>	<b>¿Cómo se desarrollaron las actividades para llegar al objetivo propuesto?</b>
<b>Carlos Castañeda</b>	La observación del cielo Bogotano	Identificar los aspectos que permiten determinar una ruta para llevar la astronomía a la escuela	De hechos relacionados con su experiencia, de fenómenos sociales y naturales, de los medios de comunicación y del cielo	Son necesarias una serie de actividades en las que se involucre la astronomía como herramienta para las demás áreas de estudio	Rescatando las preguntas de los estudiantes y mostrándoles que también fueron dudas que contribuyeron al desarrollo de la astronomía históricamente
<b>Johana Valero</b>	Las fases lunares	Reconocer los saberes de una cultura mediante el diálogo de saberes a partir de las fases de la luna	Del diálogo de saberes generado por la experiencia de las personas de la comunidad	Por medio de una construcción colectiva del diálogo de saberes entre las ideas de los estudiantes, la comunidad escolar y el saber común	Tomando un evento astronómico que permita involucrar los saberes de la comunidad rural, la escolar y el reconocimiento de cada individuo
<b>Francisco Orozco - Johnson Bohórquez</b>	Las fases lunares	Describir la modelización en el aula e identificar los modelos elaborados por los estudiantes a partir de las fases lunares	De la asociación de sus propios significados subjetivos e intersubjetivos	Por medio de las preguntas, la observación, la modelización y la elaboración de modelos	Permitiendo la elaboración de explicaciones por medio de la creación de modelos que puedan representar las ideas que se tienen sobre algún fenómeno
<b>Edgar David Guarín</b>	Espacio y tiempo	Identificar la diversidad conceptual y epistémica de saberes en los diferentes modos de hablar en el aula	De la experiencia sensible con algunos fenómenos	Desde las actividades estructuradas no lineales; la orientación y la ubicación; la interacción lingüística con estudiantes y docentes	La conversación con los estudiantes, la manipulación de instrumentos de medida, elaboración de sistemas de referencia y actividades de orientación y ubicación

Como se puede observar la principal fuente de las ideas y elaboraciones de los estudiantes provienen de un contacto directo con los fenómenos, ya sean sociales o naturales, y de la interacción que se lleva a cabo entre ellos y los integrantes de sus comunidades. Por lo tanto involucrar la astronomía en el aula permite relacionar estas explicaciones que tienen sobre el mundo y relacionarlas con las diferentes asignaturas que tienen en su plan de estudios. Lo cual va un poco en dirección contraria a lo que se encuentra regularmente en las aulas de clases; “La mayoría de los problemas en la escuela carecen de una conexión fuerte con el propósito de las disciplinas. Más bien los problemas son principalmente pretextos para ejercitar el mecanismo de la educación algebraica y científica.” (Perkins, 1985)

De igual manera la pregunta sobre las ideas de los estudiantes es abordada por los investigadores, lo cual muestra una preocupación por tener en cuenta las diferentes concepciones formadas a lo largo de la vida como punto de partida para poder ligar los nuevos conocimientos, respetando la estructura de saberes que además involucra a los demás integrantes de la comunidad.

De esta manera el presente trabajo se sitúa en dicha línea de investigación, por medio del reconocimiento de dichos saberes y aprendizajes que les permitan conocer las características de lo local dentro de lo global, para poder participar activamente y de forma crítica dentro de su comunidad.

## **1.2 Investigaciones Internacionales.**

Al realizar una revisión de las investigaciones realizadas en otros países se pudo encontrar que de igual manera que existe una preocupación por mejorar la enseñanza de la astronomía ya que esta fortalece las labores de enseñanza de las demás áreas del currículo, puesto que desarrolla en los estudiantes el espíritu investigativo a cerca de los diferentes eventos y fenómenos de la naturaleza. Se han escogido tres investigaciones, dos de ellas realizadas en Italia y una tercera de Argentina, que trabajan bajo la misma preocupación de realizar una mejoría en los procesos

de enseñanza entorno al sistema Tierra- Sol y la elaboración de explicaciones que los 8  
estudiantes pueden realizar sobre ello.

*Tabla 3 Algunas investigaciones internacionales*

<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>Liliana Piragua Italia</b>	Evidenciar las características del pensamiento científico de los estudiantes en un contexto científico diseñado según las particularidades de la escuela.	Realizar una serie de actividades que propicien un ambiente científico con estudiantes de una escuela rural y posteriormente analizar las teorías que ellos elaboran	Todas las formas de conocer y todas las construcciones deben ser reconocidas como importantes El aula es el epicentro de la posibilidad del diálogo, siendo una vía para la construcción de conocimiento. Es necesario saber hablar, escribir y discutir sobre diferentes fenómenos y relacionarlos con sucesos cotidianos para respetar la cultura de base.
<b>Enrica Giordano Italia</b>	Utilizar el globo terráqueo paralelo como instrumento para la práctica didáctica, difundiendo una idea de educación capaz de integrar lo concreto y manual, la observación, la experimentación y la reflexión, posibilitando comprender fácilmente el día y la noche, los husos horarios y las estaciones	Construyendo actividades por medio del globo terráqueo para que las personas en diferentes partes del mundo las realicen y documenten sus observaciones	Enseñar desde una perspectiva diferente significa también tener un modelo de aprendizaje diferente, significa ver la ciencia desde una perspectiva diferente.
<b>Bernat Martinez Sebastia Argentina</b>	Ligar la investigación sobre las ideas, razonamientos y obstáculos de los profesores de primaria con la planificación de la enseñanza del modelo Sol-Tierra para explicar el ciclo día/noche y las estaciones.	Por medio de clases y cuestionarios de preguntas abiertas y de opción múltiple sobre el modelo Sol-Tierra se buscaron aspectos observacionales y descriptivas en las respuestas de los estudiantes	Lograr que los estudiantes aprendan Astronomía, y que lo hagan de un modo significativo y relevante, es un largo proceso de construcción social. Después de años de escolarización el conocimiento del modelo Sol-Tierra alcanzado puede ser catalogado como conocimiento “inerte”, inservible. Desde el modelo de enseñanza por investigación dirigida es posible elaborar un programa de actividades para la introducción de los contenidos de astronomía relacionados con el modelo Sol-Tierra

Como se puede ver en la tabla 3 la preocupación por la enseñanza del sistema Tierra Sol que por siglos preocupó tanto a científicos, como a filósofos y eclesiásticos hoy en día hace parte de varias problemáticas en la enseñanza de la astronomía, ya que es visto en la mayoría de las escuelas sin que los estudiantes puedan apropiarse de él ni asociarlo a eventos naturales y

situaciones cotidianas, por lo que se repiten los supuestos básicos que se tienen sobre una visión heliocéntrica pero usualmente no se hace que éstos se apropien de dicha problemática por entender el universo donde habitan. Sus investigaciones apuntan a una enseñanza basada en la construcción de conocimientos desde una perspectiva que tenga en cuenta tanto el contexto como las relaciones que se presentan en él, involucrando los aspectos cotidianos de su vivir.

De igual manera se puede apreciar como la astronomía captura la atención de docentes investigadores que tras realizar una serie de actividades y propuestas encuentran falencias en los procesos de conceptualización que tienen los estudiantes, y apuntan hacia el rescate de las ideas propias de estos sobre el mundo, orientándolos a que se reconozcan como investigadores activos. Lo anterior refleja la necesidad de trabajar con los estudiantes de manera que puedan realizar la transición entre modelos científicos y las imágenes o representaciones que tiene cada uno de acuerdo a su experiencia del mundo, y respalda el presente trabajo como un aporte a las investigaciones en la enseñanza de la física desde la astronomía.

En los capítulos posteriores se realizarán algunas reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias y en particular de la astronomía, así como algunos conceptos que se tuvieron en cuenta en el trabajo con los estudiantes, con el fin de ampliar las problemáticas planteadas.

### 2. Enseñanza de las ciencias y de la astronomía

En el presente capítulo se desarrollan algunas reflexiones en torno a la enseñanza de las ciencias a partir de los postulados de algunos autores a cerca de la elaboración de explicaciones y la forma en la que la experiencia y el lenguaje juegan un papel importante en la construcción de conocimiento; destacando el rol del docente como mediador entre el conocimiento científico y las estructuras de conocimiento de cada estudiante.

Para comenzar es necesario reconocer que en el trabajo de cualquier grupo de estudiantes sobre determinado fenómeno, es necesario tener en cuenta las estructuras de conocimiento particulares, ya que cada uno lleva consigo una red de experiencias que continúa alimentándose a diario de forma integrada y no con la fragmentación que se les ofrece al entregar hechos desconectados entre sí, o simple información para repetir. La necesidad de continuar en la construcción y enriquecimiento de dichas redes que permitan relacionar diferentes situaciones, mediante las explicaciones de fenómenos físicos y hechos observables desde en su experiencia cotidiana, debe ser *tan intenso como el deseo de vivir* (Arca , Guidoni, & Mazzoli, 1990).

Si bien uno de los principales inconvenientes es que los diseños curriculares y la organización de contenidos que se trabajan por cada grado, es abordado en muchos casos a partir de los libros didácticos o de estructuras propuestas en los estándares. Sería más conveniente que el docente tomara esas decisiones elaborando el diseño curricular en función del contexto en el cual se encuentra inmerso, lo cual demanda un dominio profundo de los conceptos implícitos en las formulaciones más generales, para poder estar alerta de todos aquellos temas en los que puedan presentarse ambigüedades, o concepciones desligadas de los modelos y la experiencia, y de esta manera alimentar por medio de la práctica y la experiencia numerosas situaciones que permitan a los estudiantes elaborar conceptos sólidos, sobre los que puedan discutir con profundidad y argumentos.

Cabe aclarar que al hablar de un diseño curricular elaborado por los docentes se está haciendo referencia a una herramienta cargada de propósitos y no simplemente datos

organizados jerárquica y cronológicamente, como lo plantea Perkins (1985). Lo cual le da a los estudiantes mayor flexibilidad respecto al conocimiento ya que se convierte en un agente activo en la vida cotidiana y académica. De esta manera la comprensión va a encontrar apoyo en la percepción y la importancia general de determinado conocimiento, las ideas demasiado abstractas de la realidad carecen de interés por parte de los estudiantes ya que no poseen utilidades, ni fines que alimenten su curiosidad natural.

## **2.1 Experiencia y lenguaje**

En el estudio del proceso cognitivo de cualquier persona, ya sea niño o adulto, puede encontrarse una estrecha relación entre la experiencia y el lenguaje, para luego hablar del conocimiento que tiene sobre determinado tema. Retomando a Arca , Guidoni, & Mazzoli, (1990) en cuanto al lenguaje, por más compleja que pueda ser la comunicación con cualquier ser humano, siempre existen unos esquemas de representación que permiten establecer un lenguaje por medio del cual se puede llegar a analizar dicho proceso cognitivo. Y así mismo se puede dar cuenta de algunas experiencias significativas que ha tenido en el recorrido de su existencia, por medio de la forma de hablar, explicar o comunicarse.

El continuo de experiencias que tiene cada persona es único y lo suficientemente extenso como para imaginar un universo en el interior de cada uno, y es lo que le posibilita identidad y autenticidad, puesto que la forma en la que alguien ha vivido su vida es única y no puede ser expuesta por completo. Así como el acercamiento a los fenómenos naturales se hace tan lejano de una objetividad total; así mismo, el acercamiento a la red de experiencias y estructuras cognitivas de cada ser humano se encontrará limitado a las representaciones que pueda generar.

Los múltiples elementos que contribuyen a la formación de dicha organización interna en cada persona son el resultado de una continua interacción con los demás, con los fenómenos naturales, y con los criterios propios de validación de la comunidad a la cual pertenece. Entonces puede decirse que el modo de conocer de cada uno se desarrolla en un proceso continuo a partir del modo de acceder y organizar sus sensaciones, con modos y criterios que



son una proyección y elaboración de los modos de vivir más elementales, (Arca , Guidoni, & Mazzoli, 1990).

Es entonces la experiencia una vivencia directa y en interacción con la realidad, pero esto en sí mismo no constituye conocimiento, para poder hablar de conocimiento es necesario que se ponga en palabras, en esquemas, símbolos, dibujo, etc., en otras palabras que la experiencia que tiene ese carácter tan individual, se pueda expresar por medio de un lenguaje a los demás para poder dar cuenta del proceso cognitivo que lleva una persona.

## **2.2 Elaboración de explicaciones**

Existe una necesidad que está presente en el proceso de acercamiento y observación de los fenómenos naturales y es aquel interés que surge de manera espontánea de querer dar explicación a las experiencias cotidianas, incluso si nadie se las solicita, lo cual es válido tanto para adultos como para niños en especial para los últimos, puesto que tienen frente a sí un universo por explorar mucho más grande; en parte podría decirse que es por la poca experiencia que han tenido de él pero también porque se encuentran atentos a cada suceso desconocido para ellos. De esta manera cada uno de aquellos discursos que vienen después de atravesar por cualquier situación, son las explicaciones que se entregan a los demás para justificar el entendimiento que se tiene sobre lo acontecido, y con lo cual se pretende hacer valer un punto de vista propio para encontrar aceptación.

En ocasiones la necesidad de hacer válido un planteamiento o una explicación puede verse como una necesidad de imponer una idea y se buscan todo tipo de argumentos, recurriendo a las experiencias propias sobre el tema, hasta que se logre establecer un planteamiento que encaje con la experiencia del otro. Sin embargo cabe aclarar que por más que las explicaciones propias coincidan con alguna experiencia del otro no necesariamente se presentará el caso en que se produzca una unanimidad en el pensamiento. (Bautista & Rodríguez, 1996).

A pesar de saber que no se llegará a un conocimiento que esté libre de la subjetividad y que sea común a todos, la actividad de construir estas explicaciones a partir de las diferentes

experiencias y acercamientos que se tengan con los fenómenos naturales lo más objetivamente posible es lo que ha fundamentado la actividad científica a lo largo de su historia. Y la caracterización del proceso de elaboración de dichas explicaciones permite re significar la labor de enseñanza de las ciencias, lo cual fortalece los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Como lo plantea Chaparro (2000):

“...la ciencia, es realizada por seres humanos que desde contextos culturales particulares asumen intencionadamente la elaboración de explicaciones a los fenómenos del mundo natural que han sido relevantes a cada una de las comunidades. Estas explicaciones son, por una parte, elaboraciones de los individuos comprometidos con una manera particular de ver el mundo (representaciones) y, por otra, son reconocidas como significativas para una determinada comunidad en una época específica (Juicios, proceso de validación)”

En el proceso de elaborar una explicación científica se hace necesario apropiarse del fenómeno trabajado, trayéndolo al contexto propio de cada ser humano, para facilitar su interpretación, ya que el continuo de percepciones que cada sujeto ha elaborado a lo largo de su existencia se replantea constantemente y se alimenta con cada nuevo evento. Trayendo el fenómeno a terrenos conocidos se podrán establecer conexiones más fuertes para posteriormente poder extrapolarlo a situaciones análogas, por lo que el fenómeno se constituye en un agente activo que propicia el entendimiento y la creación de una imagen del mundo. De esta manera las explicaciones juegan un papel fundamental en la reformulación de teorías propias de cada individuo, ya que le permiten exponer sus propios puntos de vista, cuestionarlos y reformularlos de acuerdo a los criterios de validación elaborados a lo largo de su vida.

De acuerdo con Maturana & Varela, (1990):

“... las explicaciones son proposiciones presentadas como **reformulaciones** de experiencias que son aceptadas por un interlocutor en respuesta a una pregunta que requiere explicación, de manera que las explicaciones son experiencias del observador en el ámbito de las ciencias y éste es expansivo en el sentido en que se dan nuevas experiencias, nuevas preguntas que generan nuevas explicaciones”

Por otro lado al analizar la experiencia y la explicación pueden verse distanciadas temporalmente, es decir que una sucede, se da un tiempo de reflexión y posteriormente aparece la otra, sin embargo la mayoría de las explicaciones entregadas a otros o a si mismo ocurren lo más inmediatamente posible. *...esto es porque colapsamos la experiencia con la explicación de la experiencia, quedándonos solo con la explicación de la experiencia...* (Maturana, 1997). Lo cual muestra una fuerte relación entre experiencia y explicación. Sin embargo lo que sucede posteriormente es lo que fortalece la idea que se tiene sobre dicho fenómeno, ya que en cuanto es expresada o puesta en representación, se somete a la validación de los demás o incluso la aceptación propia y es aquí donde se trae a discusión otras experiencias o ideas que se tengan sobre estas. Y aquí cada uno decide si acepta o rechaza una explicación de acuerdo a unos criterios propios que han sido puestos a prueba de igual forma con anterioridad.

La forma en la que sean recibidas las explicaciones del otro también afecta los criterios utilizados para desechar o aceptar una idea y sus argumentos, por lo que de nuevo la búsqueda de la objetividad se limita ya que cada ser humano escucha los planteamientos de otro desde su propia experiencia.

Entonces es posible ver que el acercamiento a cualquier fenómeno natural trae consigo una necesidad de explicación, y que dicha construcción no se realiza únicamente con base a la experiencia propia ya que realizar cualquier representación o exponer en un lenguaje trae consigo una puesta a prueba por medio de la experiencia de los demás, la cual determinará por medio de unos criterios de aceptación la validez o el rechazo de dichas explicaciones. De ser rechazada, se buscará dentro de la experiencia anterior argumentos que puedan encajar con las experiencias de los demás, lo cual cuestionará o enriquecerá la experiencia propia y la del otro. Pero de ser aceptada probablemente la persona se quede con esa idea hasta que llegue alguien más que ponga a prueba de nuevo dichos planteamientos.

Es entonces en el intercambio de ideas en ambientes colectivos donde se fortalece la construcción del conocimiento, se ponen a prueba sus concepciones internas mediante el uso

de un lenguaje y unas representaciones, se da lugar a un establecimiento de criterios propios y acuerdos para comprender un fenómeno.

El papel del maestro se encuentra ligado a la construcción creativa de dichos espacios, en los cuales cada estudiante pueda tener un acercamiento a un fenómeno determinado y pueda construir una explicación por medio de su conversación con sí mismo y con otros y en el que necesite refinar su lenguaje para hacerse entender lo más claramente posible. Esto se convierte en un proceso intersubjetivo en el que la aceptación se hace consiente y basada en argumentos, entonces se acepta el argumento del otro siempre que el propio sea menos contundente. Se debe poner a prueba toda la creatividad para alcanzar la aceptación en los criterios de validación del otro, o por al menos captar su atención para que quiera escucharlo de la manera más significativa posible. *“Se trata entonces de formar personas que puedan desarrollar la actividad de producción de conocimientos más que de la simple adquisición o distribución de los mismos”* (Bautista & Rodríguez, 1996)

De esta manera se puede concluir que la construcción de explicaciones de los estudiantes es muy importante para el proceso de aprendizaje en ciencias, puesto que por medio de éstas el docente puede estar atento a las concepciones y acercamiento de cada estudiante con los fenómenos trabajados, y le permite plantear nuevas actividades que fortalezcan su desempeño. De igual manera la relación entre la experiencia, el lenguaje y sus representaciones constituyen elementos a tener en cuenta en la elaboración de una ruta didáctica para trabajar en astronomía, ya que como se mencionó en el capítulo 1 el nivel de abstracción al que ha llegado dicha disciplina dificulta los procesos de enseñanza y hace que los estudiantes pierdan interés en el tema, puesto que son conceptos que se vuelven exclusivos de ambientes escolares.

### 3. La astronomía, conceptos fundamentales para el trabajo escolar

Como se ha venido mencionando en los capítulos anteriores, las dificultades de la astronomía en la enseñanza de las ciencias radica principalmente en cuanto a la complejidad de algunos conceptos y el nivel de abstracción que debe hacerse para poder llegar a comprender fenómenos como la rotación terrestre y el sistema Tierra – Sol. Por ello, en este capítulo se hará una breve descripción de aquellos conceptos fundamentales tenidos en cuenta en toda la investigación, a partir de las observaciones que pueden hacerse desde diferentes partes del planeta y resaltando las dificultades que puede tener un estudiante al encontrarse con dichos fenómenos.

#### 3.1 Ubicación y coordenadas terrestres

En las últimas décadas se ha estado indagando en la forma en que la enseñanza de la astronomía puede llegar a generar una conceptualización fuerte en temas específicos de la física que son bastante abstractos para los estudiantes. Uno de ellos es el tiempo (cuyas primeras aproximaciones de medida fueron realizadas teniendo en cuenta sucesos astronómicos como la puesta y salida del sol, el ciclo lunar, solsticios y equinoccios), que proporciona a la enseñanza de la astronomía un material bastante amplio con el cuál se pueden elaborar actividades prácticas que permitan a los estudiantes indagar sobre temas como la rotación de la Tierra, los sistemas Tierra-Sol y Tierra- Luna, así como su asociación a la construcción del concepto de tiempo.

La ubicación de cualquier lugar en el que nos encontremos, se refiere principalmente a la orientación que se tenga, ésta se realiza mediante diferentes puntos de referencia, los principales a los cuales se acude normalmente son los cardinales, y éstos tienen como punto de partida para todos los observadores (que no se encuentren situados sobre los polos terrestres), el movimiento de los principales astros en el cielo.

En el siguiente apartado se hará más explícita la descripción de los cambios de posición del Sol en el firmamento, las dos grandes visiones que modelaron el sistema Tierra – Sol y las implicaciones que tienen en la enseñanza de la astronomía.

### **3.2 Movimiento de la Tierra y posición observable del Sol**

El sol es el principal astro con el cual se pueden localizar de manera rápida los puntos cardinales, - que como se mencionó anteriormente son útiles para la ubicación de cualquier punto sobre la Tierra, ya que su aparición en el cielo es un poco más regular de forma diaria que la de la Luna.

Al realizar la observación de la salida del sol desde un punto situado cerca del ecuador terrestre, (como es el caso para Bogotá) desde la mañana hasta la tarde se puede observar éste como realiza un cambio de posición sobre el firmamento a lo largo de un día, apareciendo inicialmente por un sector que se ha llamado Oriente, ascendiendo lentamente hasta alcanzar una posición máxima por encima del observador llamado “cenit” para comenzar su descenso y alcanzar otro sector contrario; el Occidente. Sin embargo cabe aclarar que no todos los días aparece por el mismo punto y a pesar que se relacione el sector al Oriente o al Occidente, estos dos nombres sí corresponden a dos puntos específicos, por los cuales en días específicos del año el Sol sale o se oculta por allí, según sea el caso. De esta forma cada día el sol va apareciendo un poco más hacia el norte hasta alcanzar un punto máximo y luego comienza a aparecer hacia el sur, pasando por un punto intermedio al cual se le denomina Oriente, de igual manera ocurre con el Occidente.

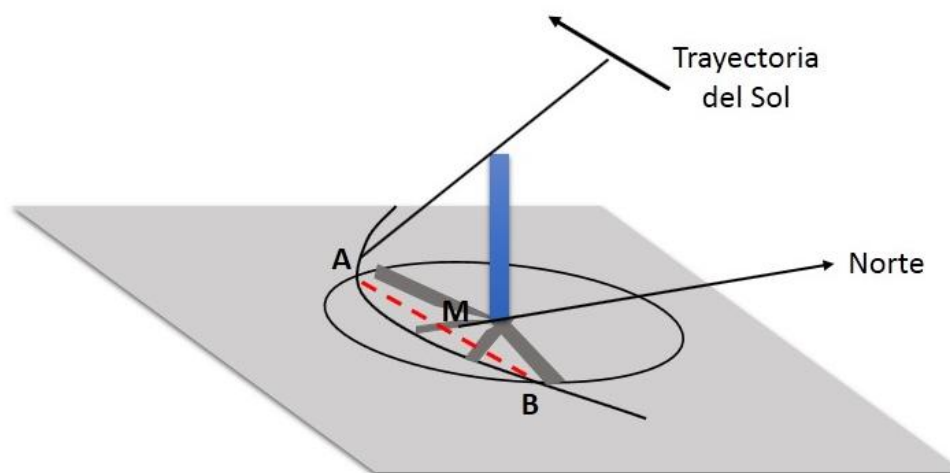
Los días en los que la aparición del Sol se realiza por el Oriente son denominados Equinoccios y los días en los que aparece más al norte o al sur del Oriente sobre el horizonte son denominados Solsticios, si es hacia el norte se conoce como solsticio de verano y si es hacia el sur se conoce como solsticio de invierno, en referencia a las estaciones del hemisferio norte del planeta. Así los equinoccios se producen dos días en el año; el 20 o 21 de Marzo y el 22 o

23 de Septiembre, y el solsticio de verano el 20 o 21 de junio y el de invierno el 20 o 21 de diciembre. 18

Otra forma en la que puede evidenciarse el movimiento del sol es por medio de la variación de las sombras que se producen con los objetos al ser iluminados por éste, el cambio de tamaño y la dirección pueden mostrar la ubicación del sol, y por lo tanto el cambio de posición a lo largo de un día. Como ya se mencionó, el Sol aparece sobre un sector sobre el horizonte, se desplaza sobre el cielo hasta alcanzar un punto máximo y comienza a descender en la dirección contraria a donde salió y en las sombras se puede ver esta variación, ya que en las mañanas al aparecer el Sol las sombras van a ser prolongadas y en la dirección contraria a donde se encuentra, cerca del mediodía tendrán una longitud menor y durante la tarde comenzarán a prolongarse de nuevo pero en dirección contraria. Esto muestra un cambio de posición del Sol, sin embargo al hacer un seguimiento diario, se puede observar que la dirección de las sombras presenta un cambio, esto es porque como ya se mencionó, el sol no aparece ni se oculta todos los días por el mismo punto exactamente.

Los días en los cuales el sol sale

No obstante con este mismo seguimiento y un registro constante y sistemático de las sombras a lo largo de un día puede determinarse la meridiana del lugar, la cual se refiere a una línea que conecta el norte y el sur y que pasa exactamente sobre el cenit. Para trazarla basta con realizar un círculo sobre el suelo y en la mitad ubicar un “gnomon” (objeto alargado que pueda servir para proyectar sombra), luego de esto se registran todas las sombras y al final se traza una curva que las una todas. Como puede verse en la figura 2, los puntos A y B donde dicha curva corta con el círculo al unirse trazaran la línea oriente – occidente y si se halla su mediatriz y se une con el punto donde se encontraba el gnomon, se habrá hallado la meridiana local que no es otra que la línea sur – norte (Ganghi, 2014).



*Figura 1. Determinación de la meridiana del lugar*

Estas observaciones pueden realizarse obteniendo como resultado la localización de los puntos cardinales con los que se realiza la orientación cotidiana, y son aplicables a cualquier lugar de la Tierra diferente de los polos, por lo que cabe preguntarse ¿Cuáles son las características importantes de las observaciones para otras partes del mundo?

En la siguiente tabla comparativa de observación del Sol en diferentes puntos del planeta trae consigo características totalmente distintas, sobre todo en puntos como son los polos y el ecuador, basada en el libro de Hernández, (2015). Se detallan dichas características para diferentes observadores sobre la esfera terrestre



Tabla 4. ¿Cómo se ve el sol en diferentes puntos del planeta?

Ubicación del observador	Latitud (L)	Duración día/noche	Máxima altura	Descripción general
<b>Polos</b>	90 °	Medio año cada uno	23,44°	El sol describe circunferencias sobre el horizonte con centro en el cenit, las cuales se van reduciendo más desde los equinoccios hasta los solsticios cuando alcanza su altura máxima y comienza a descender hasta el horizonte.
<b>Círculo polar ártico</b>	≈66,56	Mayor de 24 horas cada uno	46,86°	El sol no se pone en un solsticio y alcanza su máxima altura, mientras que en el otro solsticio no sale. La duración de los días y las noches aumentan conforme se esté más cerca de los polos y disminuyen al acercarse a los trópicos
<b>Trópicos</b>	23,44°	Menores de 24 horas cada uno	90°	En un solsticio el sol alcanza 90° de latitud, mientras que en el otro solsticio solo llega a 46,86 grados
<b>Entre los trópicos y el círculo polar ártico</b>	90°>L>23,44°	Día; medio año mayor que la noche en un hemisferio e inverso en el otro	Entre 0° y 90°	El sol sale y se pone cada día
<b>Ecuador</b>	0°	12 horas cada uno	90°	El sol se encuentra sobre el cenit en los equinoccios, en el equinoccio de primavera el sol culmina al norte de la eclíptica y en el de otoño hacia el sur

El estudio de las observaciones de los movimientos del Sol, planteó diferentes interrogantes en los científicos a lo largo de la historia; Eudoxo, Aristóteles, Calipo y Tolomeo, plantearon una Tierra fija e inamovible alrededor de la cual giran todos los objetos celestes, lo cual es bastante aceptable cuando se realiza una observación del sol y la luna en el día, y de los demás astros en la noche. (Gregorio, 2002), sin embargo Aristarco de Samos, fue el primero en concebir una teoría heliocéntrica anticipándose en aproximadamente 1700 años a Copérnico. Aristarco realizó una proporción del tamaño y distancia a la que se encontraba el sol respecto de la Tierra, concluyendo que este era 19 veces mayor que la Luna y se encontraba a una distancia 19 veces mayor que la de la Luna a la Tierra, y fue de esta forma que llegó a la conclusión que un objeto tan grande como el Sol no podía girar alrededor de otro tan pequeño como la Tierra. (Ferris, 1990). A pesar que las proporciones no eran cercanas a las reales fue el

primero en proponer un modelo que no estuviera centrado en la Tierra sino en el Sol, contrario a lo que apuntaban las observaciones de los astros en el firmamento.

El modelo geocéntrico que se mantuvo vigente por aproximadamente 2000 años, no es aceptado en la actualidad debido a que hoy en día se sabe que los objetos sobre el firmamento hacen un recorrido en forma esférica sobre el observador de oriente a occidente es el resultado de la rotación terrestre, sin embargo a pesar de esto en la enseñanza de la astronomía y en la orientación local, no puede ser descartado por completo, ya que es un punto de cohesión entre la experiencia sensible y los modelos teóricos. (Lanciano N. , 1989)

Hoy en día se trabaja bajo algunos supuestos que entregan cierta idea de una visión heliocéntrica, sin embargo desde la Tierra no es posible llegar a percibir el movimiento de traslación y el de rotación terrestre, ya que solo alcanzamos a ver el cambio de posición de los astros en el cielo. Algunos de los elementos que corresponden al modelo centrado en el Sol se pueden resumir de la siguiente manera; a) La Tierra se mueve con movimiento propio alrededor del Sol sobre una órbita elíptica casi circular con velocidad no totalmente uniforme y su periodo de traslación es lo que usualmente se conoce como un año, b) además del mencionado movimiento de traslación alrededor del Sol, la Tierra realiza un giro sobre su propio eje, el cual atraviesa la Tierra desde el polo norte hasta el polo sur, c) la circunferencia llamada Ecuador es el resultado de atravesar un plano por uno de los puntos intermedios entre los dos polos, y sirve de referencia para tomar medidas como la latitud y por último d) el eje de la Tierra presenta una inclinación de  $23,44^\circ$  con respecto al plano del ecuador solar.

Estos últimos aspectos del modelo heliocéntrico son bastante difíciles de trabajar en una clase de astronomía ya que el acercamiento a la experiencia sensorial no permite salir de la visión geocéntrica, así como pasar de lo local que vendría siendo una Tierra plana e inmóvil a una tridimensional con varias clases de movimientos, por lo que se hace necesario realizar todo un trabajo que le permita a los estudiantes realizar dicha transición.

### 3.3 Coordenadas Terrestres

Los sistemas de posicionamiento GPS, la representación del globo terráqueo y los mapas tridimensionales que se manejan hoy en día, se basan en algunas consideraciones que en este momento parecen muy certeras pero que hace casi 500 años no eran tan evidentes. La primera es que se tomará en cuenta el hecho de la esfericidad de la Tierra, la segunda es que el eje de rotación terrestre no se encuentra totalmente perpendicular al plano del sol, cambiando las características del día y la noche en diferentes puntos del mundo como se puede observar en la tabla 4, y una tercera consideración está relacionada con el movimiento de la Tierra sobre el eje comprendido entre el Polo Norte y el Polo Sur.

Al considerar la Tierra como una esfera se hace necesario proyectarse afuera del planeta para poder comprender la localización de cualquier lugar, así como los movimientos de rotación y traslación. Esta situación implica un acercamiento al globo terráqueo, puesto que es el modelo de Tierra que se tiene generalizado, pero que sin embargo conlleva a un enorme inconveniente en la enseñanza de la astronomía, creando una brecha al tratar de situar la posición de cada observador en su plano local como punto de referencia y cualquier otro punto del planeta, puesto que por un lado se tiene una Tierra “plana” con coordenadas bidimensionales como los mapas de ciudades, donde fácilmente se puede ubicar al observador en cualquier punto y tomarlo como referencia para localizar otros puntos y por otro lado se encuentra una Tierra tridimensional.

No obstante las coordenadas terrestres se encuentran basadas en puntos que como se mencionó anteriormente se utilizan para orientarse en cualquier lugar del planeta, estas referencias como se verá a continuación hacen alusión principalmente a los polos.

Para comenzar es necesario realizar la descripción del ecuador terrestre, el cual según las descripciones del globo terráqueo es el único círculo máximo que resulta de atravesar la esfera terrestre con un plano perpendicular al eje de rotación, por lo que es perpendicular al eje de los polos o el eje de rotación de la Tierra y además divide el planeta en dos hemisferios, el norte y

el sur correspondientes con cada polo terrestre (ver figura 2). Todos los demás paralelos son círculos menores, cuyos planos son paralelos al plano del ecuador (Umland, 2009). 23

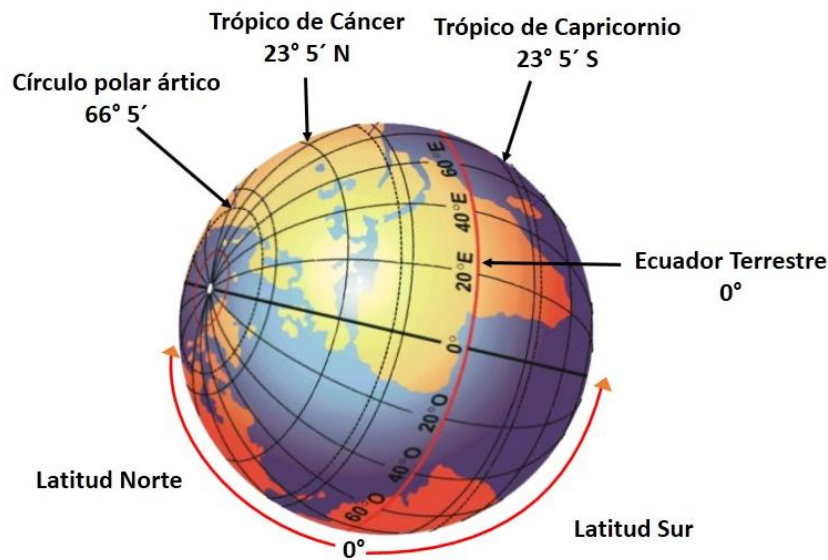
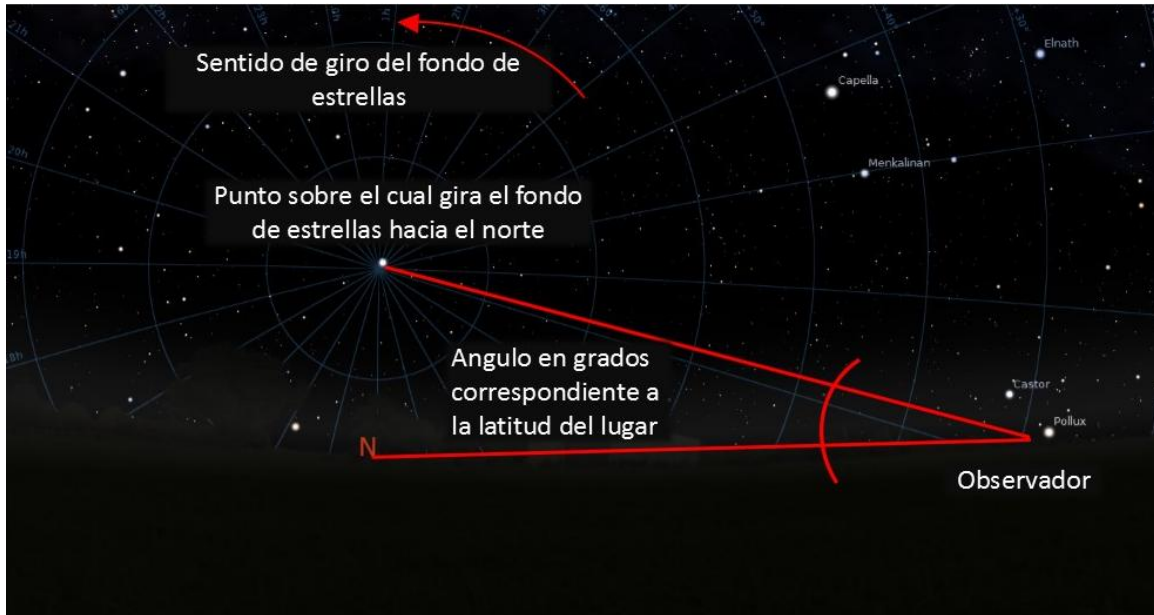


Figura 2..Paralelos terrestres. Tomado y modificado de Equipo quinto nivel herencia (2014).

Para definir el ecuador a partir de las observaciones y sin tener que realizar la abstracción de concebir la Tierra desde afuera, basta con observar las estrellas en la noche y darse cuenta que estas giran de oriente a occidente al igual que el sol y lo hacen entorno a un punto sobre el horizonte en el firmamento del hemisferio norte y otro sobre el firmamento del hemisferio sur. Por medio de un astrolabio o sextante se puede determinar el ángulo que forma dicho punto con respecto al horizonte del norte o el sur; si el ángulo es de cero grados hacia el norte entonces el observador se encontrará ubicado sobre el ecuador terrestre y de igual manera será de cero grados hacia el sur, si el ángulo es mayor a cero grados y se encuentra hacia el norte del observador se podrá concluir que éste se encuentra sobre el hemisferio norte y la latitud del lugar será equivalente al ángulo obtenido con ayuda del sextante, como se puede observar en la figura 3. De igual manera si el ángulo es mayor a cero grados y se encuentra hacia el sur del observador se podrá concluir que éste se encuentra sobre el hemisferio sur y la latitud del lugar será equivalente al ángulo obtenido con ayuda del sextante.



*Figura 3. Determinación de la latitud del lugar para un observador sobre el hemisferio norte*

Si la latitud es de  $23,44^\circ$  el observador se encontrará sobre los trópicos, en el de Capricornio si el observador se encuentra en el hemisferio sur y el de Cancer si la latitud es medida sobre el firmamento del hemisferio norte. De esta manera los  $23,44^\circ$  vistos sobre el modelo de globo terráqueo se miden desde el ecuador sobre la esfera terrestre y si se miden desde cada uno de los polos se encuentran los círculos polares, el ártico en el hemisferio norte y el Antártico en el sur (Hernández, 2015).

Ahora al hablar de meridianos se hace referencia a los círculos máximos comprendidos entre los polos geográficos, los cuales se pueden seccionar en semicírculos los cuales reciben los nombres de Meridiano superior y Meridiano Inferior, el primero es la mitad del meridiano que, de polo a polo, pasa por la situación del observador, el segundo es la mitad opuesta. El meridiano de Greenwich, que pasa por el centro del Real Observatorio de Greenwich, ha sido adoptado como primer meridiano durante la Conferencia Internacional del Meridiano en 1884 sirve como base para la medición de longitudes ( $0^\circ$ ) y de igual forma su meridiano inferior ( $180^\circ$ ) representa la línea del cambio internacional de fechas, ver figura 2. Sin embargo no fue la primera vez que se utilizó un meridiano como referencia para poder ubicar otras latitudes y

longitudes, entre finales del siglo I y comienzos del II vivió un geógrafo muy reconocido en la obra de Ptolomeo, llamado Marino de Tiro; quien propuso trazar una red de círculos paralelos entre sí y arcos trazados de polo a polo, con el fin de poder posicionar las ciudades sobre el planeta, conformando así la latitud norte y la sur términos que fueron introducidos por primera vez por Claudio Ptolomeo quien basado en la obra “*Geographia*” de Marino del Tiro quien tomó como referencia un círculo situado en la mitad, el ecuador y como meridiano cero el que pasaba sobre las Islas Afortunadas, (Zavelsky, 1990).

Continuando con la reconstrucción realizada por un observador sobre cualquier punto de la Tierra los meridianos pueden definirse como los semicírculos que pasan sobre la superficie esférica terrestre (idealizada porque en realidad recorre montañas, ríos y todo tipo de accidentes geográficos) y va desde el punto cardinal norte hasta el sur, tomando como referencia el meridiano cero mencionado anteriormente.

Así, para posicionar cualquier punto sobre la superficie terrestre se utilizan dos coordenadas geográficas; la latitud geográfica y la longitud geográfica. La primera aparece como resultado de formar un ángulo entre el plano del ecuador terrestre y cualquier punto hasta cualquiera de los dos polos, si es el norte o sur se llamará latitud norte o latitud sur correspondientemente y puesto que ésta va desde el ecuador hasta alguno de los polos su medida en grados puede ser comprendida desde los  $0^\circ$  hasta los  $90^\circ$ . La cual es la misma reconstruida por un observador al identificar el ángulo formado por el punto alrededor del cual se ve rotar el fondo de estrellas. La longitud geográfica comprende el ángulo barrido desde el punto a localizar hasta el meridiano cero, es decir el de Greenwich y tiene una medida máxima de  $180^\circ$  ya sea Oriente u Occidente. (Hernández, 2015)

El posicionamiento de cualquier lugar sobre la esfera terrestre puede hacerse mediante el uso de dichas coordenadas llamadas terrestres, sin embargo es de resaltar que más que el entendimiento sobre la construcción de estos elementos prevalece la forma en la que se puedan utilizar para poder ubicarse desde el propio contexto donde se encuentren cada observador e identificar su lugar en el planeta. De igual manera las construcciones que se realicen alrededor

de estos temas necesariamente deben tomarse en cuenta como particulares a cada contexto, ya que como se vio anteriormente las observaciones sobre los astros cambian según cada punto de la Tierra requiriendo un acercamiento y mediación apropiados según el contexto.

Ahora si se tiene en cuenta que existen conceptos que involucran mayor complejidad, el anterior punto tendrá aun más validez, un ejemplo de esto ampliado en el siguiente apartado es el cambio de la hora en distintos lugares del mundo.

### **3.4 La posición geográfica y el horario**

Teniendo en cuenta los anteriores elementos sobre el movimiento terrestre, los cambios de posición del Sol y los demás astros en el cielo y por medio de observaciones mediadas entre las visiones geocéntricas y heliocéntricas, se puede aproximar a los observadores a la formación del concepto de tiempo de la misma forma en la que las antiguas culturas lo hicieron.

Actualmente la medición del tiempo se encuentra a cargo de diferentes instituciones en cada país que por medio de relojes atómicos indican la hora con gran precisión, en Colombia por ejemplo es el Instituto Nacional de Metrología, en Chile el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), mientras que en México es el Centro Nacional de Metrología (CENAM). Dichas entidades son las encargadas de mantener coordinar y definir la hora legal de cada país, y hoy en día con la difusión tan avanzada de los medios de comunicación, y la tecnología en línea de celulares, relojes, televisores, codificadores, etc., se hace muy fácil cumplir con esta tarea. Sin embargo hace unos siglos la referencia a las observaciones astronómicas se hacía absolutamente necesaria para poder realizar una estandarización de la hora en distintos lugares del mundo.

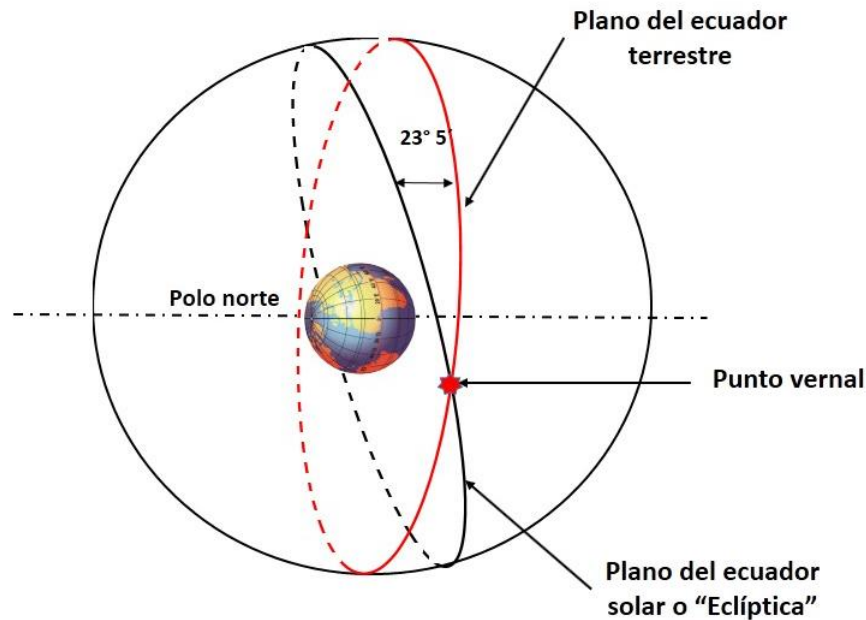
Medir el tiempo requiere de un evento en la naturaleza que se repita periódicamente de manera exacta y dependiendo de la escala de la medición se necesita que suceda en intervalos grandes o pequeños, dichos eventos utilizados a lo largo de la historia fueron elegidos a partir de la periodicidad de los astros en el firmamento. El día es el más evidente de estos fenómenos astronómicos, y su duración desde el punto de vista geocéntrico es considerada como el tiempo

que tarda en salir el Sol por el oriente, lo cual es muy fácil de verificar y hace parte esencial de la organización de la vida sobre la Tierra. Desde el punto de vista heliocéntrico es el tiempo que tarda en girar la Tierra sobre sí misma. (Portilla Barbosa, 2001).

Para hablar de la duración de una rotación terrestre o de cualquier planeta se hace necesario considerar un punto de referencia, con lo cual entonces aparecen distintas formas de medir el día, ya que para cada observador sobre la Tierra su punto de referencia será su localización, de lo contrario el día no correspondería a la salida del Sol por el oriente. El depender únicamente del horario solar genera que a medida que un observador se desplace de oriente a occidente tendría que mover las manecillas del reloj continuamente y para situaciones del transporte por tren que debe coordinar los horarios de salida y llegada se presentan grandes inconvenientes, (Zavelsky, 1990). Es aquí donde aparecen diferentes conceptos de día, el sideral, el día solar verdadero y el día solar medio.

El día sideral se refiere al tiempo que le toma a la Tierra dar una revolución completa con respecto a las estrellas de fondo, por lo que se toma como referencia un punto que se comporte como una estrella, el escogido ha sido el punto vernal; el cual bajo una mirada externa al planeta es el punto en el cual se cruzan los planos del ecuador solar y el ecuador terrestre, como se puede apreciar en la figura 1. Para un localizar la culminación superior, es decir el punto más alto al que llega el punto vernal en el firmamento se realiza por medio de la ubicación en la constelación de Aries (y debido a los efectos de la precesión y la nutación se ha desplazado hacia la constelación de Piscis) y para definir el día sideral basta con observar dos culminaciones superiores de este.





*Figura 4. Punto Vernal Tomado y modificado de Equipo quinto nivel herencia (2014).*

El día solar verdadero visto desde afuera es el intervalo de tiempo en el que la Tierra da una revolución sobre sí misma con respecto al centro del sol y visto por un observador sobre la Tierra es el intervalo entre dos culminaciones superiores del sol en el cielo. El día solar verdadero y el sideral no son iguales, ya que para un observador en la Tierra el Sol va cambiando de posición con respecto al fondo de estrellas, que desde la visión heliocéntrica es producido por el movimiento que realiza la Tierra en la traslación alrededor del Sol. Entonces el día solar verdadero no es tan confiable para medir el paso de un día y sus unidades derivadas como las horas, minutos y segundos, ya que a diario va a presentar una variación en su posición, pero como es el astro más visible para todos los observadores de la Tierra y se encarga de regular las actividades diarias se hace necesario hacerlo útil para que pueda ser constante para todos los días del año (Portilla Barbosa, 2001). Entonces la duración del día va a variar dependiendo de la latitud y la época del año.

Es así como aparece el concepto de Sol medio, el cual no es más que un ideal de Sol, bajo los supuestos de un comportamiento ideal de los cambios de posición de éste en el cielo, para lo cual se hace necesario suponer que el plano del ecuador terrestre y el solar coinciden y que el eje de la Tierra se encuentra perpendicular al plano del ecuador solar. Entonces el día solar medio se basa en un sol ficticio, y el intervalo entre una culminación superior o inferior del sol medio y si se establece como iniciación del día la culminación inferior como la hora cero "0" queda fijado el horario medio local, (Embacher, 1988).

Como se puede imaginar el establecimiento de la hora trajo problemas considerables para quienes requieren la hora exacta para poder brindar un servicio con efectividad como por ejemplo las estaciones de tres o el servicio de telégrafo, así que en el siglo XIX cada una de estas empresas tomó parte al tratar de unificar el tiempo eligiendo la hora media de cada territorio y como consecuencia se formaron aproximadamente 75 sistemas diferentes, lo cual trajo más inconvenientes en el cruce de horas y toda esa situación decantó en la introducción de los husos horarios, por parte de un ingeniero del ferrocarril de Canadá, Sanford Fleming en 1870. Se dividió la Tierra en 24 meridianos distanciados uno del otro  $15^\circ$  y se estableció que dentro de cada huso la hora fuera la misma y al pasar de un huso al otro se hace necesario adelantar en una hora los relojes, entonces entre cada huso horario hay una hora de diferencia correspondiente a  $15^\circ$  sin embargo el trazo de estas líneas divisorias no pasan exactamente por los meridianos puesto que si pasan por encima de alguna ciudad la dividiría en horario, así que convenientemente se trazaron por encima de ríos, montañas o las divisiones territoriales, (Zavelsky, 1990).

Volviendo de nuevo al tema de la enseñanza de la astronomía como se puede ver, dichos temas requieren de un contacto directo con las observaciones de los astros, el seguimiento del cambio de posición del Sol facilita la construcción de las explicaciones y preguntas respecto a la imagen de globo terrestre que existe y paulatinamente contribuye con la formación e indagación de conceptos tan complejos como el tiempo, que no puede ser estudiada de manera independiente de otras variables físicas. Sin embargo aparecen otros elementos que comienzan

a tener relevancia, en especial al tratar situaciones como la variación de los horarios según la localización geográfica; los marcos de referencia. 30

### **3.5 Sistemas de referencia temporales**

Como se había mencionado en el anterior apartado, para poder realizar una medición del tiempo en escalas como los días, horas, minutos, etc., referidos a eventos astronómicos se hace necesario contrastar los movimientos de rotación y traslación terrestre, de los cuales surgen otras medidas de intervalos mayores, como los años, siglos, etc., y que dieron paso al establecimiento del calendario (que no se tratarán en este trabajo). El manejo de dichos conceptos a partir de dos visiones, la geocéntrica y la heliocéntrica hace necesario que se establezcan sistemas de referencia ya que esto hizo parte de los diferentes inconvenientes que tuvo la humanidad para poder hablar en el mismo lenguaje en cuanto a la ciencia se refiere, y ya que se ha mencionado la importancia de la ubicación de los observadores respecto a puntos de referencia como los cardinales, se hace indispensable establecer las diferencias entre los sistemas de referencia.

Para la física clásica las ideas de tiempo y espacio absolutos se consideraban como la base sobre la cual se encontraba la materia y donde ocurrían los diferentes eventos. Newton hace la diferenciación entre lo absoluto y lo aparente en tres magnitudes; el tiempo, el espacio y el movimiento y muestra como uno hace parte del otro. En cuanto al espacio, considera que es solo uno; el absoluto. Y aquel espacio relativo solo es una apariencia de aquel espacio externo, inmóvil y que además es independiente de la percepción derivada de la interacción con él.

El espacio aparente es aquel que los sentidos ubican respecto a los cuerpos, que tiene una medida móvil del anterior. Algunas veces se confunde con el espacio absoluto ya que los sentidos engañan y parece que estuviese inmóvil o fijo que no cambiara, y para un observador es así ya refiere sus observaciones a la situación local que trabaja.

Entonces el movimiento juega un papel importante ya que genera la apariencia de un espacio absoluto y desorienta la concepción que se tiene de este por los sentidos. De igual manera

Newton estableció que existe un movimiento absoluto y uno relativo, el primero hace referencia a la traslación de un cuerpo desde un lugar absoluto a otro, mientras que el segundo hace relación a la traslación de un lugar relativo a otro. De esta manera son dependientes el movimiento y el espacio a la hora de determinar si son absolutos o relativos.

Por otra parte el reposo también juega un papel importante en esta clasificación ya que si existe un estado de movimiento también se puede hablar de un estado de reposo. El inconveniente principal para determinar si un cuerpo se encuentra en movimiento o en reposo es que pese a parecer algo fácil de reconocer, cuando un cuerpo se encuentra en movimiento y este se hace constante se comporta como un cuerpo en reposo, por lo que es bastante difícil determinar si se encuentra en movimiento o en reposo. Este punto fue el origen de grandes discusiones sobre si la Tierra se desplazaba alrededor del sol o no, o si presentaba una rotación que hacía ver que los demás astros giraran entorno a ella.

Entonces hay que tomar en cuenta que nuestros sentidos pueden confundir fácilmente si un cuerpo se encuentra en reposo o en movimiento y como siempre que se les aplican medidas sensibles será más complicado poder determinar el movimiento. Entonces cuando medimos algo no estamos midiendo lo absoluto sino lo aparente. Y en este punto es necesario hacer actividades que conduzcan a los estudiantes a establecer las diferencias, primero en cuanto al espacio para que luego puedan desprender de dicho conocimiento, explicaciones respecto a la aparición de diferentes marcos de referencia para medir el tiempo a nivel global.

De esta manera quedan expuestos los conceptos fundamentales desarrollados en la presente investigación y como se puede observar, que presentan abstracciones que pueden confundir a los estudiantes con facilidad si no se realizan las actividades correspondientes. En este caso, el modelo de globo terráqueo y de heliocentrismo con el que ha trabajado requiere complementarse mediante la construcción de sistemas de coordenadas desde la observación y su contraste con los modelos que ya tienen concebidos.

A continuación se presenta la metodología mediante la cual se desarrolló la propuesta de ruta didáctica que recoge las reflexiones y problemáticas presentadas en los tres primeros capítulos.

**4. Metodología de la Investigación**

Conscientes de la problemática presente en la enseñanza de la astronomía y preocupados por realizar un aporte en los procesos de investigación de la física, que a su vez pudiera fomentar el pensamiento espacial, la ubicación por medio de coordenadas y la transición entre observaciones astronómicas locales y globales el punto de partida de la siguiente investigación realizada tuvo su origen en los elementos conceptuales necesarios para llegar a comprender el uso y funcionamiento de los relojes de sol en diferentes latitudes. Y ya que al realizar el correspondiente estudio de estos, fue posible establecer la formación de sombras sobre cualquier punto del planeta, como una problemática para la enseñanza de la astronomía se tomaron como ejes de la realización del presente trabajo los elementos involucrados con dos conceptos fundamentales; la formación del día- noche y la latitud, alrededor de los cuales derivaron otros elementos asociados como el sistema Tierra sol, las visiones geocéntrica y heliocéntrica, las coordenadas terrestres, los husos horarios, y la orientación.

De esta forma surgió la necesidad de desarrollar una ruta didáctica que permitiera al docente investigador acercarse a las elaboraciones y los aprendizajes desarrollados por los estudiantes mediante la construcción de explicaciones, la relación entre experiencia, lenguaje y conocimiento; y la mediación entre el modelo de globo terráqueo y las observaciones que pudieran realizar los estudiantes en la cotidianidad.

El trabajo se desarrolló con estudiantes del club de astronomía del colegio Cambridge, mediante la metodología de investigación – acción como será descrito más adelante. A continuación se encuentran los objetivos planteados y la pregunta problema de la presente investigación.

**4.1 Objetivos de la investigación****4.1.1 Objetivo general**

Diseñar una ruta didáctica a partir de actividades que permitan identificar los principales aprendizajes y elaboraciones de los estudiantes alrededor de los conceptos espacio temporales

asociados a la latitud y la formación del día y la noche mediante la construcción del modelo de globo terráqueo; experiencia con los jóvenes de un club de astronomía.

33

### **Objetivos específicos**

- ✓ Diseñar una propuesta de actividades sobre la relación de la latitud con las coordenadas terrestres y la formación del día y la noche, a partir de una situación que despierte el interés de los estudiantes.
- ✓ Realizar las actividades planteadas, teniendo en cuenta de resaltar los aprendizajes y elaboraciones de los estudiantes
- ✓ Identificar los principales aprendizajes y elaboraciones de los estudiantes
- ✓ Caracterizar los principales elementos tenidos en cuenta en la elaboración de la ruta didáctica
- ✓ Analizar los resultados de la implementación de la propuesta didáctica

### **4.2 Pregunta problema**

¿Cuáles son los elementos más significativos que se deben tener en cuenta en la elaboración de una ruta didáctica en relación a los conceptos espacio temporales asociados a la latitud y la formación del día y la noche, mediante la construcción del modelo de globo terráqueo?

### **4.3 Investigación- Acción**

Este tipo de investigación se caracteriza principalmente por tener como objeto de estudio las propias prácticas pedagógicas, su entendimiento y las situaciones en donde se realizan. De igual forma el investigador se compromete a crearlo y acercarlo al ámbito educativo tratando las prácticas pedagógicas como vivencias dependientes de las circunstancias y no como absolutas o regidas por algún conjunto de leyes, por lo que se compromete a trabajar en las

diferentes situaciones sociales de forma que puedan involucrarse con su propio ejercicio pedagógico.

La investigación acción toma como punto de partida la organización en espiral y que con cada acción que realice el proceso se replantee. Como primer bucle se encuentra la planificación, acción, observación y reflexión; los dos primeros pertenecen a una fase constructiva y los demás a una fase reconstructiva. La acción es guiada hacia la observación y la reflexión futuras que valorarán los problemas y los efectos de la acción. Así mismo la espiral auto-reflexiva vincula la reconstrucción del pasado con la construcción de un futuro concreto e inmediato a través de la acción vinculando el discurso de todos los participantes en la acción con su práctica del contexto social. De igual manera este tipo de investigación es esencialmente colaborativa ya que grupos de practicantes trabajan conjuntamente en el estudio de su propia experiencia individual y estudian las interacciones sociales entre ellos. (Carr & Kemmis, 1988)

#### **4.4 Población y contexto: El club de astronomía**

El club de astronomía del colegio Cambridge, ubicado en la vía a la Calera ha tenido un recorrido de varios años, a cargo del profesor Jahir Cardona. Principalmente se han enfocado a realizar trabajos sobre las manchas solares, pero en el último año han estado incursionando en otros campos de investigación con los estudiantes, tales como la robótica y la astrobiología. El grupo se encuentra conformado por 17 estudiantes que asisten de manera voluntaria y se reúnen en horarios extraclases los días sábados y domingos, dependiendo de las actividades que vayan a realizar, pero principalmente en las casas de cualquiera de los integrantes.

Los estudiantes que hacen parte del grupo se encuentran entre los 9 y los 14 años, se encuentra conformado en su mayoría por estudiantes cuyo rendimiento académico es notable, y que tienen algún interés en la astronomía, en su mayoría son niñas. Los nombres, edades y grados de escolaridad de los participantes se encuentra en el anexo 1.

#### 4.5 Ruta didáctica

Para dar una orientación a los lectores sobre el trabajo de investigación, se hace necesario realizar la explicación del proceso de construcción de la ruta didáctica empleada, puesto que ha sido realizada a lo largo de todo el ejercicio, tanto de escritura como de ejecución de las actividades. La principal preocupación para realizar el diseño de las estas se basó en una primera propuesta de trabajar con relojes de sol, puesto que al evaluar los elementos que debían ser tenidos en cuenta para su construcción se encontraron varios tipos de relojes, dependiendo del lugar en el cual se realizarían las mediciones y calibraciones de la hora. Este paso conllevó a una indagación con respecto a las causas de existencia de diferentes clases de relojes, encontrando una relación directa con la latitud de cada lugar, unas características particulares en la ubicación sobre el planeta y las implicaciones con respecto a la posición del sol (puesto que como se vio en la Tabla 4, los cambios de posición y los aspectos que definen el “día” presentan marcadas diferencias al cambiar de latitud).

Partiendo de esta exploración se elaboraron algunas guías de construcción de tres tipos de relojes de sol; el vertical, el ecuatorial y el horizontal (cuyas indicaciones de construcción se encuentran en el anexo 4) y en su desarrollo se fueron haciendo necesarios otros elementos correspondientes a la rotación de la Tierra y la posición del sol a lo largo de un día y luego de un año. Lo que finalmente trasladó la propuesta de actividades a la identificación de aquellos aprendizajes y elaboraciones de los estudiantes en relación a la formación día-noche y la latitud, con el fin de tenerlos en cuenta en la elaboración una ruta didáctica.

Inicialmente se plantearon cinco actividades realizadas bajo unos criterios de contexto particulares, realizando pruebas piloto con estudiantes de grado décimo y de la licenciatura en física. El presente trabajo da cuenta de las primeras tres dejando propuestas las demás para un trabajo posterior.

Durante el desarrollo de la investigación se identificaron algunos rasgos que se fundamentan principalmente en el tipo de investigación – acción como ya se mencionó, debido a los bucles que ha tenido el proceso de elaboración de la ruta. Para ilustrar mejor dicho proceso se



encuentra la figura 5, en ella se encuentran las cinco actividades planteadas en forma de círculos con líneas discontinuas, las cuales representan el camino propuesto al inicio del diseño de cada actividad. Sobre cada una de ellas se encuentra un semicírculo que indica la planeación de las actividades para un contexto particular, pero que sin embargo la actividad no fue desarrollada por completo, puesto que en su ejecución se encontraron tantos elementos para continuar realizando construcciones teóricas que los mismos estudiantes no permitieron completar el camino planteado. También se encuentran otros semicírculos a los que se llamó “puentes” dado que fueron los encargados de realizar el empalme entre una actividad y otra, y que se hicieron necesarios debido a que los estudiantes al llegar a la sesión posterior insistían en continuar trabajando la actividad anterior en la mayoría de los casos porque venían con más preguntas o traían argumentos que querían compartir con sus compañeros. De esta manera se trazó la ruta seguida en la realización de las actividades alrededor de la construcción del modelo de globo terráqueo, por medio de la realización de una maqueta que se encuentra en la Figura 2 a continuación.

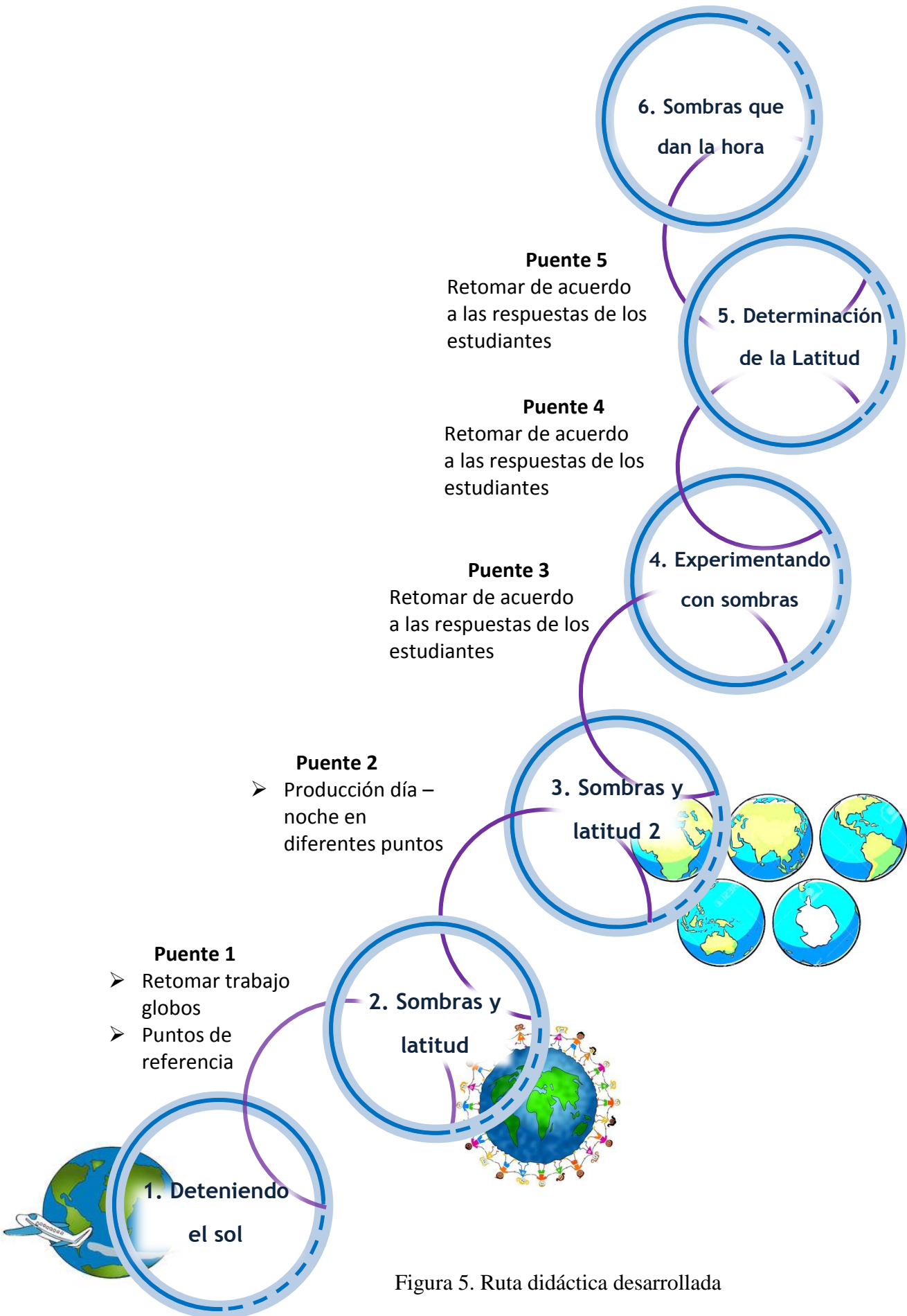


Figura 5. Ruta didáctica desarrollada

## **Descripción de las actividades**

La idea principal para realizar las actividades con los estudiantes es conformar varios grupos cada uno de los cuales tuviera estudiantes de diferentes edades para que pueda enriquecer el aprendizaje por medio del diálogo y la mediación de experiencias entre todos.

Para ello primero se conformaron grupos de 2 estudiantes, se dio una breve introducción al desarrollo de las actividades y posterior a esto se realizó una socialización de las ideas entre los miembros del grupo y se desarrollaron las actividades. En estas se presentaron discusiones sobre las preguntas formuladas en cada guía y posteriormente se expusieron las ideas encontradas ante los demás grupos. Esta socialización permitió a los estudiantes enriquecerse por medio de elementos que los demás grupos encontraron en el desarrollo de sus actividades.

Etapas:

1. Formación de grupos
2. Socialización de grupos y desarrollo de las actividades
3. Discusión de ideas por grupos
4. Socialización entre diferentes grupos
5. Conclusiones

### **4.4.1 Primera Actividad**

La primera actividad tuvo como objetivo principal captar la atención de los estudiantes mediante una situación problema que pusiera a prueba sus saberes acerca de la relación entre los husos horarios, la rotación de la tierra y el paso de las horas a lo largo de un día.

Comenzó con una pregunta sobre la posibilidad de realizar un viaje entre Rio de Janeiro y Lima partiendo de la primera ciudad a las 4:00 pm y lograr llegar a la segunda a las 4:00 pm del mismo día. Con esto se pretendía despertar la curiosidad y establecer diferentes hipótesis que mostraran lo que los estudiantes realmente conocían sobre los husos horarios, la rotación de la Tierra y el cambio de hora a lo largo de un día.

Fue necesario esperar un momento para que los estudiantes se preguntaran cómo podría suceder esto, y de qué forma se podría lograr salir de un lugar a una hora determinada y llegar a otro a la misma hora.

Posterior a esto los estudiantes realizaron un modelo del globo terráqueo que les permitió establecer los puntos en los cuales se encuentran localizadas las dos ciudades del problema planteado, con el fin de poder manipular un poco mejor la información que tienen a su alcance y así poder encontrar algunas respuestas. Durante esta elaboración del modelo del globo terráqueo en una esfera de icopor con hilo, los estudiantes se encontraron con aquellas líneas que están presentes por lo general en todos los mapas y globos terrestres y que les permitirían realizar un buen acercamiento al dimensionamiento de los continentes y al manejo de las diferentes unidades tomadas para el globo terráqueo, entre ellas los grados y las horas.

Luego de terminado su modelo de la Tierra regresaron de nuevo a su interrogante inicial y plantearon algunas conclusiones al respecto. Dentro de la actividad se introducen algunas preguntas presentadas más adelante, relacionadas con la configuración de la rotación de la Tierra y el sol, de igual manera se tuvieron en cuenta las preguntas surgidas como base de la investigación llevada a cabo.

#### 4.4.2 Segunda actividad

**Primera parte:** A esta actividad se le denominó actividad puente, ya que para comenzar la segunda sesión fue necesario realizar un ejercicio que conectara lo trabajado en la sesión anterior, ya que los estudiantes insistieron en retomar su trabajo realizado con los globos terráqueos, por lo tanto se realizó una revisión de las maquetas construidas por los estudiantes, y posterior a esto se comenzó a hablar de los puntos de referencia que ellos tenían sobre dicho modelo. Para esto se les pidió que realizaran un pequeño muñeco de plastilina cuya estructura fuera un palillo, luego de realizarlo se les pidió que lo ubicaran en cualquier ciudad del mundo y que elaboraran una explicación sobre dónde queda el arriba y dónde el abajo. Con esto se pretendía recoger todas las posibles interpretaciones que podían dar a cerca de los puntos de

referencia que tenían en el globo, tales como el polo norte y el sur, o el ecuador, e incluso otras ciudades. La intencionalidad de la actividad fue planteada debido a que muchos de ellos relacionaban el polo sur con la parte de debajo de la Tierra y el polo norte con la parte de arriba.

**Segunda parte:** Esta parte de la segunda sesión fue la que inicialmente se había establecido, pero que tuvo que esperar a la realización de la actividad puente como se mencionó antes. Su objetivo era entender las relaciones que existen entre los puntos de referencia del modelo de esfera terrestre con los puntos cardinales que los estudiantes manejan. Para esto primero se realizó una discusión sobre los puntos cardinales y las referencias que tenían para poder ubicarlos con facilidad incluso si se encuentran en otras ciudades del mundo. La mayoría ubicaron el oriente con la referencia de la salida del sol y el occidente con la puesta del sol, y para poder ubicar el norte apuntaban al norte extendiendo el brazo derecho y el occidente extendiendo el brazo izquierdo, lo cual los llevó directamente a indicar que el norte se encuentra al frente de ellos y el sur hacia atrás.

A continuación se alinearon los polos del modelo de la esfera terrestre con los polos de los puntos cardinales que ubicaron, lo cual los llevó a girar su esfera y sacarla de la postura estándar que se maneja gracias a las representaciones que se pueden observar en los globos terráqueos. Una vez alineados y con los muñequitos ubicados de manera vertical, sobre Colombia y paralelos a los estudiantes, se les pidió que pusieran a rotar su modelo de esfera terrestre, algunos mostraron cierta desorientación ya que estaban acostumbrados a ver rotar la Tierra como la presentan los globos terráqueos usados usualmente en la enseñanza. Una vez realizado dicho ejercicio se les pidió que explicaran en su modelo, si los muñecos no estuvieran sostenidos con el palillo, éstos se caerían y cómo los relacionaban con el hecho que ninguna persona en diferentes partes del mundo se despega del suelo. A esta última pregunta todos los estudiantes respondieron que por la gravedad, y explicaban este concepto como una fuerza que mantiene a todos unidos al piso.

Para continuar la sesión se les pidió a los estudiantes que iluminaran con una linterna, su modelo de esfera terrestre y el muñeco de plastilina, simularan la luz solar y mostraran cómo

se produce el día y la noche en la Tierra. Algunos de ellos trataban de explicar el movimiento del sol, sin embargo al tener su modelo terráqueo con los polos apuntando hacia los polos de la Tierra, y hacer que ésta girara no podían explicar qué era lo que se movía; el Sol alrededor de la Tierra ya que nosotros lo vemos aparecer por el oriente y desaparecer por el occidente, o si era el movimiento de la Tierra el que ocasionaba que se viera de esta manera.

#### 4.4.3 Tercera actividad

**Primera parte:** De igual manera se tuvo que realizar una actividad puente para conectar los trabajos realizados con anterioridad y para esto se continuó trabajando sobre la producción del día y la noche sobre diferentes puntos alrededor de la Tierra basados en la pregunta inicial de la guía de trabajo como se puede ver en el Anexo 1. Cómo se verán las sombras de los objetos generadas por la luz del sol en diferentes latitudes?

**Segunda parte:** Para esta actividad se trabajó de nuevo con la maqueta de icopor y con ayuda de una linterna o lámpara se simulaba la luz solar, y sobre ella se pidió que los estudiantes ubiquen a Colombia y perpendicular a la superficie ubiquen un palillo de dientes.

Luego se repitió la misma actividad para otras ciudades que se encuentren sobre la misma línea del meridiano y se compararán las longitudes de las sombras obtenidas. Inicialmente el trabajo fue realizado de manera cualitativa y posteriormente se les pidió que realizaran la medición de las sombras, sin embargo no llegaron a esta parte.

Durante toda la actividad se cuestionó a los estudiantes respecto al montaje realizado, ya que al ubicar el sol podrían tener inconvenientes para dejarlo en el mismo lugar lo que afectaría las sombras, así también como la perpendicularidad de los palillos, lo cual alteraría la regla general para la determinación de la longitud de las sombras, y también la ubicación de las ciudades sobre el mismo meridiano.

Cabe resaltar que el desarrollo de las actividades mencionadas no fue implementado en su totalidad, puesto que cada una de estas se extendió a una duración de 4 a 5 horas, pues los estudiantes insistían en continuar corroborando y discutiendo las ideas y conceptos surgidos en la realización de las actividades. En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos.

## Capítulo V

### 5. Análisis y resultados

En el presente capítulo se muestran los principales resultados y las reflexiones surgidas en torno a la implementación de las actividades descritas en el capítulo 4, teniendo en cuenta la problemática planteada en el capítulo 1, los aspectos epistemológicos para la enseñanza de las ciencias desde la triada de experiencia, lenguaje y conocimiento y algunos aspectos teóricos sobre la formación del día – noche, y la latitud. Dichos resultados fueron clasificados según unas categorías que tenían por objetivo destacar los principales elementos encontrados en el desarrollo de la investigación.

#### 5.1 Categorías

Con base en las discusiones teóricas realizadas y las respuestas más significativas de los estudiantes, se plantearon seis categorías que permitieron realizar las conclusiones correspondientes.

Algunas de las respuestas de los estudiantes se encuentran en tablas, las cuales son fragmentos de la sistematización de todas las actividades que están presentes en el anexo 2. De igual manera los nombres, edades y cursos de los participantes se encuentran en el anexo 1, como ya se mencionó.

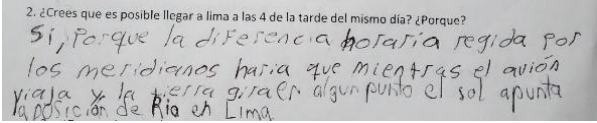
##### 5.1.1 Representaciones en la elaboración de explicaciones

Por medio de las conversaciones con los estudiantes es posible permitir que exterioricen todos aquellos modelos que han construido a lo largo de su vida, pero también se hace necesario proporcionarles un espacio que le permitan realizar una representación de aquellas ideas, y con los cuales puedan ponerlas a prueba, cuestionarlas y contrastarlas con los fenómenos naturales. El lenguaje es un instrumento que permite exteriorizar las ideas y construcciones que se tienen a cerca de los fenómenos, pero para haber realizado dichas elaboraciones ha sido necesario tener una experiencia previa. Sin embargo cada individuo ha tenido una versión del universo


totalmente distinta, alimentada por el conjunto de situaciones vividas de forma particular, por lo que las construcciones propias que se tienen sobre determinado fenómeno no pueden ser generalizadas.

En la realización de las actividades es posible ver la forma en la que los estudiantes se apropian de la problemática planteada una vez que han realizado la representación del globo terráqueo. Un ejemplo de esto son los estudiantes E5 y E14, quienes frente a la pregunta “Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día ¿Por qué?” en su explicación inicial antes de haber realizado la maqueta ampliaron sus explicaciones al poder localizar los lugares involucrados, representar el avión y ponerlos en movimiento.

*Tabla 5. Respuesta de estudiantes antes de realizar la maqueta del globo terráqueo*

E14, E5	Sí, porque la diferencia horaria regida por los meridianos varía, mientras que el avión viaja y la Tierra gira en algún punto el sol apunta la posición de Rio de Janeiro en Lima	 <p>2. ¿Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día? ¿Porque? Sí, porque la diferencia horaria regida por los meridianos haría que mientras el avión viaja y la tierra gira en algún punto el sol apunta la posición de Rio en Lima</p>
------------	---	--

*Tabla 6. Respuesta de estudiantes después de realizar la maqueta del globo terráqueo*

E5, E14	<p>Diciendo que en este punto por ejemplo se encuentra Rio de Janeiro, y en este otro punto se encuentra Lima. Las zonas horarias es por los meridianos, entonces nosotros decimos que mientras la tierra gira y el sol le está dando aquí a Rio de Janeiro para que sean las cuatro de la tarde, entonces mientras la tierra gira el avión va a estar viajando al mismo tiempo. Entonces quiere decir que mientras el avión que lo tengo señalado aquí, va a ir viajando mientras la tierra también va girando en algún punto Lima va a estar en la zona horaria de las cuatro de la tarde y el avión va a llegar a esa zona. Prácticamente pareciera como si el avión se quedara estático y la Tierra girara.</p>	
------------	---	---

De igual manera los estudiantes E4 y E10 incluyen en su explicación la relación entre el cambio del tiempo con la salida y puesta del sol luego de haber realizado la maqueta y así pudieron complementar la respuesta que habían dado anteriormente.



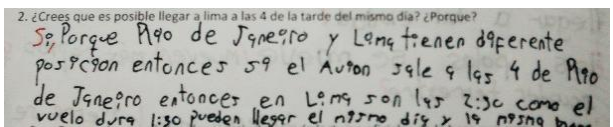

E4, E10	Sí, porque Rio de Janeiro y Lima tienen diferente posición entonces si el avión sale a las 4 de Rio de Janeiro entonces en Lima son las 2:30, como el vuelo dura 1:30 pueden llegar el mismo día y a la misma hora	 <p>2. ¿Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día? ¿Porque?          Sí, porque Rio de Janeiro y Lima tienen diferente posición entonces si el Avion sale a las 4 de Rio de Janeiro entonces en Lima son las 2:30 como el vuelo dura 1:30 pueden llegar el mismo día y a la misma hora.</p>
------------	--	--

Tabla 8. Respuesta de estudiantes después de realizar la maqueta del globo terráqueo

E4, E10	Si el avión salió a las cuatro de Rio de Janeiro, pero en Lima es una diferente hora puede que cambie el tiempo, o sea ese mismo día pero como en Lima el Sol sale más tarde y se oculta más tarde, el tiempo es diferente por ejemplo en Lima serían como las 2:30 pm en el vuelo ya que pueden durar una hora y media, aproximadamente una hora y media, entonces pueden llegar a las cuatro en punto el mismo día.	
------------	---	---

El papel que juega la maqueta en la representación del globo terráqueo les permite exteriorizar sus ideas sobre las diferencias horarias y permite adentrarse un poco en la concepción que tienen sobre el movimiento terrestre. La maqueta se convierte ahora en el objeto de estudio para resolver el problema, se convierte en el fenómeno ya que pueden regresar una y otra vez sobre ella para cuestionar lo que han pensado y además les entrega otra herramienta, les permite mostrar sus explicaciones a los demás.

### 5.1.2 Marcos de referencia

El estudio del movimiento parte desde la concepción de un cambio de posición, sin embargo es necesario tener un punto de referencia frente al cual la posición de un objeto cambie en un tiempo determinado. Esto ayuda a establecer los parámetros frente a los cuales se podrá localizar la posición de cualquier punto en el espacio. Y es por esto que los sistemas de coordenadas son un instrumento que permite a los estudiantes tener una estructura a la cual recurrir cuando no existe una representación a la mano para explicar algún fenómeno.

Durante la primera actividad al realizar la maqueta para poder responder a la pregunta problema, los estudiantes comenzaron a hablar acerca de las diferencias horarias, con lo cual aparecieron términos como husos horarios y meridianos. Para la mayoría de ellos dichas

palabras hacían parte de algunos temas trabajado en el colegio, sin embargo ellos mismos reconocían que no sabían para qué servían o lo que eran en realidad.

En el proceso de la construcción de la maqueta tenían como referencia un globo terráqueo con algunas coordenadas geográficas dadas en grados y frente a lo que la gran mayoría comenzó a referenciar como los meridianos o los husos horarios. Al conversar con ellos sobre la forma en la que habían nacido los husos horarios se dieron cuenta que los husos horarios (que era lo que necesitaban representar en su maqueta) eran diferentes de las coordenadas que habían sobre el globo terráqueo. Sin embargo al realizar la conversión entre grados y los husos horarios encontraron como utilidad la de localizar puntos sobre la esfera terrestre por medio de los grados, y con ello la necesidad de un punto de referencia.

Al tomar como punto de referencia el meridiano cero, los estudiantes mostraron mediante el relato de sus experiencias cómo fue más fácil situar las ciudades y establecer relaciones entre ellas que les permitieron ampliar sus respuestas frente a la problemática planteada. Por ejemplo el estudiante E5 en su relato sobre la experiencia realizada muestra cómo a partir de la ubicación de las coordenadas en su maqueta pudo localizar las ciudades que estaban trabajando.

“...Para ubicar las ciudades primero ubiqué Greenwich en cualquier meridiano y lo especifique como primer meridiano, lo ubiqué en una altura que creí que era la correcta según el ecuador, y lo ubiqué en la parte norte de mi esfera, y entonces según ese comencé a ubicar otras ciudades a lo largo para llegar a las ciudades que necesitábamos que eran Bogotá, Lima y Rio de Janeiro. Comencé ubicando Moscú, luego el Cairo y luego esas ciudades. Yo lo ubiqué con los meridianos, sabiendo que nuestros meridianos tenían un aproximado de unos 15 grados, entonces comencé a ubicar las ciudades también lo mismo tomando una altura respectiva según el globo terráqueo y el ecuador que yo había marcado en mi esfera...”




De igual manera algunos estudiantes utilizaron la localización de las ciudades por medio de los meridianos para comprender por qué comparten la misma hora. Un punto que se evidenció constantemente una vez que los estudiantes habían realizado la localización de las ciudades fue que ubicaron a Bogotá y a partir de ahí comenzaron a utilizar su localización como punto de referencia. Lo cual muestra que es más significativo hablar del lugar donde viven, de lo






conocido para poder adentrarse en el estudio de los fenómenos que ocurren en ciudades relativamente cercanas.

“... Fui tomando las diferentes ciudades, Moscú, El Cairo, y otras ciudades así por ese estilo hasta llegar a Bogotá y después de tomar Bogotá ya dejé de tomar como referencia Greenwich y comencé a tomar como referencia Bogotá sabiendo que Bogotá se encuentra un poco más arriba de lo que es el ecuador, que en el globo terráqueo y en mi esfera se encuentra así. Luego comencé a ubicar Lima, sabiendo que Lima se encuentra un poco más separada de lo que está Bogotá hablando en sentido sur norte y no este oeste. Y luego utilice a Lima y Bogotá para cuadrar lo que es Rio de Janeiro”

De igual manera al hablar de marcos de referencia otro punto que tuvo bastante discusión y mostró la diversidad epistémica que tienen los estudiantes, sobre todo en cuanto los marcos de referencia, fue durante la segunda actividad al pedirles que explicaran sobre su maqueta, ¿Dónde queda arriba y dónde queda abajo?

Tabla 9. Respuestas de los estudiantes sobre el arriba y abajo sobre el globo terráqueo

<p>E7</p>	<p>Si estamos en Estados Unidos, arriba será el norte y abajo será el sur, pero si estamos en Argentina, arriba sería el sur y abajo sería el norte. La conclusión que nosotras sacamos fue que depende de donde nosotros estemos, por ejemplo si estamos en Colombia, arriba sería el norte y abajo el sur, pero si estamos en Rio de Janeiro arriba sería el sur y abajo sería el norte. El punto de vista de los países que quedan en el sur todo lo que está en el hemisferio norte.</p>	
<p>E5</p>	<p>Yo creo que mis compañeras están confundiendo lo que está arriba y abajo con lo que es adelante y atrás. Tomando la figura esférica de la Tierra, si ubicamos el muñequito tomando como punto de referencia la vista del muñequito, entonces lo que no está viendo, lo que está a sus espaldas es lo que sabe que está detrás de él. Pero un punto superior o inferior, que se encuentra por encima o por debajo de su punto de referencia que es la vista. Entonces abajo es un punto inferior a su punto de referencia y arriba es un punto superior a su referencia. Entonces lo que las compañeras dicen es lo correcto si el muñeco está acostado.</p>	
<p>E6</p>	<p>Como la Tierra está inclinada, y como está girando, y se ubica el muñequito en cualquier punto de la Tierra, el arriba del muñequito sería hacia el lado de nosotros. Si vemos el muñeco puesto sobre Estados Unidos entonces el arriba sería atrás del muñeco.</p>	

E4	Depende como pongamos el muñeco, porque si está mirando para el otro lado entonces todo cambia.	
E1	Si tú te paras en el norte, tú arriba sería el norte y tú abajo sería el sur. Pero si tú te paras en el sur pues tú arriba sería el sur y tu abajo sería el norte.	
E2	Depende de donde está el muñequito, porque si está en el norte por ejemplo el Ártico, su norte va a ser arriba y el sur sería abajo. No me estoy refiriendo a la perspectiva de lo que está mirando sino sería distinto. Ahora si digo que está en el hemisferio sur, osea en Chile, su abajo sería Colombia y su Norte sería la Antártida, no importa si mira para otro lado, porque si giro el muñequito seguiría siendo lo mismo.	
E15	Siempre antes de ver el arriba tiene que tener un punto de referencia, por ejemplo si estamos en el ecuador, el norte sería arriba, si estamos en el sur, el norte también sigue siendo arriba, o en el sur también el polo norte sigue siendo arriba.	
E3	Nuestro punto de referencia es Colombia, entonces nuestro arriba sería el norte y nuestro abajo sería el sur. También nos dimos la respuesta porque al estar en otro lado y tener una brújula nos mostraría que el arriba es el norte y el abajo es el sur.	
E4	El arriba es el mismo no importa donde estés, porque la Tierra está rotando.	
E8	Yo llegue a la conclusión que el arriba o el abajo no es fijo, lo que sí es fijo es el norte y el sur, yo puedo ubicarme en otras partes y eso no va a cambiar	

Se puede observar que existen más visiones a cerca de la ubicación del arriba y el abajo al trabajar sobre una esfera terrestre, ya que los estudiantes muestran estrechas relaciones entre el norte con el arriba y el sur con el abajo, sin embargo también explicaron cómo depende del punto de vista del muñeco, y de la persona que está observando la esfera y el muñeco.

Los estudiantes E7, E15 y E3, en su explicación mostraron que relacionan el arriba con el norte y el sur con el abajo, mientras que el estudiante E5, amplió su explicación al poner un punto de referencia que para éste caso fueran los ojos del muñeco, de esta manera arriba sería todo lo que estuviera por encima de sus ojos y abajo lo que se encontrara inferior a ellos. Al ver

la respuesta del estudiante E6 en su explicación relaciona su propio punto de referencia al observar la esfera con el muñeco, entonces explica cómo poner el modelo de la esfera con el muñeco de plastilina y simplemente ver el arriba de él mismo queda de espaldas o de frente al muñeco. En cuanto a las estudiantes E1 y E2, la relación del arriba y el abajo las hacen sobre los polos concluyendo que depende del punto donde se encuentre y aclaran que nada tiene que ver el frente o atrás con su explicación ya que pueden girar el muñeco y siempre podrán seguir afirmando lo mismo.

Con lo anterior se puede ver cómo los puntos de referencia son elementos de gran importancia a tener en cuenta antes de trabajar cualquier tipo de movimiento, ya que existe gran diversidad de explicaciones que los estudiantes pueden formular antes de poder entender fenómenos como el movimiento terrestre, y que además se hace necesario mostrarles como es necesario que exista unanimidad para poder trabajar en un mismo lenguaje.

### 5.1.3 Relación meridianos, grados y horas

En el trabajo realizado con estudiantes en el área de astronomía muchas veces se recurre a los modelos de globo terráqueo para abordar temas como el movimiento terrestre, sin embargo existen otros temas que pueden ser trabajados a partir de dicho modelo. Uno de ellos es la relación que existe entre diferentes unidades que dimensionan una magnitud, y entre varias magnitudes.

Un ejemplo de lo anterior viene dado en la primera actividad ya que al tener el globo terráqueo como base para construir su maqueta se enfrentaron a la necesidad de realizar una conversión de grados a meridianos, y así mismo asociarlas a los husos horarios. En esta actividad los estudiantes estaban relacionando dos magnitudes esenciales en el estudio de la física; el espacio sobre la esfera terrestre y la medición del tiempo en diferentes zonas horarias.

Por lo tanto el trabajo sobre el movimiento terrestre y su relación con las diferencias horarias, también trae consigo otros temas que pueden desprenderse de dichas construcciones, y sobre las cuales se podría profundizar dependiendo del enfoque que se le quiera dar a una clase. El

tener un mismo modelo dimensionado en grados y la necesidad de representar los husos horarios en la maqueta que están realizando los llevó a comprender que existen diferentes formas de medir. La estudiante E12 explica su observación; “...aquí en el globo terráqueo están divididos en grados, pero estos están divididos en horas así que son 24 y allá 36...” Y la estudiante E8 en su explicación sobre cómo hicieron para saber cómo localizar a Bogotá en su maqueta, muestra el proceso de conversión llevado a cabo, ya que en el globo terráqueo tenían las coordenadas en grados, y en su maqueta tenían los husos horarios únicamente.

“...Yo entendí que cada meridiano está separado por una hora, pero la que nosotros hicimos entonces serían 24 meridianos, cada meridiano de esos serían 15 grados, entonces cada 10 grados sería una línea o un meridiano. Pero como en el globo serían 36 meridianos porque se dividen en grados, entonces en la esfera que nosotros hicimos fue de horas para hacer la conversión contamos cada línea de Greenwich hasta Lima y habían 8 líneas sobre el globo terráqueo, pero en el que nosotros hicimos no era exacto porque era cada 15 grados entonces 15 por 5 es 75, y ya 15 por 6 sería 90 entonces no alcanzaría entonces sería en la mitad donde estaría Lima. Bogotá quedaba encima del ecuador. Aprendí como medir con los meridianos, no sabía qué eran. Aprendí que en el globo terráqueo está por grados cada meridiano es cada 10 grados y si lo medimos por horas es cada 15 grados”

#### 5.1.4 Movimientos Tierra Sol y el cambio de hora

Existen dos modelos históricos sobre el movimiento de los objetos, y que han desatado todo tipo de debates en cuanto a la pertinencia de su enseñanza en la escuela; el modelo heliocéntrico y el geocéntrico. Algunos autores como Lanciano N. , (1989) afirman que no es necesario dejar de lado la visión Ptolemaica sobre el movimiento de los astros (al menos no en la educación), ya que en la observación y caracterización del Sol, la Luna y el fondo de estrellas la conclusión inmediata es un modelo centrado en la Tierra. Es muy difícil pedirles a los estudiantes que se sitúen afuera de dicho sistema, ya que no existen posibilidades de ubicarnos afuera de él. Sin embargo no significa abandonar ningún modelo del todo, sino por el contrario encontrar en cada uno los argumentos necesarios para construir las explicaciones sobre el comportamiento de los diferentes astros observables.

De igual manera resulta interesante poder identificar en las explicaciones de los estudiantes, su forma de comprender el sistema Tierra – Sol, teniendo en cuenta que en las diferentes fuentes bibliográficas a las que tienen acceso y en la escuela se les ha inculcado la idea de un modelo heliocéntrico en el cual la Tierra se mueve alrededor del Sol, pero al realizar las observaciones se genera otro punto centrado en la Tierra.

Algunos estudiantes han dejado ver las contradicciones que tienen en sus explicaciones pero que seguramente no habían sido evidentes ya que no habían podido contrastar los modelos con las representaciones propias. Esto se observó en la tercera actividad en la cual describieron las sombras producidas en diferentes puntos de la Tierra y para lo cual tuvieron que mostrar cuál era la representación del sistema Tierra Sol que cada uno tenía.

#### **5.1.5 La dificultad en la elaboración de explicaciones**

En la enseñanza de la astronomía se pueden identificar diversos factores que dificultan su aprendizaje, algunos de estos debidos principalmente a la falta de empalme y acercamiento de los fenómenos con las teorías explicadas en la escuela y el grado de abstracción necesaria para poder pasar de eventos de magnitud global a las observaciones a nivel local que se tienen.

Dentro de la investigación realizada se hicieron evidentes algunos de estos factores y se logró establecer una posible causa de las confusiones que presentan los estudiantes al abordar temas como el movimiento de la Tierra, los husos horarios y la ubicación sobre la esfera terrestre. En la Tabla 10 se organizaron las dificultades presentadas por los estudiantes y sus posibles causas, la mayoría se pudieron apreciar en las preguntas y las discusiones que tenían antes de sacar sus conclusiones, entre otros aspectos cualitativos del ejercicio.

Dificultad presentada	Posibles causas
Desconexión entre la idea de punto cardinal norte y la de polo norte terrestre	No se ha realizado una transición entre lo que el estudiante vivencia y el modelo del globo terráqueo
Estrecha relación del polo norte con el concepto de "arriba"	Los modelos de globo terráqueo normalmente utilizados en educación se sostienen de tal manera que el polo norte siempre queda arriba
Idea errónea de la localización de ciudades principales sobre el globo terráqueo	Poca manipulación de planos, globos terráqueos, modelos en computador, etc. con coordenadas y distancias entre ellos
Idea que las personas pueden observar que la Tierra se mueve	En el modelo de globo terráqueo por lo general los estudiantes se ubican de manera externa y ven la representación del movimiento de rotación terrestre, pero pocas veces se ubican dentro del globo
Confusión en la representación del movimiento de la Tierra alrededor del sol por medio de la maqueta con las teoría heliocéntrica aprendida en el aula	Porque los estudiantes recurren a los hechos que han observado a lo largo de su vida y uno de ellos es que es el sol el que se desplaza alrededor de la Tierra durante el día.
Frustración en la manipulación de los elementos manuales	La falta de experiencia en la realización de trabajos manuales hizo que algunos estudiantes se tuvieran que esforzar más para lograr realizar la maqueta, y lo recalcaron bastante en la realización de la actividad.

Como se puede observar existen diferentes confusiones y dificultades que plantean en la enseñanza de la astronomía un reto para los educadores, sin embargo la identificación de algunos de estos factores permite construir una ruta de trabajo adecuada a las necesidades de ellos.

### 5.1.6 Transición entre la cotidianidad y el modelo

En el lenguaje utilizado por los estudiantes al realizar la explicación de determinado fenómeno se encuentran inmersas diferentes experiencias recogidas a lo largo de su vida. De igual manera, el uso de situaciones de la cotidianidad en la elaboración y prueba de sus hipótesis permite ver hasta qué nivel han interiorizado y construido dicho fenómeno, siendo la ejemplificación un elemento en la apropiación del conocimiento que están construyendo. Al explorar esta categoría se encontraron dos elementos que permitieron identificar la apropiación de los estudiantes con



la actividad realizada y de qué manera comienzan una mediación entre el modelo y la cotidianidad. 52

Como primer elemento en dicha transición se encontró el uso de ejemplos de la cotidianidad. Al preguntarle a la estudiante E2 ¿Cómo se desarrolló la actividad y qué conclusión sacó? comentó una inquietud que había tenido antes de la realización de la actividad en cuanto a las diferencias y similitudes horarias en diferentes ciudades.

*Tabla 11. Inquietud de una estudiante referente a una experiencia cotidiana*

¿Cómo se desarrolló la actividad y qué conclusiones sacaron?	E2	Si se comparte un mismo meridiano, tiene la misma zona horaria. Y yo antes pensaba que era porque algún alcalde o alguien importante en su país decidió hacer eso, pero gracias al globo terráqueo y hacer eso me di cuenta que cuando tiene el mismo meridiano en los tres países, por ejemplo, Houston, Lima, Bogotá y eso hace que siempre sea la misma hora en los tres lugares.
--	----	--

Al revisar más adelante las preguntas que habían surgido durante la realización de la primera actividad, se puede observar cómo la misma estudiante continúa contrastando las experiencias vividas al haber viajado a una de las ciudades que mencionaba, el modelo de globo terráqueo inclinado y la representación que tiene de esto, en el proceso de elaboración de su explicación.

*Tabla 12. Pregunta de una estudiante surgida durante la actividad*

¿Qué preguntas surgieron durante el ejercicio?	E2	En Estados Unidos, en Houston donde vive mi hermano en una parte del año en noviembre y diciembre que es invierno se bajaba una hora, y no entendía por qué pasaba eso. O sea que cuando en Bogotá ya era año nuevo allá aún no. Yo creo que es porque la Tierra va a haciendo una rotación que hace que la Tierra se incline para un lado, mientras que el sol expande más brillo hacia un lado de la Tierra, por ejemplo hacia América del Sur y América del Norte están en invierno, por eso es que hace que se retrase la hora. Por eso creo que no es porque un alcalde lo haya dicho sino porque la Tierra tiene esa reacción física que se moviera a una hora en invierno y a la misma hora que tenemos en Bogotá.
--	----	---

Entonces se puede observar que la recurrencia a las ideas tomadas de la experiencia y la cotidianidad hace que los estudiantes se interesen más por estructurar, contrastar y probar determinado fenómeno físico de forma personal, ya que alimentan esa estructura de conocimiento que han venido formando toda su vida.

Como un segundo elemento se encuentra la abstracción entre lo local y lo global, ya que al trabajar el modelo de globo terráqueo y la ubicación de puntos cardinales, los estudiantes tienen

que conciliar la ubicación del norte, situado sobre el horizonte su ciudad y un punto sobre la esfera terrestre. En este caso se hizo necesario un espacio en el que los estudiantes pudieran explicar la concepción que tenían a cerca de los puntos cardinales y poder realizar dicha transición. En la segunda actividad se pudo apreciar lo anterior, al alinear el norte del globo terráqueo con el norte de sus puntos cardinales, y que se convirtió en la mediación necesaria para que al hablar dicho punto y que los estudiantes tuvieran presentes que eran uno solo.

## **5.2 Análisis de los resultados**

En el desarrollo de los capítulos que fundamentaron esta investigación se construyeron algunos conceptos tanto teóricos como epistemológicos, a partir de una problemática presente en la enseñanza de la astronomía respecto al grado de abstracción necesaria en dicha área y ante la necesidad de realizar un trabajo antes de llegar a la construcción y uso de los relojes de sol, sin embargo al hacer una revisión de los resultados se puede ver como por medio de la respectiva mediación y el diálogo con los estudiantes se puede lograr acercarlos a dichos conceptos teniendo en cuenta sus inquietudes más básicas y el deseo de relacionarlos con sus vivencias. De esta manera al realizar un análisis de los resultados obtenidos se encontraron algunos elementos a tener en cuenta en la realización de la ruta didáctica, uno de los principales elementos encontrados fue la necesidad de abordar actividades sobre los marcos de referencia, ya que en el manejo de magnitudes como espacio, tiempo y movimientos como el de la Tierra o el Sol se hace indispensable ubicarse en un marco de referencia para poder hablar de sistema geocéntrico o heliocéntrico y así realizar la mediación entre los dos modelos y las observaciones realizadas.

Un segundo elemento a tener en cuenta en la construcción del modelo de globo terráqueo es la necesidad de llevar a cabo un proceso de transición entre su conocimiento local de un horizonte plano y su ubicación sobre una Tierra esférica. En la actualidad la manipulación de herramientas en dos dimensiones como mapas en sistemas de GPS, planisferios, etc., ofrece una experiencia de una Tierra plana que entra en conflicto interno con las imágenes en tres dimensiones del globo terráqueo, de la esfera celeste y un movimiento alrededor del Sol; temas

que se abordan en los textos de astronomía, planetarios y grupos de divulgación. De igual manera es claro que dicho proceso queda limitado para desarrollarse en una sola clase o sesión, es indispensable el continuo acercamiento a la observación del Sol, la Luna y sus movimientos, así como la realización de la mayor cantidad de experiencias que puedan alimentar la red de conocimientos que tienen los estudiantes, ya que de otra manera podrían llevarse una idea totalmente equivocada y que el docente no podrá conocer, sobre el sistema Tierra- Sol.

Un tercer elemento encontrado que debe ser tenido en cuenta al trabajar el sistema Tierra Sol y el modelo del globo terráqueo, es la afirmación constante por parte de los estudiantes de que el polo norte se encuentra arriba, como se puede ver en las Tablas 9 y 10. Esto refleja un modelo introducido por el contexto cultural y la escuela que no ha sido trabajado teniendo en cuenta las condiciones del contexto particular a cada grupo de trabajo, tales como localización del país, el movimiento del sol y la luna, entre otros. Como lo plantea Giordano, (Entrevista con Enrica Giordano, 2011). Este inconveniente puede tener origen en que en la mayoría de escuelas se trabaja con un globo terráqueo cuya fabricación y uso han sido tenidas en cuenta para el hemisferio norte, pero que al ser utilizados en otras latitudes no ha sido adaptado teniendo en cuenta que los estudiantes puedan ubicarse dentro del globo de forma que no se visualicen inclinados o totalmente al revés, ya que eso no coincide con lo que perciben de su experiencia.

Un cuarto elemento se refiere al desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes, ya que la ubicación, orientación y el continuo paso entre la visión geocéntrica y heliocéntrica dimensionan el espacio que habitamos y dan fuerza a un pensamiento crítico sobre el lenguaje científico en general.

Y como último elemento se encontró que la propuesta de actividades planteadas es necesaria para desarrollarse previo a la construcción de instrumentos astronómicos que relacionen medición del tiempo como los relojes de sol. Lo anterior debido a que durante la fase de construcción de las actividades se realizó el estudio de los tipos de relojes de sol, así como una guía para su construcción (como puede encontrarse en los anexos) y fueron tantos los elementos

de la astronomía de posición que debían tenerse en cuenta y que demandaban un grado de 55  
abstracción respecto a las imágenes que se tienen de la Tierra, - es decir su forma esférica vista  
desde afuera, su forma “plana” vista desde cualquier ciudad, los movimientos que realiza, entre  
otros - que se optó por organizar primero dichos temas antes de entrar a trabajar con los relojes  
de sol. Por lo cual queda abierta la posibilidad de continuar el trabajo enfocado hacia los relojes  
de sol.

La realización del presente trabajo respondió a los objetivos planteados, tanto personales como académicos y suscitó un interés más profundo por el estudio de la astronomía mediante la investigación de las prácticas en el aula, ya que como se mencionó el conocimiento involucra de manera directa al lenguaje y ha sido por medio de la interacción con los estudiantes, el replanteamiento de las actividades, el esfuerzo por leer lo que sus representaciones mostraban sobre las ideas moldeadas en su interior, como el proceso de construcción de explicaciones se vivió a cabalidad, por parte mía y de los estudiantes. En este sentido, las principales conclusiones extraídas de la investigación se presentan en el texto a continuación.

Como se observa a lo largo del trabajo realizado con los estudiantes, los espacios extracurriculares propician un ambiente favorable para fortalecer las relaciones entre las áreas del conocimiento escolar y la cotidianidad, desde sus modos de hablar, la cultura y las construcciones que continuamente están reorganizando. A pesar de los fenómenos trabajados en esta propuesta se encuentran en las mallas curriculares, no permiten desarrollar la construcción de explicaciones a partir de las ideas de los estudiantes, sin embargo son actividades que alimentan el currículo con tal intensidad que su significación en el proceso educativo permite evidenciar que las diferentes áreas de conocimiento como la matemática no se realizan con procesos aparte, como se observa en la categoría 5.6.3, donde los estudiantes de manera casi intuitiva relacionan los grados con las horas. Lo cual fundamenta de igual manera una base o llamada al interés para el estudio de la geofísica.

El trabajo con grupos heterogéneos que al comienzo se puede considerar como un inconveniente para los profesores puesto que se acostumbra a ver contenidos con grados de dificultad según las edades o el grado escolar en que se encuentren los estudiantes, resulta bastante enriquecedor y robustece significativamente los procesos de construcción de conocimientos en el ámbito de las ciencias y de la astronomía en particular. La interacción entre estudiantes de diferentes edades genera una necesidad de establecer esquemas y explicaciones que puedan ser entendidos por sus compañeros, en donde la dinámica desarrollada por los

estudiantes fortalece en sí mismo el proceso de comprensión. De esta manera la enseñanza de la astronomía en clubes y grupos de interés fomenta el aprendizaje y enriquece la actividad de construcción de las explicaciones de fenómenos físicos.

El diseño ejecución de la ruta didáctica permitió identificar algunos aprendizajes y las elaboraciones que los estudiantes desarrollaron durante su realización, por medio de las explicaciones que estos daban con ayuda de la maqueta construida, su interacción con los compañeros y las preguntas surgidas. De igual manera se permitió la reconstrucción de las actividades trabajadas haciendo necesaria la creación de algunas actividades puente para conectarlas retomando las inquietudes y preguntas surgidas de la reflexión externa que realizaron los estudiantes gracias al interés generado en ellos.

El papel que juegan las situaciones generadoras es fundamental en el desarrollo de cualquier temática, tanto para estudiantes de primaria, bachillerato o universitarios, ya que a partir de dichas situaciones que captan la atención y ponen a prueba los conocimientos que se tienen sobre determinado tema se involucran de manera directa los intereses de los estudiantes, lo cual asegura su participación en las actividades posteriores.

Finalmente es necesario explicitar que queda abierta la invitación a trabajar continuamente en la construcción de conocimiento en astronomía, ya que es un área que despierta el interés y la pasión por el estudio de los fenómenos naturales en las áreas científicas.

## Bibliografía

- Arca , M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, Buenos Aires, México: Paidós.
- Astronomía, S. d. (Noviembre de 2011). El movimiento del Sol y la bóveda celeste. *Módulo TAMU*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Bakulin, P. I., Kononovich, E. V., & Moroz, V. I. (1987). *Curso de Astronomía General*. Moscow: Mir.
- Bautista, G., & Rodríguez, L. D. (1996). La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. *Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 2.
- Cárdenas, J. A. (2011). Enseñanza de las matemáticas haciendo uso de la astronomía. Bogotá.
- Carr , W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martinez Roca, S.A.
- Chaparro, C. (2000). Procesos Secuenciales de diferenciación-no diferenciación en la historia de las ciencias. Estudio adelantado entorno a una idea: La combustión”. *Tesis de maestría en docencia de la Física*. Bogotá.
- Embacher, F. (1988). *Relojes de Sol Teoría y Construcción*. Buenos Aires: Progenza.
- Equipo Quinto Nivel Herencia*. (21 de Diciembre de 2014). Obtenido de <http://equipoquintonivelherencia.blogspot.com.co/2015/01/ciencias-sociales-ud-4-las-formas-de.html>
- Ferris, T. (1990). *La aventura del universo*. Barcelona: Grijalbo Mondadori.
- Ganghi, A. (2014). Liberar al globo terráqueo. *Revista latinoamericana en astronomía, RELEA*, 17, 67-90.
- Giordano, E. (2010). *Proyecto Globo Local*. Obtenido de Globo Local: [www.globolocal.net/esp/proyecto.html](http://www.globolocal.net/esp/proyecto.html)
- Giordano, E. (Diciembre de 2011). Entrevista con Enrica Giordano. (R. Góndola, Entrevistador)
- Gregorio, P. J. (2002). El movimiento de los cuerpos celestes. En P. J. Gregorio, *Astronomía para todos* (pág. 192). Bogotá: Unibiblos.

Astronómico de Guirguillano:

[http://www.observatorioguirguillano.org/index.php/es/documentos/search\\_result.html?search\\_phrase=astronomia+de+posici%C3%B3n&catid=0&ordering=newest&search\\_mode=any&search\\_where%5B%5D=search\\_name&search\\_where%5B%5D=search\\_description](http://www.observatorioguirguillano.org/index.php/es/documentos/search_result.html?search_phrase=astronomia+de+posici%C3%B3n&catid=0&ordering=newest&search_mode=any&search_where%5B%5D=search_name&search_where%5B%5D=search_description)

Jesús, R. X. (Noviembre de 2011). *La astronomía una ciencia de todos y para todos*. Medellín.

Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las ciencias*.

Lanciano, N. (1989). Ver y Hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 7, 173-182.

Langhi, R. (2004). Un estudio exploratorio para a insercao da astronomía na formacao de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. *Tecné, Episteme y Didaxis* , 6-21.

Maturana, H. (1997). *La objetividad*. Santiago de Chile: Dolmen.

Maturana, H., & Varela, F. (1990). *El arbol del conocimiento*. Chile.

Perkins, D. (1985). *Conocimiento como diseño*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Piragua, L. (2015). *El verdadero tesoro de la escuela*. Italia.

Portilla Barbosa, J. G. (2001). *Elementos de astronomía de posición*. Bogotá: Universidad Nacional de Bogotá.

Umland, H. (2009). *Breve Introducción a la navegación astronómica*. Barcelona.

Zavelsky, F. (1990). *El tiempo y su medición*. (C. Á. Fernández , Trad.) Moscu: Mir Moscu.



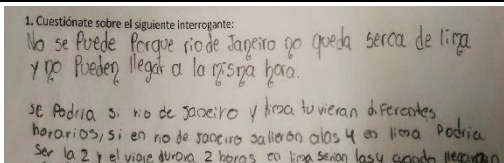
## Anexo 1. Listado de estudiantes participantes

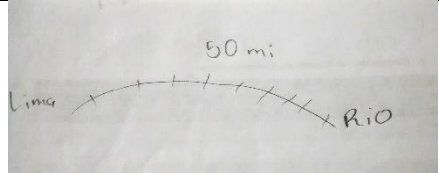
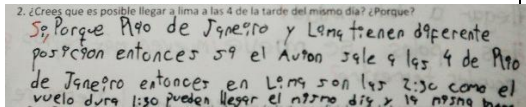
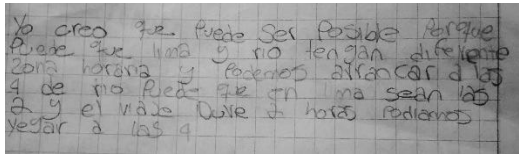
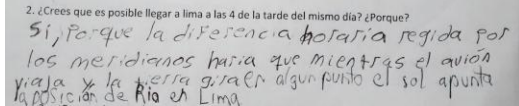
A continuación las respuestas escritas de los estudiantes ante las preguntas planteadas. Para organizar mejor la información se asignó la letra E un número para cada estudiante, la siguiente tabla relaciona sus edades y grados escolares.

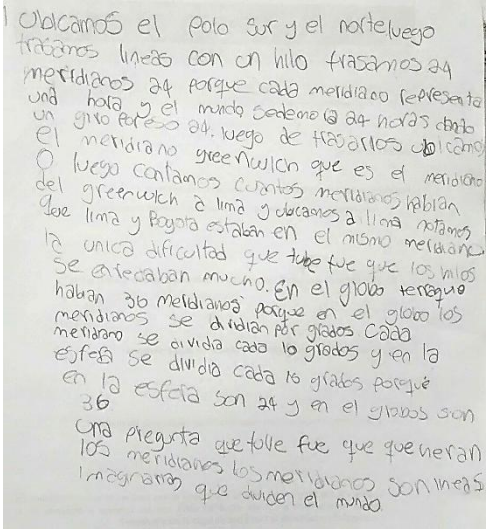
	<b>Estudiante</b>	<b>Curso</b>	<b>Edad</b>
E1	Sofía Duque	4B	9 Años
E2	Ana Terreros	6 <sup>a</sup>	11 años
E3	Daniela Vásquez	4 <sup>a</sup>	10 Años
E4	Diego Escorche	5C	11 años
E5	David Rodríguez	8 <sup>a</sup>	14 años
E6	Valeria Valderrama	4 <sup>a</sup>	9 Años
E7	Juliana Avendaño		
E8	Gabriela García	5C	10 años
E9	Valeria Bello	5C	10 años
E10	Sergio Castro Peña	3B	9 años
E11	María Alejandra Valbuena	4 <sup>a</sup>	10 Años
E12	Sofía Alexandra Gómez	6C	11 años
E13	Sofía Chacón Padilla	3C	8 años
E14	Oliver Lozano	7 <sup>a</sup>	12 años
E15	Izabella Enciso	5C	10 Años

## Anexo 2. Sistematización de las actividades realizadas con los estudiantes



### Primera actividad


<b>Pregunta/ Situación planteada</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Imagen</b>
<b>Si un avión sale de Rio de Janeiro a</b>	E7, E9	No se puede porque Rio de Janeiro no queda cerca de Lima y no pueden llegar a la misma	

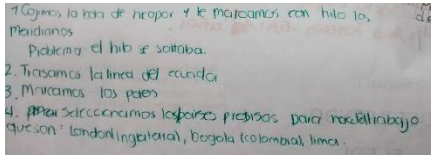
<b>las 4 de la tarde, ¿cómo podría llegar a las 4 de la tarde del mismo día a Lima?</b>		hora. Se podría si Rio de Janeiro y Lima tuvieran diferentes horarios, si en Rio de Janeiro salieron a las 4 y en Lima podrían ser las 2 y el viaje dura 2 horas en Lima serían las 4 cuando llegaran	
	E11, E3	Sí, se puede llegar a las 4 de la tarde	
<b>Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día ¿Por qué?</b>	E4, E10	Sí, porque Rio de Janeiro y Lima tienen diferente posición entonces si el avión sale a las 4 de Rio de Janeiro entonces en Lima son las 2:30, como el vuelo dura 1:30 pueden llegar el mismo día y a la misma hora	
	E8	Yo creo que puede ser posible porque puede que Lima y Rio tengan diferente zona horaria y podemos arrancar a las 4 de Rio, puede que en Lima sean las 2 y el viaje dure 2 horas, podríamos llegar a las 4	
	E12, E13	No, porque tienen diferencia horaria, más el vuelo	
	E14, E5	Sí, porque la diferencia horaria regida por los meridianos varía, mientras que el avión viaja y la Tierra gira en algún punto el sol	


		<p>apunta la posición de Rio de Janeiro en Lima</p>	
	<p>E15, E6</p>	<p>Yo creo que puede ser posible porque puede que Lima y Rio tengan diferente zona horaria y podemos arrancar a las 4 de Rio, pude que en Lima sean las 2 y el viaje dure 2 horas, así podíamos llegar a las 4</p>	
<p>Descripción de la actividad que realizaron</p>	<p>E8</p>	<p>Ubicamos el polo sur y el norte luego trazamos líneas con un hilo, trazamos 24 meridianos porque cada meridiano representa una hora y el mundo se demora 24 horas dando un giro, por eso 24. Luego de trazarlo ubicamos el meridiano Greenwich que es el meridiano cero. Luego contamos cuantos meridianos había del Greenwich a Lima y ubicamos a Lima, notamos que Lima y Bogotá estaban en el mismo meridiano, la única dificultad que tuve fue que los míos se enredaban mucho. En el globo terráqueo había 36 meridianos porque en el globo los meridianos se dividían por grados. Cada grado meridiano se dividía cada 10</p>	

		<p>grados y en la esfera se dividía cada 15 grados porque en la esfera son 24 y en el globo 36.</p>	
	<p>E14, E5</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clavamos 2 chinchas representando el norte y el sur de nuestra esfera.</li> <li>2. Enrollamos nuestro hilo cruzándolo por los chinchas, atravesando el globo, representando un meridiano terrestre.</li> <li>3. Realizamos continuamente 24 veces, dejando una distancia continua entre cada trazo de hilo.</li> <li>4. Tomamos un meridiano pre determinado y lo seleccionamos como el cero. En este anotamos la ciudad de Greenwich.</li> <li>5. Conociendo que la distancia entre cada meridiano es de 10 grados en el globo terráqueo realizamos una regla de tres</li> </ol>	


		<p>simple directa con la cual determinamos que al tener 24 meridianos nuestra esfera cada una tendría una distancia de 15 grados entre sí.</p> <p>6. Utilizando el paso anterior ubicamos las ciudades de Bogotá, Lima y Rio de Janeiro. Estando estas al oeste de Greenwich desde nuestra perspectiva 8 meridianos.</p>	
<p>E12, E13</p>		<p>1. Cogimos la bola de icopor y cogimos hilo y pinchos y empezamos a hacer líneas del meridiano de Greenwich. 2. Colocamos la ciudad de Londres como coordenada para ubicar nuestro ejemplo. 3. Luego colocamos la ciudad central de cada meridiano. Hablamos sobre dos líneas de Greenwich, ubicación, grados y las divisiones de Greenwich. 4 Ubicamos Bogotá, Lima, Londres. 6. Nos enseñaron cómo se mueve el planeta y si el planeta era circular</p>	

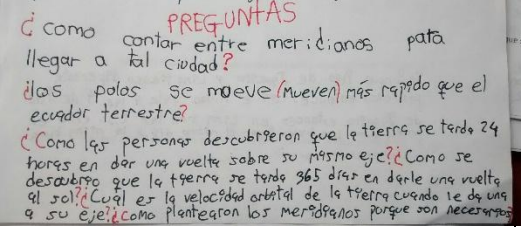
	E11, E3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primero dividimos el planeta.</li> <li>2. Ubicamos a Londres - Greenwich</li> <li>3. Ubicamos a Lima</li> <li>4. Ubicamos a Rio de Janeiro</li> <li>5. Tuvimos muchas dificultades con la esfera al poner los hilos.</li> <li>6. También ubicamos el ecuador de la esfera</li> <li>7. Ubicamos el norte y el sur 8.</li> </ol> <p>Con hinches ubicamos los polos</p>	
	E4, E10	<p>Se nos hizo muy difícil hacer las manualidades porque los hilos se unían y era muy difícil separarlos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teníamos que poner unos chinchas como polos.</li> <li>2. Usábamos un hilo para hacer 24 líneas pero antes había que agarrar los chinchas con el hilo.</li> <li>3. Después de hacer los 2 meridianos hay que dejar el mismo espacio entre meridianos.</li> <li>4. Después se usa el globo terráqueo para poner la posición de las ciudades indicadas.</li> <li>5. Al final cada meridiano que seguía después de otro valía 15 °</li> <li>6. Cerca de terminar hicimos la línea del ecuador que es circular.</li> <li>7. También como los meridianos</li> </ol>	

		<p>se unían pusimos puntos con los respectivos grados, el grado cero era el Greenwich.</p>	
	<p>E1,E2</p>	<p>1. Cogimos la bola de icopor y le marcamos con hilo los meridianos. Problema, el hilo se soltaba. 2. Trazamos la línea del ecuador. 3. Marcamos los polos. 4. Seleccionamos los países precisos para hacer el trabajo, que son London (Inglaterra), Bogotá (Colombia), Lima.</p>	

	E7, E9	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cogimos el globo terráqueo y le contamos los meridianos, hay 36 meridianos y cada uno representa 10°C.</li><li>2. En una bola de icopor de 20 m de diámetro pusimos dos chinches para representar el norte y el sur.</li><li>3. Para representar los meridianos usamos hilo, enrollamos el hilo en un chinche y lo pasamos hacia el otro chinche, lo enrollamos y así 24 veces.</li><li>4. Pusimos con el hilo 24 meridianos porque representa el número de horas que tarda en dar una vuelta sobre sí misma.</li><li>5. Después de poner le hilo 24 veces ubicamos las siguientes ciudades: Lima, Greenwich, Rio de Janeiro y Bogotá.</li><li>6. Pusimos esas ciudades para saber a cuantos grados están de diferencia una de la otra.</li></ol>	
--	--------	--	--





	E15, E6	<p>Comprendimos el globo terráqueo y ubicamos sus polos en una esfera de icopor, luego trazamos 24 meridianos en una misma esfera, son 24 meridianos porque la Tierra tarda 24 horas en dar una vuelta por sí misma y en el globo terráqueo había 36 meridianos porque se divide en grados mientras que normalmente se divide en horas.</p> <p>Si una persona está en el norte ve mover la Tierra diferente a lo que ve una persona que está en el sur. En el globo terráqueo el meridiano cero está ubicado en la ciudad de Greenwich, en cada meridiano hay 10 grados en el globo terráqueo porque hay más meridianos que en la esfera de Icopor. El sol está recto en su plano pero la Tierra en el plano del sol está inclinada.</p>	
Preguntas surgidas durante la actividad	E8	Una pregunta que tuve fue qué eran los meridianos, los meridianos son líneas imaginarias que dividen el mundo	
	E14, E5	Si Bogotá tiene la coordenada $4,5^{\circ}\text{N}$ , cómo se escribiría la ubicación de Lima estando debajo del ecuador y con $4,5^{\circ}$ ?	





		<p>Se le escribiría sur debido a que Bogotá se encuentra en el hemisferio norte y Lima en el sur y los 0° se encuentran en la línea del ecuador. 2. ¿Por qué hay 36 meridianos n el globo terráqueo? Porque entre cada meridiano hay 10° y si hay 360° hay un total de 36 meridianos.</p>	
	<p>E4, E10</p>	<p>¿Cómo contar entre meridianos para llegar a tal ciudad? ¿Los polos se mueven más rápido que el ecuador terrestre? ¿Cómo las personas descubrieron que la tierra se tarda 24 horas en dar una vuelta sobre su mismo eje? ¿Cómo se descubrió que la Tierra se tarda 365 días en darle una vuelta al sol? ¿Cuál es la velocidad orbital de la Tierra cuando le da una vuelta a su eje? ¿Cómo plantearon los meridianos y por qué son necesarios?</p>	 <p><b>PREGUNTAS</b>  ¿ como contar entre meridianos para llegar a tal ciudad?  ¿ los polos se mueve (mueven) más rápido que el ecuador terrestre?  ¿ Como las personas descubrieron que la tierra se tarda 24 horas en dar una vuelta sobre su mismo eje? ¿ Como se descubrio que la tierra se tarda 365 días en darle una vuelta al sol? ¿ Cual es la velocidad orbital de la tierra cuando se da una a su eje? ¿ como plantearon los meridianos porque son necesarios?</p>
	<p>E1,E2</p>	<p>Aprendimos:  1. En unos países, en una estación del año la zona horaria es distinta. 2. Hay de 24 a 35 meridianos.</p>	

		<p>3. Cuando se comparte la zona horaria, es porque tienen el mismo meridiano.</p> <p>4. London está a 8 meridianos de Bogotá.</p> <p>5. Es imposible salir de Lima a las 4:00 pm y llegar a Río de Janeiro a las 4:00 pm el mismo día.</p>	
		<p>Preguntas:</p> <p>1. ¿Por qué hay de 24 a 35 meridianos?</p> <p>2. ¿Quién creó la zona horaria? ¿Para qué? ¿Cómo?</p> <p>3. Si no comparto un meridiano es posible compartir la zona horaria? 4. ¿Por qué London es el meridiano cero?</p> <p>5. La zona horaria ¿afecta el clima o al revés?</p> <p>6. ¿Por qué y para qué existen los meridianos?</p> <p>7 ¿Por qué existen los puntos de referencia?</p> <p>8. Por qué en la Tierra los meridianos se miden en horas?</p>	
	E7, E9	<p>1. Aprendimos que hay 24 meridianos en la Tierra. 2. Aprendimos a hacer una maqueta de la Tierra 3. Aprendimos cuántos grados hay</p>	

		entre país y país o ciudad y ciudad	
	E8	<p>¿Por qué la Tierra se demora 24 horas en girar? Rta: porque esa es la velocidad de la Tierra.</p> <p>¿Cómo nos aseguramos que la Tierra se demora girando 24 horas? Rta: Porque son 12 horas de día y 12 de noche. ¿Por qué los polos de la Tierra son fríos? Rta: Por la posición de la Tierra.</p> <p>¿Por qué los meridianos son importantes?</p>	
	E7, E9	<p>¿Por qué en el globo terráqueo los meridianos son por grados y en la Tierra es por horas? ¿Por qué en algunos países hay estaciones más notables que en otras? ¿Por qué en el globo terráqueo los grados entre meridiano y meridiano son de 15 en 15? ¿Por qué en la Tierra los meridianos se miden por horas? ¿Por qué existen los meridianos? ¿Por qué la Tierra es esférica? ¿Por qué a los meridianos se les dio ese nombre?</p>	

A continuación se encuentra la tabla con las respuestas entregadas por los estudiantes en las entrevistas realizadas y la narrativa proporcionada por los mismos, luego de haber realizado las actividades correspondientes a la primera sesión.

Pregunta-situación problema	Estudiante	Respuesta	Imagen
Si un avión sale de Rio de Janeiro a las 4 de la tarde, ¿cómo podría llegar a las 4 de la tarde del mismo día a Lima?	E5, E14	<p>Diciendo que en este punto por ejemplo se encuentra Rio de Janeiro, y en este punto se encuentra Lima. Las zonas horarias es por los meridianos, entonces nosotros decimos que mientras la tierra gira y el sol le está dando aquí a Rio de Janeiro para que sean las cuatro de la tarde, entonces mientras la tierra gira el avión va a estar viajando al mismo tiempo. Entonces quiere decir que mientras el avión que lo tengo señalado aquí, va a ir viajando mientras la tierra también va girando en algún punto Lima va a estar en la zona horaria de las cuatro de la tarde y el avión va a llegar a esa zona. Prácticamente pareciera como si el avión se quedara estático y la Tierra girara.</p>	
	E4, E10	<p>Si el avión salió a a las cuatro de Rio de Janeiro, pero en Lima es una diferente hora puede que cambie el tiempo, o sea ese mismo día pero como en Lima el Sol sale más tarde y se oculta más tarde, el tiempo es diferente por ejemplo en Lima serían como las 2:30 pm en el vuelo ya que pueden durar una hora y media, aproximadamente una hora y media, entonces pueden llegar a las cuatro en punto el mismo día.</p>	
Por qué se produce esa diferencia horaria?	E8	<p>Yo creo que porque no es muy lejos pero si es harta distancia y la Tierra es redonda, entonces puede que acá es más la hora y allá menos la</p>	

		<p>hora, y como la Tierra es redonda, entonces puede que acá esté más temprano y allá esté más tarde.</p>	
	E4, E10	<p>La Tierra hace un movimiento terrestre, rota por si misma sobre su propio eje y cambia las posiciones ya que ambos países están en diferente posición.</p>	
<p>Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día ¿Por qué?</p>	E8	<p>Sí se puede porque puede que el viaje de Rio a Lima dure dos horas y que en Rio de Janeiro son las 4 y en Lima son las dos entonces podemos arrancar a las cuatro en punto y como allá son las dos si dura dos horas serían las 4 allá, si llegamos dos horas después podemos llegar a las cuatro en punto a Lima.</p>	
<p>Para qué hicieron el modelo terrestre con la esfera de icopor?</p>	E12	<p>Lo hicimos para tener consciencia de los meridianos y como ubicarnos en el mundo. Están divididos en horas y aquí en el globo terráqueo están divididos en grados, pero estos están divididos en horas así que son 24 y allá 36. Estamos haciendo el ejercicios sobre Lima Rio de Janeiro así que estamos ubicándolos para poder entenderlo</p>	 
<p>Cómo se desarrolló la actividad y que conclusiones sacaron?</p>	E5	<p>Lo primero que hice fue que ubiqué con dos chinches de diferente color uno azul y otro rojo, los ubique en los respectivos lados que había ubicado en mi esfera que eran el Norte y el Sur. Y después de eso tome un hilo y lo enrollé en el norte y comencé a estirarlo hacia el sur y lo enrollé en el sur, e hice lo mismo entre norte y sur 24 veces. Hice eso para identificar los meridianos. Esto lo hice con el objetivo de tener como la medición para luego ubicar</p>	

		<p>las ciudades que luego hablaría según el globo terráqueo. Para ubicar las ciudades primero ubiqué Greenwich en cualquier meridiano y lo especifique como primer meridiano, lo ubiqué en una altura que creí que era la correcta según el ecuador, y lo ubiqué en la parte norte de mi esfera, y entonces según ese comencé a ubicar otras ciudades a lo largo para llegar a las ciudades que necesitábamos que eran Bogotá, Lima y Rio de Janeiro. Comencé ubicando Moscú, luego el Cairo y luego esas ciudades. Yo lo ubiqué con los meridianos, sabiendo que nuestros meridianos tenían un aproximado de unos 15 grados, entonces comencé a ubicar las ciudades también lo mismo tomando una altura respectiva según el globo terráqueo y el ecuador que yo había marcado en mi esfera. Fui tomando las diferentes ciudades, Moscú, El Cairo, y otras ciudades así por ese estilo hasta llegar a Bogotá y después de tomar Bogotá ya dejé de tomar como referencia Greenwich y comencé a tomar como referencia Bogotá sabiendo que Bogotá se encuentra un poco más arriba de lo que es el ecuador, que en el globo terráqueo y en mi esfera se encuentra así. Luego comencé a ubicar Lima, sabiendo que Lima se encuentra un poco más separada de lo que está Bogotá hablando en sentido sur norte y no este oeste. Y luego utilice a Lima y Bogotá para cuadrar lo que es Rio de Janeiro.</p>	
--	--	---	--

	E8	<p>Yo entendí que cada meridiano está separado por una hora, pero la que nosotros hicimos entonces serían 24 meridianos, cada meridiano de esos serían grados, entonces cada 10 grados sería una línea o un meridiano. Pero como en el globo serían 36 meridianos porque se dividen en grados, entonces con la esfera que nosotros hicimos fue de horas. Para hacer la conversión contamos cada línea de Greenwich hasta Lima y habían 8 líneas sobre el globo terráqueo, pero en el que nosotros hicimos no era exacto porque era cada 15 entonces 15 por 5 es 75, y ya 15 por 6 sería 90 entonces no alcanzaría entonces sería en la mitad donde estaría Lima. Bogotá quedaba encima del ecuador. Aprendí como medir con los meridianos, no sabía qué eran. Aprendí que en el globo terráqueo está por grados cada meridiano es cada 10 grados y si lo medimos por horas es cada 15 grados.</p>	
		<p>Si se comparte un mismo meridiano, tiene la misma zona horaria. Y yo antes pensaba que era porque algún alcalde o alguien importante en su país decidió hacer eso, pero gracias al globo terráqueo y hacer eso me di cuenta que cuando tiene el mismo meridiano en los tres países, por ejemplo, Houston, Lima, Bogotá y eso ha e que siempre sea la misma hora en los tres lugares. Tuvimos un problema cuando hacíamos el trabajo porque se nos corrían las líneas de los meridianos que hacíamos con el hilo, entonces marcamos las distancias entre ellos en grados.</p>	



¿Qué preguntas surgieron durante el ejercicio?	E12	<p>Cuando tú nos decías que si veíamos desde abajo la Tierra se veía diferente el sentido de giro, y me pregunté si yo estoy abajo por qué gira así y si estoy abajo ¿por qué gira al revés? Y desde cualquier punto en el que estés depende del sentido de giro de las manecillas del reloj.</p>	
	E2	<p>En Estados Unidos, en Houston donde vive mi hermano en una parte del año en noviembre y diciembre que es invierno se bajaba una hora, y no entendía por qué pasaba eso. Osea que cuando en Bogotá ya era año nuevo allá aún no. Yo creo que es porque la Tierra va a haciendo una rotación que hace que la Tierra se incline para un lado, mientras que el sol expande más brillo hacia un lado de la Tierra, por ejemplo hacia América del Sur y América del Norte están en invierno, por eso es que hace que se retrase la hora. Por eso creo que no es porque un alcalde lo haya dicho sino porque la Tierra tiene esa reacción física que se moviera a una hora en invierno y a la misma hora que tenemos en Bogotá.</p>	

Al finalizar se realizó una socialización de la experiencia y se trataron de resolver algunas de las preguntas que los estudiantes tenían pendientes, de manera conjunta, a continuación la tabla con algunas de sus intervenciones





¿Qué pasaría si no existieran los meridianos?	<p>Que no podríamos saber las zonas horarias y nos perderíamos en toda hora, por ejemplo si tienes un amigo que viva en otro país tú lo saludas y está durmiendo, mientras que el otro está de tarde, entonces uno se podría confundir.</p>
---	---




¿Por qué existen los meridianos?	Sirven para que te puedas ubicar, y si tú vas a llamar a alguien y si no tienes los meridianos, lo llamas y allá está mucho más temprano o más tarde.
	Gracias a los meridianos podemos tener una ubicación y no podríamos saber a cuantos grados estamos.
¿Por qué los meridianos se miden en horas?	Los meridianos se miden en horas y también en grados. Cada meridiano cada 15 grados.
¿Por qué el día tiene 24 horas?	Ese es el tiempo en que dura la Tierra dando una vuelta sobre sí misma
	Porque en la antigüedad se contaba de 12 en 12, y ya que el día se demoraba 12 y la noche 12 entonces sumaban 24.
	Porque se contaba el día separado de la noche y que cada uno durara 12 y ahí serían 24.
¿De dónde sacaron eso?	De la rotación terrestre, porque como gira alrededor de su propio eje entonces ahí cambia el tiempo.





Algunas de las preguntas que surgieron y no se encuentran consignadas en las tablas anteriores se encuentran a continuación

- ¿Cómo puedo explicarle a otra persona el sentido en el que gira la Tierra?
- En países como Estados Unidos en algún momento se adelantan los relojes una hora, ¿esto no afecta con el paso de los años la medición del tiempo?
- ¿Cómo se produce el día y la noche en Urano?
- Las coordenadas que nos dan en internet sobre las ciudades ¿tienen que ver con los grados que estamos midiendo? A continuación las principales respuestas que dieron a problemática

## Segunda Actividad

Pregunta-situación problema	Estudiante	Respuesta / nuevas preguntas	Imagen
<p>Sobre el modelo de globo terráqueo construido ¿Dónde es arriba y dónde es abajo?</p>	E7	<p>Si estamos en Estados Unidos, arriba será el norte y abajo será el sur, pero si estamos en Argentina, arriba sería el sur y abajo sería el norte. La conclusión que nosotras sacamos fue que depende de donde nosotros estemos, por ejemplo si estamos en Colombia, arriba sería el norte y abajo el sur, pero si estamos en Rio de Janeiro arriba sería el sur y abajo sería el norte. El punto de vista de los países que quedan en el sur todo lo que está en el hemisferio norte.</p>	 
	E5	<p>Yo creo que mis compañeras están confundiendo lo que está arriba y abajo con lo que es adelante y atrás. Tomando la figura esférica de la Tierra, si ubicamos el muñequito tomando como punto de referencia la vista del muñequito, entonces lo que no está viendo, lo que está a sus espaldas es lo que sabe que está detrás de él. Pero un punto superior o inferior, que se encuentra por encima o por debajo de su punto de referencia que es la vista. Entonces abajo es un punto inferior a su punto de referencia y arriba es un punto superior a su referencia. Entonces lo que las compañeras dices en lo correcto si el muñeco está acostado.</p>	 

			
E6	Como la Tierra está inclinada, y como está girando, y se ubica el muñequito en cualquier punto de la Tierra, el arriba del muñequito sería hacia el lado de nosotros. Si vemos el muñeco puesto sobre Estados Unidos entonces el arriba sería atrás del muñeco.		
E4	Depende como pongamos el muñeco, porque si está mirando para el otro lado entonces todo cambia.		
E1	Si tú te paras en el norte, tú arriba sería el norte y tú abajo sería el sur. Pero si tú te paras en el sur pues tú arriba sería el sur y tu abajo sería el norte.		

	E2	<p>Depende de donde está el muñequito, porque si está en el norte por ejemplo el Ártico, su norte va a ser arriba y el sur sería abajo. No me estoy refiriendo a la perspectiva de lo que está mirando sino sería distinto. Ahora si digo que está en el hemisferio sur, osea en Chile, su abajo sería Colombia y su Norte sería la Antártida, no importa si mira para otro lado, porque si giro el muñequito seguiría siendo lo mismo.</p>	 
	E15	<p>Siempre antes de ver el arriba tiene que tener un punto de referencia, por ejemplo si estamos en el ecuador, el norte sería arriba, si estamos en el sur, el norte también sigue siendo arriba, o en el sur también el polo norte sigue siendo arriba.</p>	
	E3	<p>Nuestro punto de referencia es Colombia, entonces nuestro arriba sería el norte y nuestro abajo sería el sur. También nos dimos la respuesta porque al estar en otro lado y tener una brújula nos mostraría que el arriba es el norte y el abajo es el sur.</p>	
	E4	<p>El arriba es el mismo no importa donde estés, porque la Tierra está rotando.</p>	


	E8	Yo llegue a la conclusión que el arriba o el abajo no es fijo, lo que sí es fijo es el norte y el sur, yo puedo ubicarme en otras partes y eso no va a cambiar	
--	----	--	---



Imagen Explicación de la producción del día y la noche con su modelo de globo terráqueo

### Tercera actividad

En la siguiente tabla se pueden ver las principales descripciones escritas por los estudiantes respecto a las observaciones del comportamiento de las sombras producidas por la simulación de la luz solar sobre la Tierra, las cuales fueron realizadas para diferentes lugares sobre el globo terráqueo.

Pregunta/ Situación planteada	Estudiante	Descripción
Observaciones de las sombras realizadas para Bogotá	E3,E4	Cuando el sol está en Bogotá el campo de luz es amplio, pero la mayoría de la Tierra no obtiene esa parte de luz

	E1,E2	La sombra que se veía desde afuera de Bogotá, la sombra se alargaba de oriente a occidente detrás del palillo que utilizamos. Había un momento en que la luz no le llegaba y por eso no se producía ninguna sombra, la sombra se hacía por un momento larga y otro momento corta.
	E7,E8	Las sombras observadas para Bogotá es el palillo que estamos usando, es del mismo tamaño la sombra y como el sol apunta al palillo hacia el sur, la sombra está hacia el sur.
	E5, E10	Las sombras se mueven respecto a la posición del Sol, desde donde se emana la luz, ejemplo Bogotá se encuentra con el sol por el occidente y como Bogotá pata la luz del sol aparece una sombra por el oriente.
Observaciones de las sombras realizadas para otra ciudad sobre el mismo meridiano	E3,E4	Si se concentra la luz en Santiago Bogotá recibe menos luz
	E1,E2	Se presentan los mismos fenómenos en particular la sombra se extendía un poco más porque estaba más abajo y la forma del globo terráqueo es ovalado, se extendía más por su forma.
	E7,E8	Las dos ciudades que están en el mismo meridiano las representamos con palillos y con la sombra proyectaba el mismo tamaño hacia el sur. Al mover la linterna los palillos se movían hacia la misma dirección.
	E5, E10	La otra ciudad se encuentra más hacia el norte, utilizando el mismo ejercicio que con la ciudad de Bogotá, ésta ciudad produce una sombra, la luz no llega tan fuerte como en Bogotá.
Observaciones de las sombras para otro meridiano	E3,E4	Si enfocamos la luz en otro meridiano lejano no le llegaría la luz a Bogotá o a Santiago de Chile
	E1,E2	El punto de referencia estaba en Egipto, en el meridiano de 300°, también tenía las mismas características y su sombra era distinta a la del segundo experimento, porque no se

		alargaba tanto, se movía al contrario de donde se movía el planeta.
	E7,E8	Usamos un país, Canadá y una ciudad Las Vegas y con la linterna la sombra del palillo de Canadá se veía más gruesa y el de las Vegas más delgado. Los dos palillos esta vez estaban más prolongados.
	E5, E10	Utilizando los mismos paralelos pero diferentes meridianos el resultado es muy similar a los anteriores.
Conclusiones de la actividad	E3,E4	En nuestro modelo el sol se quedaba quieto porque el sol no es el que se oculta sino que la Tierra es la que hace que parezca que el Sol se mueve. Las sombras se forman por la luz solar, ya que sin luz no se pueden obtener sombras. La posición que utilizamos en el globo terráqueo fue de inclinar el globo a la izquierda, porque el sol "aparecía" por el oriente, entonces es una representación de cómo pasó el Sol de oriente a occidente. La Tierra se mueve porque rota por su mismo eje y nosotros queremos representar como es en verdad el movimiento de las sombras y el sol sobre la Tierra. La Tierra si la vez por el norte se nota que rota en contra de las manecillas el reloj
	E1,E2	Nuestro modelo a escala era una esfera de icopor con todas las islas continentes y demás. También tenía los 24 meridianos medidos con transportador cada 15° ¿Cuál de los dos giraba, la Tierra o el Sol? Ninguno de los dos está quieto, porque el sol gira en su propio eje y la Tierra alrededor del Sol y también en su propio eje. Según lo que hicimos con el globo terráqueo y la linterna nosotras giramos el globo terráqueo de oriente a occidente y la linterna la dejamos quieta, luego dejamos la Tierra quieta y movimos el sol alrededor de la Tierra de oriente a occidente.
	E7, E8	1. Cuando un palillo es más grande que oro en la sombra pasa lo mismo.

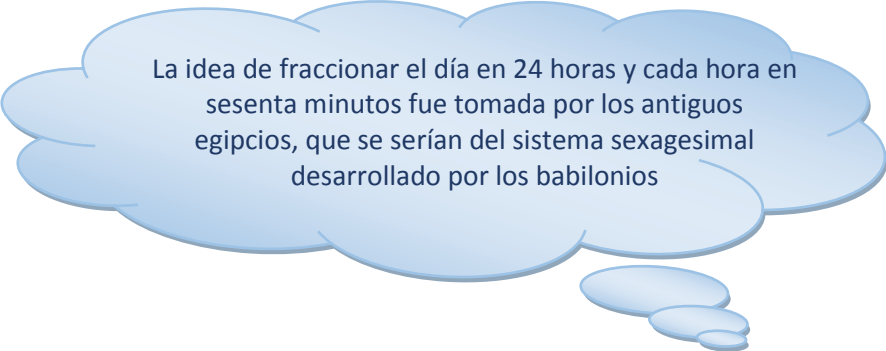


		2. Al reflejar la sombra del globo al piso, si lo acerco mucho al piso los palillos se esconden y si lo subo los palillos se vuelven más grandes.
		3. Entre que haya más distancia en los palillos se van a ver diferentes pero si está más cerca se ven relativamente iguales.
		4. Si una persona está parada en el sur puede decir que arriba es el sur y abajo es el norte

## Anexo 3. Actividades propuestas – Material para el estudiante

### ACTIVIDAD 1

# DETENIENDO EL SOL



La idea de fraccionar el día en 24 horas y cada hora en sesenta minutos fue tomada por los antiguos egipcios, que se serían del sistema sexagesimal desarrollado por los babilonios

### Conocimientos previos

*Sabías que...*

1. Cuestionate sobre el siguiente interrogante:

---

Si un avión sale de Rio de Janeiro a las 4 de la tarde, ¿cómo podría llegar a las 4 de la tarde del mismo día a Lima?

---

2. ¿Crees que es posible llegar a Lima a las 4 de la tarde del mismo día? ¿Porque?

3. ¿Cómo podríamos hacer dicho viaje?

### ¡A experimentar!

#### Materiales

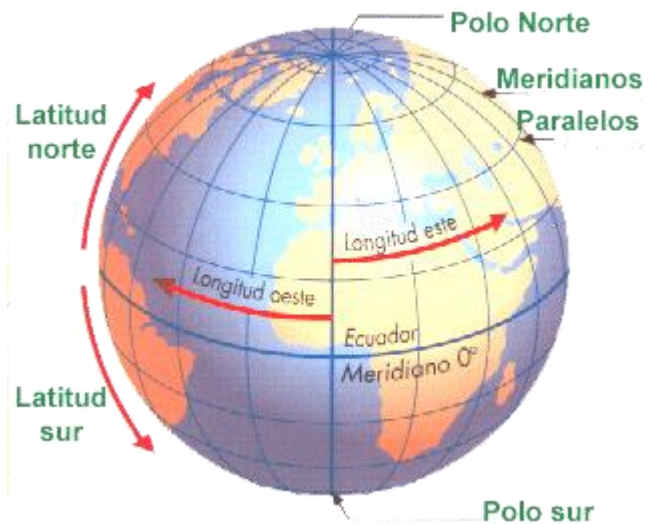
- Esfera de icopor de 20 cm de diámetro

- Hilo
- Palo de pincho
- Globo terráqueo
- Marcadores

Una vez que hayas revisado el globo terráqueo, vamos a construir un pequeño modelo de la Tierra a escala con la esfera de icopor, los alfileres y el hilo, que te permita ubicar las dos ciudades de las que estamos hablando.

**Recordemos que...**

Para averiguar la localización exacta de un punto de la superficie terrestre nos valemos de las denominadas coordenadas geográficas, la longitud y la latitud, halladas a partir de una red geográfica de líneas imaginarias llamadas meridianos y paralelos. Los meridianos son semicírculos imaginarios que unen los Polos.



¿Qué concluyes al respecto?

## RECORDEMOS QUE...

*Como consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra, se origina la sucesión del día y la noche. Como la Tierra es una esfera iluminada por el Sol, éste no puede iluminar toda la esfera al mismo tiempo, por lo cual mientras una parte se mantiene iluminada, está de día; y cuando la otra se encuentra en la oscuridad, es de noche.*

*El mismo tiempo que la Tierra se traslada alrededor del Sol, va efectuando el movimiento de rotación en torno a su eje imaginario. Este movimiento giratorio es realizado de oeste a este, en un tiempo de 23 horas, 56 minutos y cuatro segundos, tiempo que se aproxima a 24 horas.*

## Volviendo al interrogante inicial

1. ¿Cómo crees que verían el sol los pasajeros del avión que viajan de Rio de Janeiro a Lima? Y ¿porqué?

### *Previo a la siguiente sesión*

Cuestionate los siguientes interrogantes y resuélvelos para la segunda sesión:

- ¿En un mismo país pueden existir dos o más lecturas oficiales de la hora que sean diferentes? ¿A qué se debe esto?
- ¿Qué hora tendrán las ciudades que están en medio de dos meridianos?
- ¿Es posible calcular la distancia entre dos lugares del planeta teniendo las coordenadas del lugar?
- ¿Sucederá lo mismo si el viaje en avión se realiza de Lima a Rio de Janeiro?
- Lee con atención el siguiente texto referente a la historia de los husos horarios y reflexiona sobre las posibles paradojas que podrían formularse en torno al establecimiento de los husos horarios en el mundo

# LOS HUSOS HORARIOS

## Dónde comienza el año nuevo

Ya al final del siglo I y al principio del siglo II de nuestra era el geógrafo romano Marin de Tiro propuso en los dibujos que representaban la Tierra trazar una red de círculos paralelos, los «paralelos» y de arcos que partían de los polos, los «meridianos», para que fuese más cómodo orientarse en la superficie de nuestro planeta.

En 1844 en el Congreso Internacional en Washington se decidió considerar como el meridiano cero el que atraviesa el observatorio de Greenwich situado en Inglaterra, cerca de Londres. El tiempo solar medio del huso cero se resalta y se llama Tiempo Universal, el tiempo medio del primer huso horario se denomina Tiempo Medio Europeo, etc. Así, por ejemplo, los 180 meridianos, situados al Este del de Greenwich y los 180 situados hacia el Oeste de él, se llaman grados de Longitud este y oeste. La longitud del arco de un grado es igual a  $1/360$  de la longitud de la circunferencia. Cada grado se divide en 60 partes denominadas minutos angulares (o simplemente minutos), cada minuto en 60 partes llamadas segundos angulares (o simplemente segundos).

La indicación de la longitud (el número del meridiano) y de la latitud (el número del paralelo) de cierto punto determina exactamente su posición en la superficie de la Tierra. Así, por ejemplo, las coordenadas de Moscú son  $55^{\circ}48'$  de la latitud norte y  $37^{\circ}34'$  de la longitud este.

La Tierra realiza una vuelta completa alrededor de su eje durante el día entero. Así, pues, en el transcurso de una hora gira a  $15^{\circ}$ . Cuando en Moscú es mediodía, en el lugar que yace a  $15^{\circ}$  hacia el Este de dicha ciudad, ya es la una de la tarde, mientras que en el lugar que se encuentra a  $15^{\circ}$  más al Oeste, sólo son las 11 de la mañana. Por

eso si el reloj se comprueba a mediodía por el Sol en Moscú y luego se verifica qué hora muestra ese mismo reloj en Leningrado también a mediodía, resulta que en el momento cuando en Leningrado el Sol se encuentra en el punto superior y la sombra de los objetos es la más corta, el reloj moscovita, muestra las 12 y 35 minutos. De aquí se deduce que Leningrado se halla en  $8^{\circ}45'$  más al Oeste de Moscú.

Si viviésemos por el horario solar, a medida de que nos desplazásemos al Este u Oeste tendríamos que mover continuamente las manecillas del reloj. Esta situación ofrece grandes incomodidades en la vida civil, en particular para el transporte ferroviario. Creo que no es necesario demostrar que para un funcionamiento normal del ferrocarril el movimiento de los trenes debe estar concordado en el tiempo con gran precisión.

En los años 80 del siglo pasado (siglo XIX) en los Estados Unidos de América queriendo superar la dificultad señalada, cada ferrocarril introducía su tiempo «unificado» que actuaba en dicha vía férrea o en la mayoría de su parte. A título de tiempo «unificado» se elegía la hora media para dicho territorio. Como consecuencia de ello se formaron unos 75 sistemas diferentes de medida del tiempo y en ciertas estaciones de cruce se instalaban tres relojes que indicaban la hora de la estación y la de los trenes que cursaban al Oeste y al Este.

Semejante posición se hacía cada vez más insoportable. En 1870 el ingeniero del ferrocarril de Canadá Sandford Fleming propuso introducir los husos horarios, trazándolos cada  $15^{\circ}$  por la longitud, comenzando por el meridiano de Greenwich.

En 1883 este proyecto fue aceptado en EE.UU. y en Canadá, luego ya en otros estados. En la Unión Soviética el huso horario se introdujo el 8 de febrero de 1919 por el Decreto del Consejo de Comisarios del Pueblo.

El huso horario se establece de la siguiente manera: todo el globo terráqueo se divide en 24 husos horarios de  $15^{\circ}$  en cada uno (figura 14).

Dentro de cada huso la hora se considera la misma, o sea, mediozonal. Al pasar de un huso (o zona) al otro las manecillas del reloj se mueven inmediatamente en una hora.

Puesto que para los ferrocarriles incluso semejante paso a salto de las agujas es incómodo, todas las vías férreas de la Unión Soviética utilizan la hora Moscú unificada («la aguja roja»). En efecto, si eso no se hace, cada tren traería a la estación de cruce su hora.

Así mismo pasa con el telégrafo. Si se hace uso del tiempo local, el telegrama que se manda desde Vladivostok el 1 de junio por la mañana temprano llega a Moscú y se entrega al destinatario el 31 de mayo por la noche, es decir, «un día antes de que se mandó». En efecto, cuando en Vladivostok son las 4 de la madrugada del 1 de junio según la hora local, en Moscú según la hora moscovita son aún las 9 de la noche del 31 de mayo.

En los relojes de todos los países que viven por el huso horario en un mismo momento de tiempo la posición del minuterero coincide, mientras que el horario se diferencia en cero o en un número entero de horas. En este caso la diferencia de los husos horarios se determina con bastante facilidad y dentro de cada uno de ellos la diferencia entre el huso horario y la hora solar es inferior a una hora.

Los límites de los husos horarios no siempre se trazan exactamente por los meridianos, ya que de lo contrario la línea límite intersecaría las ciudades y en los diversos extremos de una misma ciudad habría una hora diferente. Los límites de los husos horarios se trazan mayormente por los ríos u otros límites naturales, así como también teniendo en cuenta la división administrativa de los territorios.

A propósito, los ciudadanos de la Unión Soviética no siguen ni el tiempo solar ni el de huso horario, viven por una hora denominada «legal»

introducida por el Decreto del Consejo de Comisarios del Pueblo de la URSS del 16 de junio de 1930, partiendo de la comodidad de la vida cotidiana y la economía de energía eléctrica.

Conforme a dicho Decreto las manecillas de todos los relojes de la URSS se adelantaron una hora. De esta manera, la hora legal es igual al huso horario más una hora. Esta circunstancia debe tomarse en cuenta, por ejemplo, al pedir una conferencia telefónica con una persona que vive en otro país. Cuando en Varsovia son las 21 según la hora local, en Moscú, según su huso horario, son las 22, mientras que por la hora legal que se usa son las 23.

Entre las líneas horarias límites existe una que al pasar la cual, junto al cambio de una hora, se efectúa el cambio de la fecha. Según la condición, dicha línea pasa en la cercanía del meridiano de 180° entre Asia y América. Así, pues, el día, y también el Año Nuevo, comienzan en Kamchatka, luego en Siberia, después en Europa y más tarde en América y en Alaska.

En el barco que cruza la línea de cambio de la fecha en dirección Este un mismo día del mes se atribuye a dos días seguidos. Por el contrario, al intersecar la línea de la fecha en sentido oeste un día se excluye de la cuenta.

En los polos donde convergen todos los meridianos el huso horario pierde el sentido. Por eso los investigadores del Ártico usan la hora del meridiano cero.

Claro está que la elección del meridiano cero y de la línea de cambio de fecha, son totalmente convencionales, pero si ya se hizo una elección, sólo su observación estricta puede asegurar la ausencia de la confusión y el error en la denotación de los días y las horas.

## RETO DE DISEÑO

Una importante compañía hotelera que recibe viajeros de todo el mundo, propone a sus diseñadores elaborar una construcción de un modelo que permita a sus huéspedes calcular rápidamente la hora de cualquier país, por medio de un elemento que esté en la recepción y/o en las habitaciones.



1. Teniendo en cuenta la lectura anterior y tu conocimiento sobre los husos horarios, elabora un diseño que les permita a los huéspedes del hotel conocer rápidamente la hora de su país de origen o de destino. Escribe su funcionamiento, los materiales a utilizar, un dibujo de cómo construirlo y crea un modelo tridimensional para exponerlo al resto de la clase.

## PON A PRUEBA

Responde las siguientes preguntas por medio del diseño realizado, y luego un representante de cada grupo expondrá al resto de la clase las conclusiones correspondientes

1. Si en Madrid son las 11 am, qué hora será en las siguientes ciudades
  - a. Washington
  - b. Paris
  - c. Tokio

2. Si una familia sale de París a las 6 horas, con destino a Buenos Aires:  
¿Qué hora es en ese momento en la capital de Argentina?

3. Si el viaje dura 6 horas ¿A qué hora llegan a Buenos Aires?

## ACTIVIDAD 2

### Latitud

Durante siglos los europeos y los árabes habían navegado alrededor de sus costas utilizando como referencia los puntos visibles de las costas y su conocimiento de las profundidades en distintos lugares. Cuando a finales del siglo XV los portugueses y castellanos comenzaron sus viajes más lejanos de exploración y descubrimiento necesitaron una referencia para saber dónde se encontraban. Y encontraron en el cielo que entre más se acercaban o se alejaban del Polo Norte las posiciones de las estrellas variaban. A esa variación la llamaron Latitud y utilizaron ese valor para conocer su ubicación sobre el planeta. Hoy en día sabemos que la latitud es la distancia angular entre la línea ecuatorial y un punto determinado de la Tierra, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. La Latitud nos proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur desde el ecuador y se expresa en medidas angulares que varían desde los 0° del ecuador hasta los 90°N del polo Norte o los 90°S del polo Sur. Esto sugiere que si trazamos una recta que vaya desde un punto cualquiera de la Tierra hasta el centro de la misma, el ángulo que forma esa recta con el plano ecuatorial expresa la latitud de dicho punto.

## SOMBRAS Y LATITUD

---

**Objetivo:** *Identificar cómo varían las sombras en diferentes puntos de la Tierra por medio de un globo terráqueo previamente construido por los estudiantes*

---

---

*¿Cómo se verán las sombras proyectadas por los objetos debido a la luz del Sol en diferentes latitudes de la superficie terrestre?*

---

Para esta actividad vamos a necesitar los siguientes materiales:

1. Globo terráqueo
2. Plastilina
3. Cartón paja
4. Palillos de dientes
5. Lámpara o linterna

Para comenzar, vamos a cuestionarnos sobre la pregunta que aparece al inicio de la actividad. Y posterior a su discusión con el grupo, comenzamos a armar el modelo sobre el globo terráqueo que pueda darnos indicios sobre el comportamiento de las sombras en diferentes latitudes del planeta.

1. Vamos a localizar a Colombia sobre el globo terráqueo y con ayuda de la lámpara o la linterna simulamos la luz proveniente del Sol.
2. Luego tomamos un palillo de dientes y con ayuda de la plastilina hacemos un pequeño muñequito, lo ubicamos sobre Colombia. ¿Dónde es arriba y dónde es abajo?
3. Con ayuda de la lámpara continuamos simulando la luz del Sol.



4. Registramos lo observado y tomamos la medida de la sombra proyectada.
5. Se repite el paso anterior para otros dos lugares del planeta sobre el mismo meridiano.
6. ¿Qué observaciones puedes destacar de esta actividad?

1. Observaciones de las sombras realizadas para Bogotá

2. Observaciones de las sombras realizadas para otra ciudad sobre el mismo meridiano

3. Observaciones de las sombras para otro meridiano

## ACTIVIDAD 2

# SOMBRAS Y LATITUD 2

Ahora vamos a repetir el mismo proceso de la anterior actividad pero tomando los datos observados para poder sacar conclusiones más sólidas sobre nuestra experiencia.

Para ello nos vamos a ayudar con una regla y marcadores delgados.

1. Ubicamos de nuevo a Colombia, tratando de situar la ciudad de Bogotá sobre el globo terráqueo de icopor que ya se había construido. Con ayuda de la lámpara nuevamente vamos a simular la luz del sol. Ubicándola de manera que quede fija para que no se presenten cambios en la sombra obtenida durante la medición.
2. Ahora se coloca de nuevo el palillo de dientes cuidando que quede firme y perpendicular a la superficie donde se encuentra.
3. Con ayuda de los marcadores vamos a marcar la longitud de la sombra generada por los palillos.
4. De nuevo ubicaremos las demás ciudades cuidando de marcar la sombra producida.
5. Retiramos los palillos y con ayuda de la regla medimos la longitud de las sombras.
6. Registramos las mediciones en la siguiente tabla.

Ciudad	Latitud °	Medida del palillo utilizado (cms)	Medida de la sombra (cms)
Bogotá	4,5 °		

### ¿Qué encontraste?

Responde las siguientes preguntas y discútelas con tus compañeros.

1. ¿Qué relación tiene la latitud de cada ciudad con la sombra producida?
2. ¿Por qué varía la longitud de la sombra en cada ciudad ubicada sobre la esfera?
3. ¿Qué pasaría si utilizamos un palillo más largo para repetir todas las experiencias?
4. ¿Qué dificultades encontraste en la realización de la experiencia?
5. ¿Cómo podrías mejorarla para hacer una mejor medición de las sombras?
6. La lámpara que simula la luz solar se encontraba quieta para ver lo sucedido durante un instante determinado en el día. ¿Qué sucederá con las sombras si incluimos en la experiencia la rotación de la Tierra que da lugar al día y la noche?

## ACTIVIDAD 4

# Experimentando con Sombras

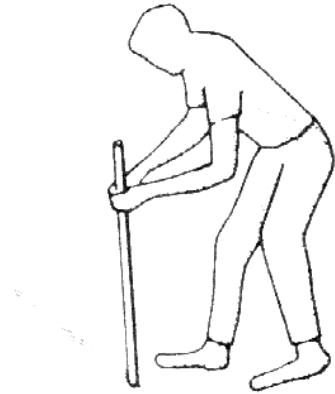
---

*¿Cómo cambian las sombras de un gnomon a lo largo del día?*

---

Para esta actividad serán necesarios los siguientes materiales:

6. Palo de escoba
7. Regla
8. Flexómetro
9. Marcadores
10. Pliego de papel periódico
11. Transportador



Con el fin de conocer cómo cambian las sombras a lo largo del día para nuestra latitud en particular, vamos a realizar el registro de la variación de las sombras en varios instantes de un día.

1. Para empezar vamos a elaborar un montaje que soporte el palo de escoba y que se pueda dejar puesto de forma perpendicular al suelo durante todo un día donde pueda darle la luz solar.
2. Luego medimos la altura de dicho montaje por medio del flexómetro.
3. Con ayuda del papel periódico realizamos el registro de las sombras a lo largo del día, teniendo cuidado de no variar la posición inicial de nuestro gnomon, registrando todas las observaciones encontradas. Cada montaje y registro serán de total elección y creatividad por parte de los estudiantes.
4. Realizaremos una tabla que permita entender cómo varían las sombras de un gnomon proyectadas por la luz solar durante un día.

Relata tu experiencia, ¿Qué inconvenientes encontraste? ¿Cómo los solucionaste? ¿Qué materiales agregarías a la lista inicial? Cuál sería el procedimiento adecuado para poder realizar la medición?, etc.

Escribe 5 conclusiones sobre la experiencia Todos los aportes que se realicen serán tenidos en cuenta.

¿El tamaño de las sombras es el mismo a lo largo de un año?

## ACTIVIDAD 5

# Determinación de la Latitud

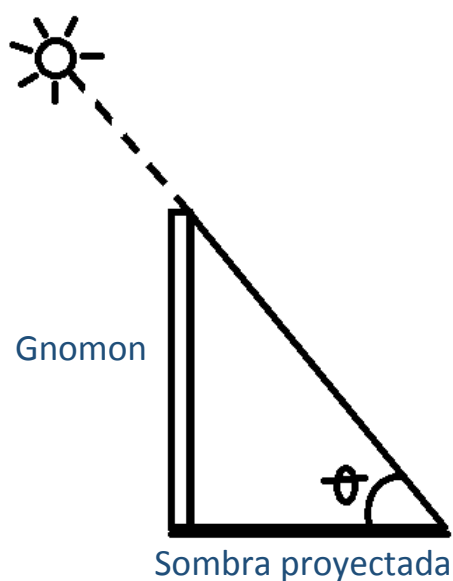
Como ya vimos en las actividades previas, la latitud de un lugar se encuentra dado por un ángulo que se forma entre la línea que proyecta cualquier punto sobre el ecuador terrestre y la línea que proyecta cualquier punto sobre la superficie situado sobre el mismo meridiano. Y determinamos una relación entre la longitud de las sombras proyectadas por los objetos en diferentes latitudes del planeta. Ahora realizaremos una experiencia que nos ayude a conocer cómo conocer la latitud de un lugar por medio de las sombras que proyecta un gnomon.

Para comenzar vamos a retomar las notas de las observaciones realizadas en la actividad anterior, así como su montaje.

1. ¿En qué dirección se encontraban las sombras al comienzo de la actividad?
2. ¿En qué dirección se proyectaba la sombra cerca de la hora del mediodía?
3. ¿En qué dirección se proyectaba la sombra en horas de la tarde?
4. ¿Cuál de las sombras proyectadas fue la más larga? ¿En qué momento se produjo y hacia qué dirección apuntaba?
5. Existe un momento durante el cual el sol pasará justo encima de nosotros. ¿Es posible identificar el punto intermedio del día por medio del montaje realizado?

Tomaremos de nuevo la medida de la altura del montaje por medio del flexómetro, y conociendo el momento en que el sol se encuentre exactamente sobre nosotros tomaremos la longitud de la sombra proyectada.

Ahora determinaremos el ángulo de elevación en el cual se encuentra el sol con respecto al horizonte, para ello necesitaremos realizar un cálculo sencillo del ángulo generado entre el montaje del gnomon y la sombra, a manera de triángulo rectángulo como se puede ver en la figura.



Con ayuda de las relaciones trigonométricas calcula el ángulo entre el gnomon y la sombra proyectada.

1. Una vez establecido éste ángulo tendremos la altura a la que se encuentra el sol con respecto al horizonte, ahora con ayuda del globo terrestre explica cómo se forma ese ángulo y qué relación tiene con la latitud.
2. Encuentra una forma de determinar la latitud con la ayuda de los cálculos anteriores.
3. ¿A qué conclusiones llegaste?
4. Determina la latitud para Bogotá y compárala con la entregada en actividades anteriores.

### Previo a la siguiente sesión

Cómo podemos conocer la hora por medio de la sombra de los objetos, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en las anteriores sesiones.



## ACTIVIDAD 6

# SOMBRAS QUE DAN LA HORA

---

***¿Es posible conocer la hora por medio de la sombra proyectada por un gnomon y la luz del sol?***

---

Desde la antigüedad se utilizaron los relojes de sol para determinar la hora a lo largo del día, los primeros relojes encontrados datan de hace más de 500 años antes de nuestra era. Estos instrumentos de medición consisten, en esencia, en un objeto que hace sombra, llamado *gnomon*, ubicado en una superficie sobre la que se proyecta dicha sombra, llamada el *tablero* del reloj. Sobre el tablero se trazan unas líneas, llamadas líneas horarias.

El tablero es por lo general plano, pero también se utilizan superficies curvas, como esferas o cilindros. El objeto utilizado como gnomon es generalmente una varilla o un hilo tenso, o a veces el borde de un cuerpo.

Los relojes se diseñan teniendo en cuenta el hemisferio y, más precisamente, la latitud del lugar donde serán empleados: latitudes positivas corresponden al hemisferio norte; latitudes negativas corresponden al hemisferio sur.

Hay que tener en cuenta que los relojes de sol no marcan la hora civil sino la hora solar, por lo cual la lectura va a diferir en algunos minutos dependiendo de la latitud del lugar.

Con las anteriores actividades fue posible encontrar algunos elementos de astronomía y de coordenadas geográficas que pondremos en juego en esta sesión para elaborar la explicación sobre la relación entre el cambio de posición del sol en el cielo y la determinación de la hora solar.

Al momento de elaborar un reloj de sol es necesario tener en cuenta dos aspectos abordados en sesiones anteriores; el primero es cómo se debe situar el gnomon o la varilla, para lo cual cuando se realizó la comparación de las sombras se especificó que debía situarse perpendicular a la superficie. El segundo es cómo elaborar el tablero sobre la que se trazarán las líneas horarias.

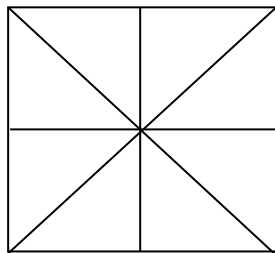
## ¡A experimentar!

### Materiales

- Globo terrestre construido previamente
- Cartón paja
- Palillos de dientes pequeños
- Regla
- Lápiz
- Lámpara o linterna plana

### Reloj solar para los polos

1. Para comenzar vamos a dibujar y recortar 5 cuadrados en el pajón paja de 2 cm por 2 cm.
2. Cuando los tengamos listos tomamos uno y le vamos a trazar las diagonales que nos permitirán hallar el centro, posteriormente trazamos las líneas de las mitades, tal como se muestra en la figura.



3. Una vez ubicado el centro del cuadrado vamos a atravesarle un palillo de dientes, cuidando que quede perpendicular al cuadro de cartón.
4. Sobre el globo terráqueo vamos a ubicar el eje de giro terrestre y llevaremos allí el montaje que teníamos con el palillo y el cartón, lo clavamos sobre el globo de icopor cuidando que éste quede exactamente sobre el eje de giro terrestre.
5. Con ayuda de la lámpara vamos a simular nuevamente el sol y analizaremos lo observado. Así, comenzaremos construyendo un reloj solar para el polo, porque sabemos cómo debe estar colocado el gnomon allí, y este será nuestro primer modelo.
6. ¿Cómo podemos saber la hora por medio de este instrumento en los polos?

## Reloj ecuatorial para cualquier latitud

Una vez obtenido este primer modelo que sirve para el polo, el siguiente paso es modificarlo para que funcione en otras latitudes.

1. Vamos a repetir el procedimiento para los demás cuadritos de cartón paja que tenemos pero vamos a trazar líneas que atraviesen el centro para que al final tengamos 24 divisiones exactas que nos den cuenta de las horas del día.
2. Distribuimos por todo el globo terráqueo los pequeños relojes solares, cuidando que el palillo de dientes que será el “gnomon” se encuentre todo el tiempo paralelo al eje terrestre. Podemos utilizar pegante para fijar los montajes a nuestro globo terráqueo



3. Ahora vamos a simular de nuevo la luz del sol por medio de la lámpara y observamos las sombras de los gnómones sobre las caras marcadas con las líneas en los cuadritos de cartón, recordando que éstos actúan como los tableros de los relojes de sol.
4. Observamos con cuidado y tomamos nota de todas las conclusiones obtenidas.
5. Para finalizar la actividad vamos a salir con nuestro montaje a un lugar donde tengamos luz solar y ubicamos la dirección en la cual el eje de nuestro globo terrestre quede paralelo al eje terrestre de la Tierra, es decir apuntando en dirección norte – sur.
6. ¿Qué pasa con las sombras de los gnómones de nuestro montaje?
7. ¿Cómo podríamos relacionar los pequeños relojes solares que hicimos con las sombras que habíamos obtenido con el palo de escoba?



Anexo 4. Guía de construcción de relojes de sol

# RELOJES SOLARES

Guía del Estudiante

En este documento se encuentran los procedimientos para construir relojes de sol ecuatoriales y verticales

Diana Karina Sepúlveda  
En colaboración con Raúl Castro y  
Javier Aldana

Licenciatura En Física  
Universidad Pedagógica Nacional

# RELOJES SOLARES

Guía del Estudiante

## Elementos de Astronomía

La Tierra se traslada alrededor del Sol describiendo una trayectoria prácticamente elíptica, que conocemos con el nombre de eclíptica, con el Sol situado en uno de los focos de esta elipse. El desplazamiento de la Tierra por la eclíptica es lento, pues tarda 65,25 días en recorrerla.

Simultáneamente, la Tierra está girando sobre su propio eje, el cual se encuentra inclinado  $66^{\circ} 32' 30''$  respecto al plano de la eclíptica, dando una revolución completa en un día. Durante un solo día, las posiciones relativas del Sol y de la Tierra apenas sufren variación en el espacio, sin embargo, para un observador situado en la superficie terrestre, el movimiento de rotación de la Tierra da lugar a que el Sol parezca moverse girando a su alrededor.

Sin embargo estos conceptos pueden ser un poco abstractos para nosotros debido a que es un poco complicado que nos demos cuenta que es la Tierra la que está girando sobre su propio eje y que adicional a eso también orbita alrededor del sol.

## Relojes de Sol

El **reloj de sol** es un instrumento utilizado desde tiempos antiguos para medir el tiempo.

Desde tiempos inmemoriales la humanidad ha sabido que la forma en la que cambia la sombra de un objeto indica la hora del día, que la sombra se acorta hacia el mediodía y se alarga hacia el atardecer.

Sin duda el primer Reloj de Sol simple consistía de no más que una estaca vertical en el suelo. Eventualmente el hombre debe haberse percatado de que el cambiante largo de la Sombra podía ser usado, probablemente con marcadores de piedra, de la misma forma en que actualmente usamos las manecillas de un reloj. Este notable paso adelante en los intentos del hombre por medir el tiempo ocurrió hace al menos 3500 años, ya que el más antiguo Reloj de Sol conocido, encontrado en Egipto, data de esa fecha.

## Relojes De Sol Ecuatoriales



Figura 01. Reloj De Sol Ecuatorial.

Por ello se hace conveniente continuar con la elaboración de relojes solares horizontales y verticales, mucho más habituales tanto en modelos antiguos situados en casas, iglesias o jardines que fueron útiles en su día para conocer la hora, como en diseños más modernos y monumentales cuya función es decorar con elementos culturales, plazas, fuentes o paseos.

En estos relojes la superficie sobre la que se proyecta la sombra es un plano horizontal y suelen colocarse como elemento decorativo en mesas o jardines, siendo a veces el propio suelo donde se trazan las líneas horarias.

Tienen una ventaja, pocas veces mencionada, sobre otros tipos de reloj solar y es que son los únicos relojes de superficie plana que recogen todas las horas de sol de cualquier día del año. Siempre que haga sol indicarán la hora. Al contrario de lo que ocurría en el ecuatorial el gnomon no es perpendicular al plano del cuadrante por estar inclinado. Además en estos relojes las líneas horarias no son equidistantes y el principal problema es determinar dichas líneas.

## Construcción Del Reloj Horizontal

Para la construcción de este particular reloj solar horizontal se utilizan materiales de fácil acceso en cualquier papelería o cacharrería para que el alumnado tenga facilidad tanto económica como práctica en la construcción de su reloj. Los materiales son los siguientes:

- Dos Octavos De Cartón Industrial.
- Madera de balsa de 1.5x1.5.
- Esfero negro, rojo o verde.
- Lápiz – Borrador.
- Regla de 30cm o 50cm.
- Transportador

*Primer paso:* Con uno de los octavos de cartón industrial le vamos a trazar un rectángulo tal que este a 1cm del borde como se aprecia en la figura 02. Esto con la idea de que el alumnado tenga definido el límite donde se va desarrollar el resto de trabajo.



Figura 02

*Segundo paso:* En el mismo cartón industrial, definimos un centro donde se traza una línea recta que es donde se colocara lo que denominamos 'gnomon' y en sus lados las líneas horarias como se ve en la figura 03.

Ya listo el tablero donde se desarrollada la actividad procederemos a eliminar el problema que tiene los relojes ecuatoriales en la determinación en los tiempos en las fechas de los equinoccios, donde en este modelo de reloj solar podemos situar un plano sobre en el que se proyectara la sombra en posición horizontal.

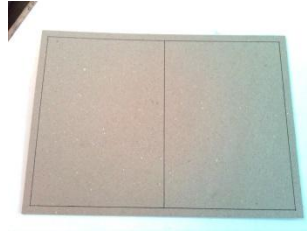


Figura 03

En este caso la posición del 'gnomon' sigue siendo la misma, orientado en dirección de la polar (paralelo al eje del mundo), pero la sombra no se proyecta sobre un plano paralelo al ecuador celeste, sino sobre el horizonte del lugar de observación.

Las horas las marcamos proyectando las marcas horarias del plano ecuatorial sobre el plano horizontal. Al proyectar, las marcas horarias no están separadas ángulos de  $15^\circ$  sino debemos determinar su posición mediante una sencilla construcción geométrica como se observa en la figura 04.

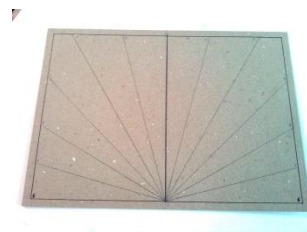


Figura 04

*Tercer paso:* Recordemos que la latitud en un globo terráqueo (teniendo en cuenta que todos son esféricos) es la que mide la distancia del ecuador, que es la más larga de todas las líneas de latitud. Dan la vuelta a la tierra, a la mitad de la distancia entre polos. Y la longitud de un lugar se basa en que la Tierra da una vuelta completa alrededor de su eje norte-sur en aproximadamente 24 horas. Como en este primer caso vamos a trabajar la latitud de la ciudad de Bogotá que es de aproximadamente  $4^\circ$ , con ese dado el 'gnomon' que se diseña debe ser de  $4^\circ$  como se observa en la figura 05.

Figura 05. Gnomon de  $4^\circ$  latitud Bogotá.

Ahora como vamos a trabajar con alumnos que conocen la trigonometría, puede explicarse la deducción de las formulas trigonométricas necesarias para obtener los ángulos que se forman en las líneas horarias, aunque desde este punto de vista didáctico no parece conveniente el trazado utilizado la fórmula sin más. Si desde el punto de vista matemático se considera adecuado, simplemente se podría usarse para comprobar que lo realizado por el método geométrico es correcto y coincide con los valores que se obtiene de las formulas. En el caso de Bogotá la línea que se trazó en el medio es la línea del medio día (12 horas solares, figura 03) y esta dibujada en dirección norte (Bogotá se encuentra en el hemisferio norte) a partir del arranque del 'gnomon' de  $4^\circ$ , y a partir de ella se dibujan las demás.

A partir del reloj ecuatorial que tiene ángulos iguales a  $15^\circ$  hacemos las relaciones trigonométricas a partir de la figura 06, donde:

$$\text{En PQR } \tan(15^\circ) = QR/QP$$

$$\text{En PQD } \text{sen}\varphi = QP/QD$$

Por ello,

$$QR = QP \cdot \tan(15^\circ) = QD \cdot \text{sen}(\varphi) \cdot \tan(15^\circ)$$

Entonces  $\alpha$  es igual a:

$$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(\varphi) \cdot \tan(15^\circ))$$

Con lo que se obtiene el ángulo entre líneas de las 12 y las 11. Para las siguientes líneas en vez de  $15^\circ$  se sustituye  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $105^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $165^\circ$  y  $180^\circ$  que el último para este reloj horizontal.

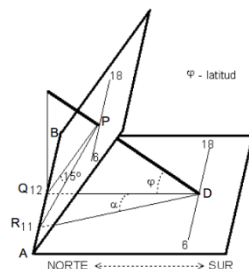


Figura 06. Trigonometría para el 'gnomon'.

*Ejemplo:* si desarrollamos un reloj de sol horizontal en la ciudad de Lisboa que tiene una latitud de  $38^\circ$ , debemos tener en cuenta de cuánto será su  $\alpha$  comparándolo con un reloj ecuatorial en  $15^\circ$ , en  $30^\circ$ , en  $45^\circ$  etc. Para ello desarrollamos una tabla

estableciendo que valores arroja cada  $\alpha$  para empezar a trazar las líneas horarias según la latitud que tiene la ciudad, en este caso Lisboa (Tabla A).

$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(15^\circ))$	$\alpha = 9,4^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(30^\circ))$	$\alpha = 19,57^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(45^\circ))$	$\alpha = 31,6^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(60^\circ))$	$\alpha = 46,8^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(75^\circ))$	$\alpha = 66,5^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(90^\circ))$	$\alpha = 90^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(105^\circ))$	$\alpha = -66,5^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(120^\circ))$	$\alpha = -46,8^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(135^\circ))$	$\alpha = -31,6^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(150^\circ))$	$\alpha = -19,57^\circ$
$\alpha = \text{Arctan}(\text{sen}(38^\circ) \cdot \tan(165^\circ))$	$\alpha = -9,14^\circ$

Tabla A. Resultados obtenidos para diseñar las líneas horarias de la ciudad de Lisboa.

Con estos resultados se empieza a trazar las líneas horarias que van relacionadas a la ciudad de Lisboa. Ahora teniendo en cuenta ese procedimiento trigonométrico para hacer las líneas horarias podemos hacer estas en relación a la ciudad de Bogotá.

*Cuarto paso:* Ya trazadas las líneas se diseña un 'gnomon' de  $4^\circ$  que es la latitud de la ciudad de Bogotá, al tiempo también un 'gnomon' de  $38^\circ$  relacionado a la ciudad de Lisboa como se observan en la figura 07.



Figura 07

La idea de este diseño es que estas latitudes sean removibles, para ello se usa el segundo cartón industrial donde se busca hacer los cortes. Como se ve en la figura 08a se hace un corte tal que se adhiera al cartón industrial donde se diseñó las líneas horarias, también con el transportador hacer un corte aproximado a la latitud que se

desea, al final saldrá un 'gnomon' que parece un triángulo rectángulo con la ventaja de que sea removible, en el caso de una latitud que supere los 10º como el de Lisboa, se diseña a cada lado del 'gnomon' un soporte para que tenga un soporte más compacto como se ve en la figura 08b (estos relojes de sol horizontales son para mayor entendimiento prácticos solo para dos latitudes).



Figura 08a



Figura 08b

*Quinto paso:* Terminado el 'gnomon', se procede a crear un soporte con la madera de balsa que sostenga el cartón industrial donde están las líneas horarias, esta madera de balsa se corta en cuatro partes de 22cm (figura 09), dos de estas se pegan de tal manera que estén en el centro y sirvan para que en parte sostengan el 'gnomon'. Las otras dos en los extremos de forma vertical al octavo de cartón industrial donde se diseñó como se ve en las figuras 10a y 10b.



Figura 09





Figura 10a



Figura 10b

*Sexto paso:* Por último, se coloca en este caso el 'gnomon' de la ciudad de Bogotá de 4º de latitud y damos por terminado el reloj de sol horizontal (figura 11), claro está que este mismo puede servir para la ciudad de Lisboa con las líneas horarias que corresponden a esta.



Figura 11

### Su Precisión & Condiciones De Uso

Para este reloj solar horizontal en particular se pueden presentar algunos problemas en su uso debido a que no es preciso en ciertos aspectos que se van a mencionar.

- 1. Marcas de referencia:** Se marca solo las horas del día y está marcado solamente para una o dos ciudades. Este reloj tiene que estar estático en un punto, pero puede ser trasladado a cualquier punto de la ciudad en que este referenciado su 'gnomon'.
- 2. Hacer las lecturas del reloj:** Como no es de alta precisión desde un comienzo deducir en que horario se encuentra la ciudad donde se está realizando la actividad,

al tiempo que el alumnado tenga en cuenta en que hemisferio del planeta se encuentra sea norte o sur.

**3. Características constructivas:** tener en cuenta que el diseño de este reloj solar horizontal es en buena parte cartón industrial, ya que debido a su bajo costo y de fácil acceso hace que sea muy práctico para el alumno, claro está que existen mejores materiales para una mejor precisión horaria.

## Construcción de Reloj de Sol Vertical

Tradicionalmente los relojes de sol se situaban en los muros de los edificios públicos, principalmente en la fachada de las iglesias. La fachada debía estar orientada hacia el sur y de nuevo deberemos proyectar las marcas horarias del reloj de sol ecuatorial sobre un plano vertical.

Para iniciar la construcción de este tipo de reloj solar se necesitan los siguientes materiales:

- Cartón piedra
- Bisturí
- Marcadores
- Transportador
- Flexo- metro
- Regla
- Lápiz

Lo primero que se necesita conocer es la latitud del lugar donde estas, ya que con esta vamos a construir el gnomon de este reloj de sol.

Procedemos a trazar un rectángulo de 25x30 cm, con una ranura como se muestra en la figura y posterior a esto lo recortamos con ayuda del bisturí o una segueta.

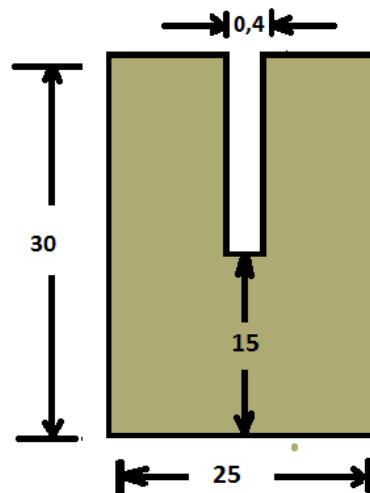
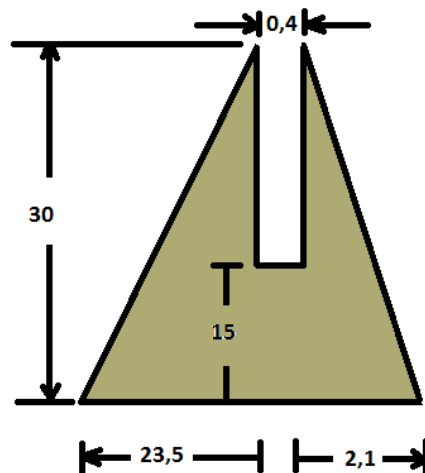


Figura 1. Tabla de las sombras

Posterior a esto lo que hacemos es trazar el triángulo que nos servirá de gnomon. Para esto vamos a utilizar el valor de la latitud del lugar donde nos encontramos y trazaremos el siguiente triángulo, teniendo en cuenta que vamos a realizar una pequeña modificación al reloj vertical ya que para fines prácticos no lo vamos a colgar en alguna pared, sino que lo debemos dejar para que se pueda sostener por sí solo. Entonces trazaremos un triángulo de la siguiente forma:



### Figura 2. Gnomon

Con las medidas que tenemos garantizamos la latitud para Bogotá que será de 4 grados aproximadamente y del otro extremo del triángulo tendremos una latitud de 38 grados correspondiente a la ciudad de España para poder comparar dos latitudes diferentes.

Ahora procedemos a realizar las marcas de las horas, de forma similar al reloj solar horizontal que se mostró por medio de la relación

$$\alpha = \text{Arctan}(\text{Cos}(\varphi) \cdot \tan(n15^\circ))$$

Teniendo en cuenta que se va a variar el n desde 1 hasta 10. Con lo cual tendremos un los ángulos correspondientes a cada línea horaria de nuestra tabla de sombras.

Y de la misma forma que en el reloj de sol horizontal marcamos las líneas.

Para finalizar recortamos el gnomon y ensamblamos las dos partes con lo cual obtendremos el reloj de sol finalizado.