



**FORTALECIENDO EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ASTRONOMÍA EN DOCENTES EN FORMACIÓN A TRAVÉS DE UNA SECUENCIA DIDACTICA POTENCIADA POR LA OBSERVACIÓN DIURNA Y SIMULACIONES TRIDIMENSIONALES**

*Strengthening the learning of basic concepts of astronomy for teachers in training through a didactic sequence enhanced by day observation and three-dimensional*

**Nidia Danigza Lugo Lopez** [nidia.lugo@unad.edu.co]  
*Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Transversal 31, 12- 38 sur, Bogotá, Cundinamarca, Colombia*

**Mónica Julieth Bautista López** [juliethbautista0604@gmail.com]  
*Física y Matemáticas  
Colegio Personalizado Renfort  
Transversal 54, 114a-06, Bogotá, Cundinamarca, Colombia*

**Johan Nicolás Molina Córdoba** [jomolinac@unal.edu.co]  
*Observatorio Astronómico Nacional  
Universidad Nacional de Colombia  
Carrera 45 N° 26-85., Bogotá, Cundinamarca, Colombia*

### Resumen

La enseñanza de tópicos de astronomía como: la ubicación, las estaciones y el cambio de la observación en función de la latitud del observador, a los maestros en formación es necesaria, ya que esto les ayuda a potenciar su dominio conceptual; requerido para afrontar debidamente los contextos que nutren el ejercicio docente en las aulas de clase. Por lo anterior, se diseña una secuencia didáctica denominada *El Cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos* que abarca las temáticas previamente mencionadas, y se implementa con los estudiantes de la electiva de Astronomía General de la Universidad Pedagógica Nacional. La metodología empleada para estudiar el cambio conceptual es cualitativa, y recolecta información a través de cuestionarios, en este caso, con preguntas abiertas las cuales son analizadas por medio del Método De Categorías Emergentes. El avance conceptual se determinó comparando la pre y post prueba. Los resultados muestran que, si bien los profesores en formación mejoran su dominio conceptual, aún presentan dificultades al comprender el uso de los puntos cardinales como sistema de referencia y como estos afectan la observación de los astros con la latitud del observador.

**Palabras-Clave:** Astronomía de Posición; Movimientos estelares; Rotación Terrestre; Cuerpos Celestes.

### Abstract

The teaching of astronomy topics like: terrestrial ubication, stations, change of observation accordance to latitude reference of observer, to teachers in training is necessary, as this helps them enhance their conceptual mastery, required to cope adequately the contexts that nourish the teaching in classrooms. For the above, it's designed a didactic sequence named "el cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos" that encompass the previously mentioned topics, and it is implemented with the students of the Astronomía General elective of Universidad Pedagógica Nacional. The methodology applied to study the conceptual change is qualitative, and collets information through questionnaires in this case, with open questions which are analyzed by means of the Emerging Categories Method. The conceptual advance was determined comparing the pre and posttest' results. The results shown that, although the teachers in training improve their conceptual mastery, the still have difficulties in understanding the use of the cardinal points as a reference system and how these affect the stars' observation accordance to observer latitude.

**Keywords:** Positional astronomy; Stellar motion; terrestrial rotation; Celestial Bodies; Astronomy teaching.

## INTRODUCCIÓN

La astronomía siempre ha estado presente en la historia de la humanidad, jugando un papel importante en su desarrollo, mostrándole al ser humano su lugar en el universo (Sabadell-Melado, 2002). A pesar de su importancia no ha sido considerada como una asignatura en el currículo en Colombia, lo que sin duda influye en el hecho de no contar con licenciados en astronomía en el país. A lo largo de la básica primaria, secundaria y media son abordados diversos conceptos tales como: el clima, las estaciones, la evolución estelar, la duración del día y la noche, el cambio de la observación en función de la latitud, la forma de la Tierra, las órbitas, entre otros (MEN, 2006; Triana-Perilla, 2012), dichos estándares básicos de competencias son localizados en las asignaturas de ciencias sociales y ciencias naturales, clases que son impartidos por profesores que no siempre poseen conocimientos en estos campos -licenciados en educación básica, primaria, sociales, historia, español y otros-. Esta dificultad se acentúa en básica primaria ya que como es señalado por los trabajos de Appleton (2003) y Camino (1995), los colectivos de maestros de estos niveles, no poseen conocimientos en ciencias, aspecto que refuerza esta problemática. Ahora bien, los conocimientos erróneos sobre algunos fenómenos astronómicos cotidianos terminan siendo heredados a los estudiantes (De Paor, Dordevic, Karabinos, & Coba, (2017); Turk, Şener, & Kalkan, 2015). Lo que genera que los alumnos de licenciaturas u otras carreras lleguen a las universidades con ideas intuitivas, en su mayoría distanciadas de las concepciones científicas, que incluso se mantienen a lo largo de su formación (Turk, Şener, & Kalkan, 2015). Esto es preocupante si se toma en consideración que muchos de estos futuros profesionales serán licenciados, y a futuro estarán a cargo de la enseñanza de algunos conceptos propios de la astronomía en las aulas de clase, propiciando así un círculo vicioso.

En la literatura existen diversas investigaciones que señalan conceptos erróneos, alternativos o sin fundamentación científica sobre diferentes fenómenos astronómicos. Por ejemplo, el cambio estacional el cual se atribuye normalmente a las grandes distancias entre la Tierra y el Sol (Rabanales-Loyola & Vanegas Ortega., 2021; Cancino, 2017; De Paor et al., 2017; Lugo-López & Bautista, 2019; Turk, Şener, & Kalkan, 2015; Varela-Losada, Pérez-Rodríguez, Álvarez-Lires, & Arias-Correa, 2015) la explicación de las fases de la Luna de forma equivocada, como su definición mediante el movimiento de traslación de la Tierra (Dicovski et al., 2012; Iglesias et al., 2012); Varela-Losada et al., 2015); la atribución de los eventos periódicos día y noche al movimiento de traslación de la Tierra (Arslan & Durikan, 2016; Varela-Losada et al., 2015; Varela-Losada, Rodríguez-Pérez, Serrallé-Marzoa, & Arias-Correa, 2013). Los anteriores son sólo algunas de las concepciones equívocas que se encuentran.

Diferentes autores entre los que se encuentran Rabanales-Loyola y Vanegas-Ortega (2021), señalan que algunas de estas concepciones alternativas aparecen en los primeros años de la básica primaria, se mantienen hasta el bachillerato, específicamente en el caso de las estaciones, y son presentadas aún en los últimos años de la media. Esto es importante dado que los estudiantes pasan por diferentes asignaturas en las que estos fenómenos son abordados pero sus saberes se mantienen en el campo de concepciones alternativas. Al llegar a la universidad, la situación no cambia como es indicado en las investigaciones de De Paor et al. (2017) y Turk, Şener & Kalkan (2015), los alumnos conservan sus explicaciones alternativas a lo largo de su formación, en todas las carreras incluyendo los docentes en formación (Lugo-López & Bautista, 2019) que posteriormente regresan al aula como docentes a enseñar estas concepciones erróneas. Al parecer la enseñanza de la astronomía ha caído en un círculo vicioso, que se hace necesario romper, con esto en mente en esta investigación se propone una estrategia pedagógica que albergue algunos de los fenómenos astronómicos expuestos previamente e implementarla en el aula de clase. Para que su impacto sea mayor se decidió optar por un grupo de docentes en formación con el objetivo de quebrar la enseñanza de conceptos erróneos en astronomía.

Para la selección de las temáticas que se abordaron en la investigación se tomó como punto de partida los trabajos de Rabanales-Loyola y Vanegas-Ortega (2021), Cancino (2017), De Paor et al. (2017), Lugo-López y Bautista (2019), Turk, Şener, y Kalkan (2015) y Varela-Losada et al. (2015) quienes mencionan que explicar la ocurrencia de las estaciones como resultado de la distancia que hay de la Tierra al Sol, es una de las ideas alternativas más recurrentes y que más persiste en los alumnos a lo largo su vida académica, por esta razón se decidió hacerla parte de la estrategia pedagógica. Su correcta explicación requiere un abordaje de como estamos ubicados en el espacio sobre la superficie de la Tierra, es por esta razón, que previo a las actividades relacionadas con el estudio de las estaciones, resulta vital desarrollar acciones en torno al desarrollo de una consciencia de cómo estamos situados en la Tierra, y como esta está orientada respecto del Sol. De tal modo que surge como pregunta de investigación “¿Cuál es la contribución de la *secuencia didáctica El Cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos* al desarrollo de los conceptos de astronomía asociados con los fenómenos de ubicación, estaciones y cambio de la observación en función de la latitud del observador, aplicada a estudiantes de la asignatura de Astronomía General de la Universidad Pedagógica Nacional? ”

Para dar respuesta a esta pregunta el artículo se divide en diferentes secciones, en primera instancia se presenta la fundamentación teórica en donde se exploran las características generales que debe tener una estrategia pedagógica enfocada a la enseñanza de la astronomía específicamente a los fenómenos de ubicación, las estaciones y el cambio de la observación en función de la latitud del observador, posteriormente se presenta la secuencia didáctica empleada, finalmente se describe la metodología y los instrumentos utilizados en el procesos de recolección de información, se presentan y discuten los hallazgos.

## **ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN EL AULA DE CLASE**

Con el fin de diseñar una estrategia pedagógica (EP) que realmente logre aportar a la construcción de los conceptos de los fenómenos astronómicos descritos anteriormente, es necesario identificar algunas de las posibles dificultades que se han observado en el aprendizaje de esta disciplina, la forma en como han sido abordadas por los maestros y de esta manera construir un conjunto propio de actividades para EP. En la literatura se encuentra un sinnúmero de trabajos los cuales señalan que los alumnos se tropiezan con grandes dificultades en el aprendizaje de la astronomía y muchos de ellos no logran entender realmente los conceptos básicos, como se resume en la revisión realizada por Franco-Mariscal y López-Flores (2017), quienes listan sólo algunas de las ideas erróneas o alternativas que tiene los alumnos en relación al sistema Tierra – Sol – Luna, eje central de esta investigación.

Con el propósito de explorar las fuentes de dificultad que propician esta situación, a continuación se listan algunas de las remarcadas por Franco-Mariscal y López-Flores (2017, p. 237) y que se sostienen mediante la presencia de otros referentes en sus trabajos:

1. La ausencia de evidencias claras y perceptibles que avalen el movimiento de la Tierra.
2. La metodología tradicional empleada habitualmente en el aula, alejada de observaciones directas del cielo nocturno y diurno (Palomar & Solbes, 2015).
3. El tipo de vida urbana que no facilita observaciones del cielo.
4. El grado de abstracción que se necesita para explicar un fenómeno tridimensional (De Paor et al., 2017, Dicovski et al., 2012)
5. Enfocar la enseñanza de la astronomía en la teoría y no realizar práctica observacional (Solbes & Palomar, 2013).
6. En último lugar pero no menos importante se debe resaltar la falta de conocimiento que los docentes tienen sobre la temática, lo que lleva a malas enseñanzas. Como se puede ver en las referencias citadas en la introducción y en el trabajo de Franco-Mariscal y López-Flores (2017).

Por otro lado, en el trabajo Gangui y Aduriz Bravo (2017) son manifiestas fuentes de dificultad que ponen a la base de la comprensión de la astronomía escolar, al aludir a lo experiencial como un obstáculo para la comprensión de aquellas cosas que están fuera del campo vivencial del individuo. Así, las ideas que se tienen antes de un primer acercamiento a la astronomía ya traen consigo un problema: “*Las concepciones responden a una lógica ‘interna’ de pensamiento, influenciada por las experiencias realizadas en la vida cotidiana*” (p. 6).

Algunos de estas investigaciones, así como otras fuentes en la literatura proponen diferentes estrategias didácticas para la enseñanza de la astronomía que tiene por propósito solventar algunas de las dificultades señaladas arriba, entre estas:

- Se debe contar con prácticas de observación de “*los objetos y procesos que se suceden en la esfera celeste, ya sea diurno o nocturno, [debido a que] constituye un paso fundamental para los docentes en cuanto a la comprensión de esos fenómenos*” (Oropeza, 2016, p. 3). Hecho también remarcado en la revisión realizada por Franco-Mariscal y López-Flores (2017) y el trabajo de Cristóbal-Aragón y Greca (2018). Los últimos señalan que la observación es importante, dado que los estudiantes se acercan al fenómeno astronómico, lo conocen y pueden postular hipótesis centradas en explicar su ocurrencia. Esta observación debe ser repetitiva y elemento esencial en la secuencia didáctica. Finalmente, los autores señalan que los participantes adquirieron “*un mayor conocimiento del fenómeno, eran capaces de realizar observaciones más completas, atendiendo a variables y factores anteriormente no considerados. Esto pondría en evidencia un aumento de su experiencia para observar*” (p. 43). Usando estos nuevos saberes para entender el fenómeno

del día y la noche. Haciendo a la actividad de observación un elemento crucial en el proceso de enseñanza de la astronomía y en su aprendizaje.

- Utilizar noticias sobre fenómenos astronómicos que aparecen en la prensa que despiertan el interés de las personas (García Carmona, 2015). Franco-Mariscal y López-Flores (2017) señalan que no solo en prensa sino en cualquier medio de comunicación, para esto ellos usaron la noticia sobre el proyecto Mars One, la cual fue integrada a su estrategia didáctica que tenía por objetivo estudiar la retención de conocimientos de estudiantes de quinto de primaria sobre algunos conceptos de astronomía, con el propósito de conseguirlo los investigadores evaluaron el uso adecuado de la terminología científica en sus respuestas. Ellos encontraron que los alumnos retuvieron los conocimientos adquiridos en la puesta en aula. En este orden de ideas, los investigadores concluyen que estrategia didáctica facilita la enseñanza de la astronomía y la construcción de aprendizajes de los estudiantes.

- Emplear tecnologías de la información y la comunicación TIC para mostrar fenómenos astronómicos. Pérez y Álvarez (2007) citado por Franco-Mariscal y López-Flores (2017, p. 239) proponen el programa Stellarium. Por otro lado, García-Garzóna *et al.* (2021) usan el software Celestia como herramienta para la enseñanza de la astronomía, ellos encuentran este permitió entre otras cosas: diversificar las prácticas al interior de aula, dar a los estudiantes un papel protagónico en su proceso de aprendizaje decidiendo la profundidad con la que abordan una u otra actividad y emplear habilidades adquiridas en otro momento, para el manejo de este programa. Ellos centran su actividades en el uso de Celestia y llegan a mejores desempeños de los estudiantes una vez que se implementó la estrategia.

- Realizar modelación 3D y prácticas interactivas de conceptos básicos, esta pueden hacer usando elementos de uso cotidiano (Cardenete-García, 2011) y autores citados en Franco-Mariscal y López-Flores (2017, p. 239). Esta estrategia es de vital importancia, dado que la astronomía es una ciencia abstracta y en la que la experimentación se reduce solo a observar, por lo que emplear elementos palpables: esferas, globos, lámparas, entre otros, ayuda al estudiante a recrear el sistema que esta observando y entender como interactúan los cuerpos celeste involucrados y de esta manera aprender sobre el fenómeno en particular. Razón por la cual es usado ampliamente en la astronomía, especialmente cuando se quiere enseñar tópicos relacionados con el sistema Tierra-Sol-Luna, debido a que los elementos mencionados arriba pueden recrear fácilmente la configurar del sistema, propiciando la interacción del alumnado con el mismo.

Como resultado de esta investigación se proponen tres estrategias que se introdujeron en la *secuencia didáctica El Cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos*:

- Uso de recursos multimedia, especialmente videos e imágenes en donde se muestre a los estudiantes el mismo fenómeno astronómico visto desde diferentes latitudes de la Tierra.

- Utilizar en cine como herramienta para la enseñanza, especialmente películas en donde se relaten o describan conceptos básicos: carrera espacial, eclipses, gravitación, estaciones, etc. Esta dos últimas estrategias tienen por objetivo que el estudiante logre observar diferentes fenómenos astronómicos, que resultado de la latitud que tiene Colombia, no se puede evidenciar o que ocurren de una forma completamente diferente al cambiar de latitud de observación. Una vez los reconozca, formule explicaciones desde sus saberes propios y posterior a la implementación los reformule, si es el caso, buscando que se acerque más a las aceptadas científicamente.

- Exploración de ideas previas, ya que como lo menciona Barnett y Morran (2002) “*reflexionar y discutir los conceptos astronómicos partiendo de los conocimientos preexistentes*” (Citado por (Cristóbal-Aragón & Greca, 2018, p. 35), permite a los estudiantes establecer conexiones entre información nueva y conceptos existentes en su estructura cognitiva, consecuentemente, desarrollar aprendizajes significativos.

Tomando como punto de partida algunas de las estrategias mencionada anteriormente, la secuencia didáctica propuesta, emplea modelos tridimensionales con los cuales los participantes pueden interactuar, modelos enfocados a desarrollar las temáticas: ubicación, estaciones, cambio de la observación en función de la latitud, todas con apoyo de actividades de campo. Desde la perspectiva de lo que se propone, se entiende la modelación tridimensional como un mecanismo con el cual los maestros en formación pueden interactuar. Para las actividades diseñadas en la propuesta didáctica, se emplean objetos y herramientas cotidianos (sombrillas, celulares, bombillos, películas) y de fácil consecución (globo terráqueo, cartulinas, alambres), con los cuales se simula el Sistema Tierra-Sol, que permite a los docentes en formación aproximarse a los fenómenos que se desean estudiar; todo esto con apoyo de prácticas observacionales diurnas enfocadas al seguimiento del movimiento aparente del Sol en la bóveda celeste, y el reconocimiento

del horizonte real de observación, así como programas que permiten recrear fenómenos astronómicos en diferentes latitudes.

A continuación, se describen a profundidad cada una de las actividades de la *Secuencia Didáctica El Cielo y Sus Curiosidades: Desafíos y Conceptos Básicos (SDECB)* y como fueron introducidas algunas de las estrategias pedagógicas previamente señaladas.

### **Descripción de la secuencia didáctica *El Cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos*.**

Para el desarrollo de esta investigación se construye una estrategia de aula, la cual consta de siete actividades en donde cada una es prerrequisito de la anterior. A continuación, se describen las actividades realizadas dentro de la estrategia.

Primera actividad, *test inicial*: Esta primera actividad consiste en la aplicación de una prueba que contiene, en primer lugar, tres preguntas sociodemográficas, cuya finalidad es hacer una caracterización de la población. En segundo lugar, trece preguntas que pretenden indagar sobre los conocimientos previos que tienen los maestros en formación, respecto de los conceptos básicos (ver anexo 1). Explorar las ideas previas de los estudiantes es un elemento importante para el trabajo en el aula ya que permite, por una parte, conocer qué tanto saben los participantes en relación con los tópicos que serán abordados, así como, los modelos físicos que emplean para dar sus explicaciones, y por la otra, usar dicha información para encarrilar la SDECB, facilitando el desarrollo de aprendizajes significativos (Cristóbal-Aragón & Greca, 2018), a la luz de los datos obtenidos.

Segunda actividad, *la astronomía y el cine*: Con esta actividad se pretende que los docentes en formación comprendan que un mismo fenómeno astronómico puede ser observado en diferentes latitudes, pero no en todas se ve de igual manera, incluso habiendo lugares donde determinado fenómeno no puede ser observado. Debido a que, en el contexto del aula de formación de maestros no se puede cambiar de país, continente, o hemisferio con facilidad se recurrió al cine como alternativa. Se propuso a los estudiantes, como tarea de fin de semana, ver dos películas: *La Propuesta*, dirigida por Anne Fletcher (en la cual se observa que en Alaska no anochece en cierta época del año) y *30 Días de Oscuridad* De David Slade (donde se muestra que al estar muy al norte, en cierta época del año no amanece), ambas películas situadas aproximadamente sobre la misma latitud de la Tierra, en la cual se evidencian diferentes fenómenos y que además desde la latitud de Colombia no son visibles.

Posteriormente, en el aula de clase se alienta al grupo de estudiantes a participar respecto de si lo presentado en las películas vistas es real o ciencia ficción. Luego se propone como tema de discusión, la posible existencia de alguna relación entre las películas y la astronomía; y cómo, a la luz de sus concepciones, explicarían los fenómenos que en estas ocurren. Para generar mayor controversia se presenta un videoclip con una muestra más amplia de diferentes fenómenos astronómicos tales como: la hora a la que amanece en un lugar del mundo, el movimiento aparente del sol, la diferencia entre la toma de dos analemas en diferentes latitudes del planeta y el movimiento de la bóveda celestes en lugares distintos sobre la Tierra.

En las actividades siguientes se espera que los docentes en formación adquieran las herramientas necesarias para hacer observación astronómica, por lo tanto, se introducen conceptos fundamentales como: horizonte local, eclíptica, línea ecuatorial, equinoccio y solsticio.

Tercera actividad, *horizonte local*: En esta actividad se conoce el horizonte local del lugar de observación, aspecto que permite afianzar elementos sobre la ubicación geográfica y astronómica. La referencia del horizonte local se construye haciendo uso de una manualidad diseñada para identificar en el cielo local, las líneas de referencias principales eclípticas, el ecuador celeste, entre otras, que se proyectan en el firmamento y con las cuales se pueden ubicar estrellas y planetas (Ros, 2016). Además de servir como un primer acercamiento a la tarea de observación, elemento crucial según Cristóbal-Aragón y Greca (2018), Franco-Mariscal y López-Flores (2017) y Oropeza (2016) para el aprendizaje de la astronomía. En la Figura 1, se muestra un ejemplo final de horizonte local. En esta secuencia didáctica la observación es diurna.

Los participantes deben reconocer el lugar en donde harán la tarea de observación diurna, y tomar una fotografía panorámica, para posteriormente ubicar los puntos cardinales con ayuda de una brújula. Finalmente, usando alambres identificar y plasmar en el montaje del horizonte local, el meridiano del lugar, el ecuador y la eclíptica, por supuesto, estas últimas al finalizar las actividades de observación, en donde se identificarán observacionalmente las líneas principales para un observador local.



**Figura 1** – Horizonte local de la Universidad Pedagógica Nacional.

Cuarta actividad, *reconocimiento de la eclíptica*: En la misma dirección de la observación diurna se presenta esta actividad, la cual tiene por propósito reconocer la línea de la eclíptica - que hace referencia al movimiento aparente del Sol en la bóveda celeste-. La actividad consistía en observar el Sol por un periodo no menor a tres horas y marcar su desplazamiento sobre una sombrilla transparente, para posteriormente prolongar la línea y señalar su trayectoria (ver Figura 2). Esta actividad se hizo en tres días diferentes no consecutivos cercanos al equinoccio de marzo.

Posteriormente, con el grupo se construye el significado de la eclíptica, el ecuador celeste y el meridiano del lugar, con sus respectivas particularidades.



**Figura 2** – Trayectoria aparente del Sol trazada sobre la sombrilla transparente.

Quinta actividad, *estaciones del año*: para esta actividad se utilizan globos terráqueos y lámparas simulando el sistema Tierra-Sol. Inicialmente se dibujan y calculan diferentes elipses con excentricidades que varían de 0 a 1, luego se investiga sobre la excentricidad de la órbita de la Tierra, y los participantes grafican la elipse correspondiente a la excentricidad de la órbita terrestre. El objetivo de esta primera parte de la actividad es conseguir que los alumnos abandonen la idea de que las estaciones se deben a la variación de la distancia de la Tierra al Sol; respuesta típica de los estudiantes en el pretest.

En la segunda parte se traza una elipse en el piso que represente la órbita de la Tierra, conservando lo máximo posible su excentricidad, luego se ubica la lámpara (Sol) en uno de los focos. Posteriormente se ubica un globo terráqueo orientado (hemisferio norte arriba) sobre la órbita trazada en el suelo, de tal modo que, respecto a un eje perpendicular al plano de la órbita, forme un ángulo de  $23^\circ$ , similar a la inclinación del eje de rotación de la Tierra. Con este montaje se simula el movimiento de traslación y rotación de la Tierra y

se explican las estaciones; se exhibe porqué en algunos lugares de la Tierra, en ciertas épocas del año, hay más horas de luz que en otros. Esta actividad está basada en el trabajo realizado por Cardenete García (2011).

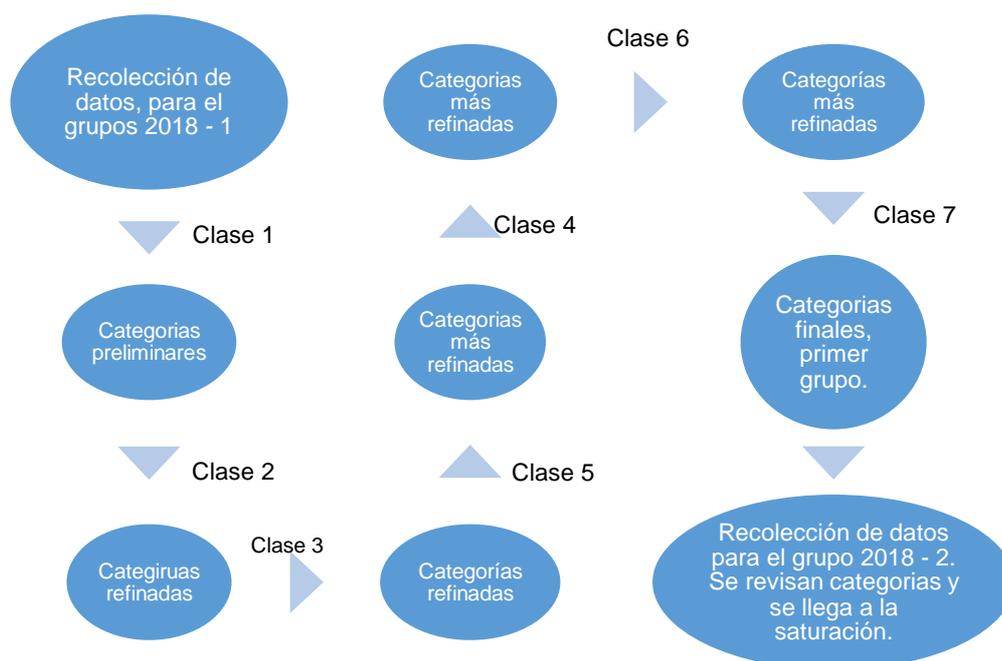
Sexta actividad, con apoyo del software *Stellarium*, se muestran representados: la eclíptica, el ecuador celeste, y el meridiano de lugar, proyectados en el cielo. Por otra parte, gracias a las características de esta aplicación se logra simular el cielo desde diferentes latitudes del planeta y en diferentes épocas del año, lo cual permite representar a los estudiantes, cómo cambia la posición de los astros en el cielo según la latitud del observador y la época del año. Esta estrategia se implementa siguiendo las recomendaciones de Pérez y Álvarez (2007) citado por Franco-Mariscal y López-Flores (2017, p. 239).

Séptima actividad, *test final*: con el cual se obtienen los datos correspondientes a los resultados de las anteriores actividades (anexo 2).

## METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca en el paradigma de investigación cualitativa, este se caracteriza por que no es necesario definir desde un comienzo una hipótesis y/o esta puede surgir al final resultado del trabajo de investigación, la pregunta orientadora puede evolucionar en función del procesos, emplea métodos de recolección no estandarizados ni completamente definidos. La recopilación de información busca obtener los puntos de vista de los participantes, a través de preguntas abiertas de manera escrita, verbal o no verbal, o visual, estos datos son organizados, sistematizados y analizados (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Pilar, 2010).

Por lo anterior, esta investigación utiliza como Diseño de Investigación una aproximación a la teoría fundamentada, con la cual se espera conocer los conocimientos iniciales de los estudiantes sobre los temas de: ubicación, estaciones de año y observación astronómica. Y, por otro lado, estudiar los cambios en las explicaciones luego de la implementación de la estrategia descrita anteriormente. Con el propósito de comparar los cambios en los aprendizajes de los participantes se aplicaron dos pruebas, pre y post test con preguntas abiertas, que fueron analizadas a la luz de la teoría fundamentada a través de las categorías emergente. Para el desarrollo de la investigación se siguieron los procesos siguientes enmarcados dentro de la teoría fundamentada, respetando que en este trabajo se efectuó un primer acercamiento a esta, por lo que se abordaron las fases o etapas del diseño: recolección de datos, construcción de las categorías a través método de codificación descrito en Hernández Sampieri *et al.* (2010), dejando para un trabajo futuro la última fase en donde se establezcan relaciones entre las categorías emergentes surgidas en las tres temáticas tratadas.(Figura 3).



**Figura 3** – Secuencia de proceso seguido con la Teoría Fundamentada.

*Implementación de la Secuencia Didáctica*

Antes de realizar pasar a la descripción de las fases que se siguieron para la realización de este trabajo se explica como se planeó e implementó en el aula la secuencia. Cada actividad tomó entre 1 y 2 horas y se hicieron dos clases por semana en el espacio de la electiva, en la Tabla 2 se muestran las clases y las actividades realizadas en cada una.

**Tabla 2** – Descripción de las actividades y su duración.

| # de clase | Actividad                                            | Duración                                         | Lugar                                |
|------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Clase 1    | Test Inicial                                         | 1h y 30 min                                      | Salón de clases.                     |
| Clase 2    | La astronomía y en cine                              | Fin de semana. Se asignó al terminar el pretest. | En casa.                             |
|            | La astronomía y en cine: presentación de los videos. | 1 h                                              | Salón de clases.                     |
| Clase 3    | Horizonte local                                      | 1 h y 30 min                                     | Plazoleta central de la Universidad. |
| Clase 4    | Reconocimiento de la eclíptica                       | 2 horas                                          | Plazoleta central de la Universidad. |
| Clase 5    | Estaciones del año                                   | 2 horas                                          | Plazoleta central de la Universidad. |
| Clase 6    | Stellarium                                           | 2 horas                                          | Salón de informática.                |
| Clase 7    | Test Final                                           | 1h y 30 min                                      | Salón de clase                       |

Al finalizar la implementación de la Secuencia Didáctica, se dejó un espacio de una semana para realizar el post-test, esto con el fin de evitar respuestas memorísticas por parte de los participantes. Si bien este cuestionario fue dividido categorialmente según la descripción la Tabla 1, no se emplearon las mismas preguntas para su ejecución (ver Anexo 2<sup>1</sup>), las preguntas fueron cambiadas pero evaluaban

*Fase 1: recolección de datos*

Una vez que se hizo una revisión del estado de arte sobre las investigaciones llevadas a cabo en relación con la enseñanza de conceptos básicos de la astronomía y trabajos que exploraban el conocimiento de los maestros y docentes en formación en relación con estos fenómenos, se seleccionó la población, optando por aplicarlo a un conjunto de profesores en formación de diferentes carreras quienes cursaban la electiva de todo programa, Astronomía General, ofrecida por el departamento de Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Se contó con la asistencia de 50 alumnos de los semestres académicos 2018-1 y 2018-2, la muestra final está compuesta por 36 docentes en formación; se omitieron a los estudiantes que no participaron en al menos el 80 % de la secuencia didáctica, no presentaron el pre y post test, y aquellos que cancelaron la asignatura. La estrategia se aplicó nuevamente en el 2018-2 con el fin lograr refinación en las categorías y llegar a la saturación.

El pretest aplicado es un cuestionario con preguntas abiertas repartidas en tres categorías: ubicación, estaciones y observación de los astros según la posición del observador en la Tierra (Lugo-López & Bautista, 2019), este se presenta en el Anexo 1<sup>2</sup> y la división de los ítems está en la Tabla 1. Esto con el objetivo de determinar los conocimientos previos que los estudiantes poseían sobre dichos fenómenos y usar los resultados en el diseño de la secuencia didáctica, que posteriormente se implementó.

**Tabla 1** – Categorías de los cuestionarios de pretest y postest.

| Categoría                                                | Preguntas en el Pre Test | Preguntas en el Post Test |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Ubicación                                                | 1, 2, 3 y 4              | 1, 2 y 3                  |
| Estaciones                                               | 5 y 6                    | 4, 6 y 6                  |
| Observación de los astros según la posición en la Tierra | 7 y 8                    | 7, 8, 9 y 10              |

<sup>1</sup> Este se validó de la misma manera que el pretest.

<sup>2</sup> El instrumento se validó a través del juicio de expertos, este se compartió con tres expertos: dos doctores en astronomía y astrofísica y un docente de la asignatura de años anteriores, ellos hicieron observaciones y sugerencias que se aplicaron al mismo y como resultados se obtuvo la versión final mostrada en los anexos.

## Fase 2: Construcción de la categorías emergentes

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación se organizaron, procesaron y analizaron los datos obtenidos antes y después de la intervención. Como en la información recabada con preguntas abiertas los datos obtenidos son de tipo cualitativo, su análisis se realizó desde las categorías emergentes en tres ramas fundamentales: ubicación, estaciones y observación de los astros según la posición de observador en la Tierra. La construcción de los códigos y categorías preliminares se realizó desde la primera clase con primer grupo 2018-1, a lo largo de las clases estás fueron pasando por un proceso de refinación, hasta obtener la categorías finales para este primer grupo. Posteriormente se implementó con el segundo grupo 2018-2, los datos recolectados fueron reubicados en las categorías existentes, hasta que se llegó al punto de saturación, esto es, hasta que el análisis dejó de producir nuevos códigos y categorías y toda la información recabada en los dos instrumentos fue incluida en alguna categoría (ver figura 3).

Para la construcción de los códigos y las categorías se tuvo en cuenta la propuesta realizada por Cyrulies y Kenig (2017), en el cual las explicaciones brindadas por los alumnos fueron agrupadas según su grado o ausencia de justificación y argumentación. Inicialmente se contó con participantes que no escribieron nada o que respondieron *No sé*. También se reportaron casos en los que no se contaba con una explicación entre los que se puede distinguir “a los que involucraban dificultades en la textualización (en cuanto a sintaxis, coherencia, etc.) y los que realizaron una descripción del escenario astronómico (con diferente grado de detalle según el caso) sin alcanzar el tipo de elaboración que requiere una explicación. Las denominamos *confusas* y *descriptivas* respectivamente” (p. 540). Por otra parte, se disponía de un grupo de alumnos que consiguieron explicaciones que abarcaban algún tipo de relación causal para los fenómenos astronómicos en cuestión. En esta clase se contemplaron dos diferentes formas de respuesta: si en la contestación se mencionaban algunos aspectos de manera adecuada se consideraban *explicaciones incompletas*, en caso contrario se denominaron *completas*. También se dispuso de contestaciones que establecían relaciones causales pero que no eran correctas, estas fueron llamadas *incorrectas*.

Por consiguiente, a cada categoría le corresponde un grupo de subcategorías que encajan en alguna de las clases, esto dependiendo de las respuestas proporcionadas por los estudiantes. No todas las categorías tienen respuestas del tipo: no sé, confusas, descriptivas, incompletas, completas o incorrectas, ya que depende de lo que contestaron los alumnos. En la Tabla 3 se resumen los hallazgos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalmente se muestran los resultados, el análisis y la discusión de esta investigación una vez que se desarrollaron las fases planteadas. Con el fin de determinar la contribución de la *secuencia didáctica: El cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos* a el desarrollo de los conceptos de astronomía asociados con los fenómenos de ubicación, estaciones y cambio de la observación en función de la latitud del observador, aplicada a estudiantes de la asignatura de astronomía general de la Universidad Pedagógica Nacional. Con el fin de realizar el análisis de estos resultados se toman en cuenta las categorías y las subcategorías propuestas en la Tabla 3. Para la construcción de las últimas se estudiaron las respuestas de los docentes en formación y se agruparon en tres o cinco grandes grupos, siguiendo las indicaciones dadas en la sección anterior. Los hallazgos se muestran por categoría y se comparan los hallazgos del pre y post test.

### Categoría ubicación

En esta categoría en particular se esperaba que el docente en formación usando los puntos cardinales indicará que edificios, calles o avenidas, se encontraban a su alrededor en la universidad y los localizaran al norte, sur, oriente u occidente de su posición, así como, identificar los límites de Colombia según los diferentes PC (puntos cardinales). Los participantes realizaron diferentes representaciones y las respuestas proporcionadas fueron agrupadas en tres subcategorías, descritas a continuación.

*Se ubica correctamente con los PC*, posiciona los lugares a su alrededor como edificios, plazas, centros comerciales etc., teniendo en cuenta su ubicación geográfica hacia el norte, sur, oriente u occidente, así como, los límites de Colombia. Respuesta correcta.

- a. *Confunde los puntos cardinales*, localiza los lugares a su alrededor, pero confunde los diferentes PC y por lo tanto los lugares de referencia quedan mal posicionados. Respuesta incorrecta.

b. *No se ubica correctamente*, no identifica los PC y en su respuesta no hace uso de ellos para identificar la ubicación de los lugares. Respuesta confusa.

**Tabla 3** – Categorías y subcategorías.

| Categoría                                                    |                                                                                                               |                                                             |                                        |                                     |                |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Categoría                                                    | Subcategoría 1                                                                                                | Subcategoría 2                                              | Subcategoría 3                         | Subcategoría 4                      | Subcategoría 5 |
| Ubicación                                                    | Se ubica correctamente haciendo uso de los PC <sup>3</sup> . (Correcta)                                       | Confunde los puntos cardinales. (Incorrecta).               | No se ubica correctamente. (Confusa).  |                                     |                |
| Estaciones                                                   | Inclinación del eje de rotación de la Tierra y traslación. (Correcta).                                        | Inclinación del eje de rotación de la Tierra. (Incompleta). | Traslación de la Tierra. (Incorrecta). | Ausencia de explicación. (Confusa). | No responde.   |
| Observación de los astros en función de la latitud del lugar | Lo que observas en el cielo cambia en función de la latitud en la que se encuentra el observador. (Correcta). | Si cambian. (Confusa).                                      | No cambian. (Incorrecta).              | No responde.                        |                |

**Tabla 4** – Resultados por subcategorías de la Categoría Ubicación.

| Subcategorías | Descripción                        | Pretest    |            | Postest    |            |
|---------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|               |                                    | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| 1             | Se ubica correctamente con los PC. | 7          | 19.4       | 24         | 66.7       |
| 2             | Confunde los puntos cardinales     | 12         | 33.3       | 6          | 16.7       |
| 3             | No se ubica correctamente.         | 17         | 47.2       | 6          | 16.7       |

De la información en la Tabla 4 se puede observar que, en el pretest, un 47.2% de los maestros en formación no emplean los PC como sistema de referencia proporcionando una respuesta confusa mostrando falencia en la construcción de sus explicaciones. Por otro lado, un 33.3% confunde los puntos cardinales posicionando de forma errada los edificios de sus alrededores y los límites del país, dan contestaciones incorrectas que pueden emplear incluso la terminología adecuada, pero de forma inadecuada. Por último, un 19.4% se ubica de forma correcta en el espacio, empleando adecuadamente los PC.

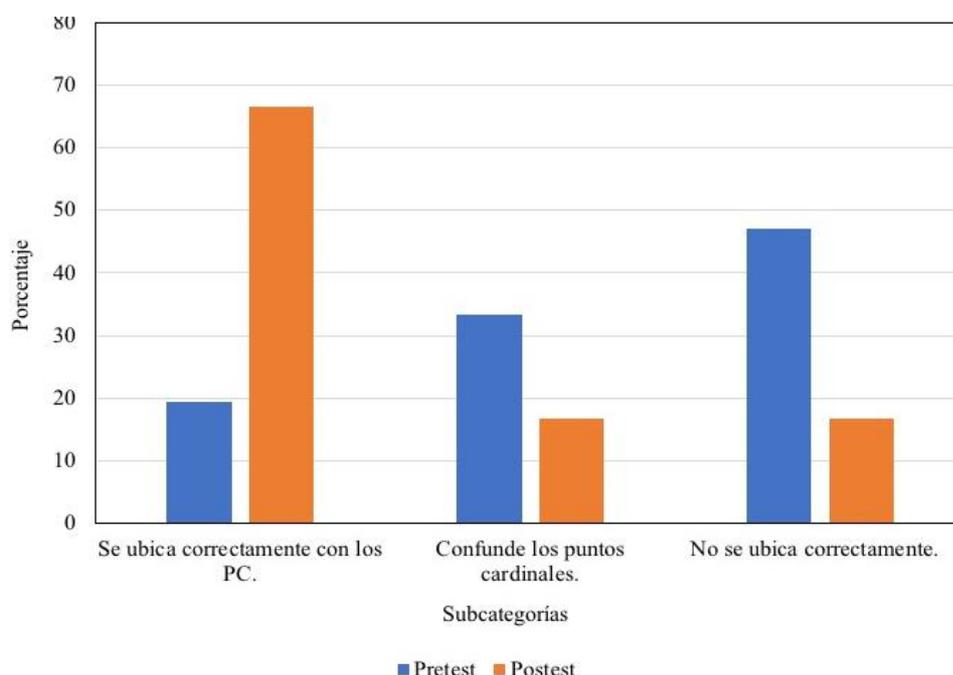
En la primera sección de clase, durante la implementación de la estrategia pedagógica, se les cuestionó a los participantes pertenecientes a las subcategorías 2 y 3, como ellos posicionan los puntos cardinales en el lugar donde están, sus respuestas fueron: *“el norte siempre estaba hacia donde apuntaba el frente de mi cara, el sur hacia mi espalda, el oriente al lado izquierdo y el occidente al derecho”*, por lo que siempre emplean ese Sistema de Referencia (SR) para orientarse en cualquier espacio, 13 de los docentes en formación hicieron afirmaciones similares. Al ahondar un poco más en la razón de esta respuesta, ellos señalaron que así lo aprendieron en el colegio, confirmando que en el aula se enseñan conceptos erróneos por parte de los maestros (Camino 1995; De Paor *et al.* 2017; Turk, Şener, & Kalkan, 2015). En el desarrollo de la clase se les hizo ver a los estudiantes que ese SR, cambia cada vez que ellos se mueven, por lo que no es apropiado para ubicarse.

Por otro parte, si se comparan los hallazgos con lo reportado en el post-test se ve un cambio en la distribución de los estudiantes, aunque aún se cuenta con estudiantes en la subcategoría tres, su porcentaje decreció en un 30.5%, dato que habilita a los investigadores inferir que los participantes con un bajo nivel de conocimientos en el uso de los PC, como un sistema de referencia, disminuyó. Así mismo, una parte del porcentaje inicial se desplazó a la subcategoría dos, en la cual los estudiantes ya poseen un conocimiento en los PC y la importancia de estos como sistema de referencia, pero todavía no logran construir explicaciones con lo que saben o estas no son correctas.

Finalmente, el número de maestros en formación que logró ubicarse, utilizando los PC como sistema de referencia y con esta información consiguieron posicionar los objetos a su alrededor, aumentó en un 47.3%.

<sup>3</sup> Puntos cardinales

Esto se resume en la Figura 4, aunque todavía persiste en la muestra un número de maestros en formación con ideas erróneas.



**Figura 4** – Comparación de los resultados del pre y post test, categoría ubicación

### Categoría estaciones del año

En el caso de esta categoría se esperaba que los docentes en formación explicaran el fenómeno de las estaciones, logrando establecer relaciones de causa-efecto cercanas a lo propuesto en la subcategoría 1. Las respuestas de estos se agruparon en 5 subcategorías, descritas a continuación:

- a. *Inclinación del eje de rotación de la Tierra y traslación*, los estudiantes relacionan las estaciones con la inclinación del eje de la Tierra respecto al plano de la eclíptica y además indican que el comienzo y fin de cada una se debe a la traslación. Respuesta correcta.
- b. *Inclinación del eje de rotación de la Tierra*, los estudiantes relacionan las estaciones con la inclinación del eje de la Tierra respecto al plano de la eclíptica. Respuesta incompleta.
- c. *Traslación de la Tierra*, los docentes en formación relacionan las estaciones con la traslación de la Tierra alrededor del Sol. Al estar más cerca es verano y más lejos invierno, respuesta incorrecta.
- d. *Ausencia de explicación*, los participantes no logran establecer relaciones de causa-efecto, sólo proporcionar palabras sueltas. Respuesta confusa.
- e. *No responde*

**Tabla 4** – Subcategorías de la Categoría Estaciones

| Subcategorías | Descripción                                                           | Pretest    |            | Posttest   |            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|               |                                                                       | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| 1             | Inclinación del eje de rotación de la Tierra y traslación. (Completa) | 7          | 19.4       | 22         | 61.1       |
| 2             | Inclinación del eje de rotación de la Tierra. (Incompleta)            | 3          | 8.4        | 11         | 30.6       |
| 3             | Traslación de la Tierra. (Incorrecta)                                 | 12         | 33.4       | 2          | 5.6        |
| 4             | Ausencia de explicación. (Confusa)                                    | 10         | 27.7       | 1          | 2.8        |
| 5             | No responde                                                           | 4          | 11.1       | 0          | 0          |

Para el caso del pre test, de la información proporcionada en la Tabla 4 se observa que el 19.4% de los estudiantes consiguen dar explicaciones correctas al fenómeno, estableciendo una relación de causa-efecto entre la inclinación del eje de la Tierra y el plano de la eclíptica, además de señalar que estas varían, resultado de la traslación como se lee en la respuesta proporcionada por uno de los participantes:

*“La razón de las estaciones es el eje de inclinación de la tierra (23° aprox.), ligado a esto el proceso de traslación de la Tierra es determinante en la relación a las épocas en las que se da cada estación, el proceso se da de forma diversa en los hemisferios mientras que en la zona ecuatorial no se dan estaciones sino periodos de lluvia o sequía”.*

Cabe aclarar que se encuentran explicaciones que no necesariamente se leen como una definición formal, pero que dan cuenta del fenómeno. Adicionalmente, hay explicaciones que se enmarcan entre la causalidad, pero que son incompletas o insuficientes, por ejemplo, “las estaciones se dan debido al eje que no es completamente perpendicular al plano”. Por otra parte, existen explicaciones que emplean conectores causales pero que son incorrectas:

*“El fenómeno de las estaciones ocurre como consecuencia del movimiento de traslación de la Tierra debido a que la luz solar se proyecta periódicamente es decir que cuando este más cerca en verano y al estar lejos en invierno”.*

Esta última es interesante debido a que de ella se concluye que los maestros en formación piensan en que la órbita de la Tierra es muy excéntrica y atribuyen el fenómeno a esta. Resultados similares son reportados por De Paor *et al.* (2017), Turk, Şener y Kalkan (2015), Varela-Losada *et al.* (2015), Varela-Losada *et al.* (2013), Gangui, Iglesias y Quinteros (2010). El primero de estos equipos sugiere que para que esto no pase se puede pensar en reorganizar la forma en cómo se enseña esta idea en primaria, quizás introducir primero las estaciones bajo el modelo de una órbita circular para efectos prácticos, y posteriormente señalar que el círculo es solo un tipo de elipse y mostrar otros planetas con órbitas más excéntricas. De esta manera se dejaría de lado la noción intuitiva de que al estar más cerca es verano y más lejos invierno.

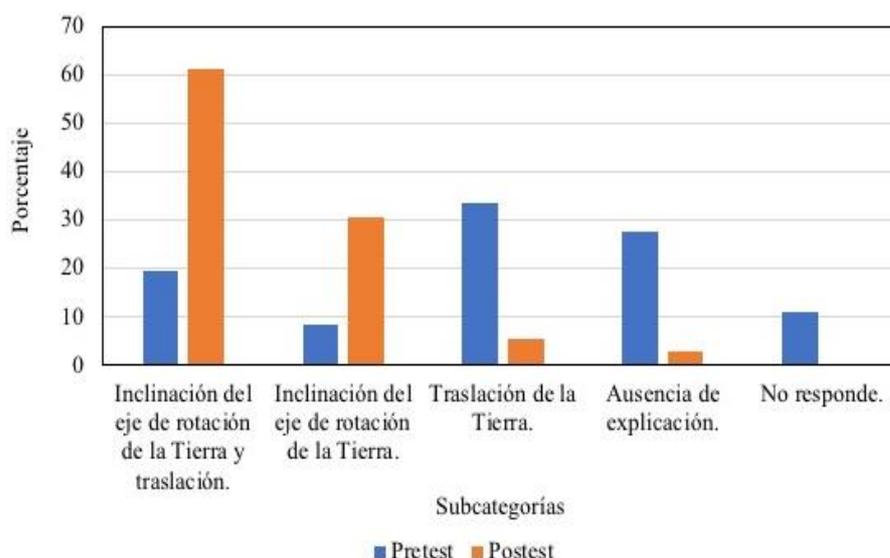
También es relevante resaltar que las referencias De Paor *et al.* (2017), Turk, Şener, y Kalkan (2015) indican que después del proceso de implementación de la propuesta o del desarrollo de su carrera, respectivamente, estas ideas erradas se mantienen en un buen porcentaje de los participantes. Lo que ocurre en esta investigación con un 39% de la muestra, permitiendo llegar a conclusiones similares.

Además, se tiene al grupo de maestros en formación (27.7%) que proporcionó respuestas confusas, en donde sus explicaciones no establecen una relación causal, sino que usan un fenómeno para describir otro, por ejemplo, atribuyen las estaciones a la ubicación - *“Depende del hemisferio si es Norte o Sur”*- o el clima. Diferentes autores entre los que se encuentran Lugo-López y Bautista (2019) y Gangui, Iglesias y Quinteros (2010), reportan resultados similares a los hallados acá.

Por último, cabe aclarar respecto de la subcategoría: *no responde*, con un 11.1% de la muestra (estudiantes que no cuenta con conocimientos en esta área), que la asignatura en donde se implementa la unidad didáctica, es dirigida a todo programa y por lo tanto la muestra es heterogénea, en ella hay maestros en formación de diferentes áreas del saber, algunos de carreras lejanas a la astronomía que no han recibido a lo largo de su formación académica capacitación en estas áreas del conocimiento, y que por la ausencia de respuestas no recuerdan lo que aprendieron en la primaria o secundaria.

Este comportamiento cambia drásticamente después de la implementación de la estrategia pedagógica, sólo un participante aún persiste en respuestas incorrectas, también es de resaltar que sólo uno atribuye las estaciones al fenómeno de traslación que, aunque juega un papel a este respecto, no es tan significativo. El caso de este participante documentado en sus palabras es:

*“El fenómeno de las estaciones ocurre como consecuencia del movimiento de translación de la Tierra debido a que la luz solar se proyecta periódicamente es decir que cuando es invierno en España es verano en Argentina”.*



**Figura 5** – Comparación de los resultados del pre y post test, categoría estaciones.

Finalmente, se llega a las subcategorías 1 y 2, que son más cercanas a la explicación aceptada en la literatura y que fija una relación causal correcta e incompleta, respectivamente, que como señaló De Paor *et al.* (2017) es importante para la explicación del fenómeno. Destacando que un 61.1% brindan una explicación correcta cercana a la aceptada en la literatura, en la Figura 5, se resumen los hallazgos encontrados resaltando que disminuyó el número de participantes con concepciones erróneas respecto de las causas de las estaciones.

A modo de cierre, es interesante ver cómo los participantes en la secuencia didáctica tienen dificultades para construir explicaciones en las que se establezcan relaciones de causales correctas o incompletas. La mayoría de sus respuestas son confusas, usan palabras sueltas que para ellos tienen alguna relación con el fenómeno de estudio o emplean un fenómeno para explicar otro, sin buscar una relación causa-efecto o contestaciones incorrectas. Aunque esta tendencia cambia posteriormente a la implementación de la secuencia didáctica, aún se presentan respuestas incorrectas.

### Categoría observación de los astros en función de la latitud del observador

En esta categoría se quería conocer cuáles eran los conocimientos iniciales de los maestros en formación respecto al cambio en la observación astronómica en función de la latitud del observador. Para indagar respecto al estado de conocimiento de los participantes frente a este aspecto categoría, se propusieron tres preguntas en el pretest, que cuestionaba respecto de las horas de luz en diferentes latitudes, la observación de las constelaciones y por último las fases de la Luna. Las respuestas proporcionadas por los estudiantes se agruparon en 4 subcategorías descritas a continuación.

- a. *Lo que observas en el cielo cambia con la latitud*, los estudiantes señalan que los fenómenos astronómicos, cambian en función del lugar de observación. Respuesta correcta.
- b. *Si cambian*, pero los estudiantes no logran explicar porque cambia o cual es el cambio que sufre el fenómeno a observar, no acuden a relaciones de causa-efecto. Respuesta confusa.
- c. *No cambian*, los maestros en formación mencionan que el cielo se ve igual en todo el planeta. Respuesta incorrecta.
- d. No responde.

De la Tabla 5, se observa que un 2.8 % de la muestra señala que los tres fenómenos por los que se interrogó se observan de forma diferente en las tres latitudes, estableciendo una relación causal correcta. Un 30.6 % respondió que cambiaba, pero no llegaron a explicar el porqué, algo similar ocurrió con los que respondieron que no cambiaba (52.8 %) y finalmente los que explícitamente indicaron que no sabían (13.9%). Resultados similares son reportados por Cyrulies y Kenig (2017), quienes señalan que los estudiantes no consiguen explicar cómo cambian las observaciones en función de la latitud, algunos proponen explicaciones confusas o incorrectas.

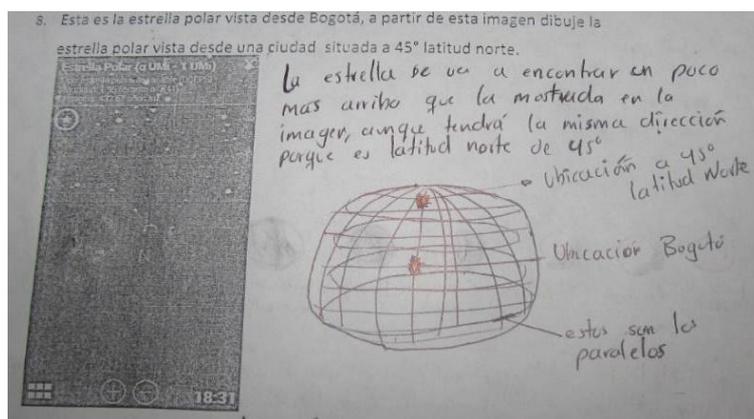
**Tabla 5** – Subcategorías de la Categoría Observación de los Astros en Función de la Latitud del Lugar

| Subcategorías | Descripción                                                       | Pretest    |            | Post-test  |            |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|               |                                                                   | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| 1             | Lo que observas en el cielo cambia con la latitud del observador. | 1          | 2.8        | 15         | 41.7       |
| 2             | Si cambian.                                                       | 11         | 30.6       | 12         | 33.3       |
| 3             | No cambian.                                                       | 19         | 52.8       | 9          | 25         |
| 5             | No responde                                                       | 5          | 13.9       | 0          | 0          |

Esta categoría resulta ser muy interesante ya que permite decir que aunque los participantes poseen algunas ideas previas respecto a cómo influye la latitud del observador en la astronomía, estas se encuentran alejadas de las aceptadas en la literatura y para muchos, estas preguntas fueron su primer acercamiento a las temáticas. Al comparar estos hallazgos con los reportados después de la implementación, se evidencia una tendencia completamente diferente, se redujo a cero el número de participantes que respondieron “no sé”, disminuyó en un 15% los que creen que no cambia, y en un 12% los que dicen que cambia, pero no explican cómo o porqué, respuestas que caen en la ausencia de explicaciones en donde se evoquen relaciones causales. Finalmente, se lograron explicaciones que relataban la presencia de una causa, y que conseguían dar cuenta del fenómeno en cuestión, tal y como como se puede ver en las unidad de información siguiente:

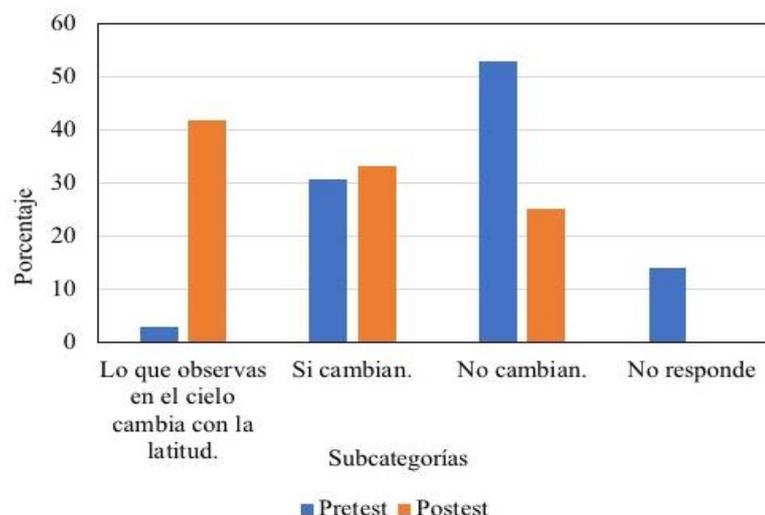
*“La ciudad de Bogotá está ubicada relativamente cerca al ecuador (5 grados latitud norte), por esto la estrella polar se ve muy cerca al horizonte. Desde la ciudad de New York que está a 40 grados latitud norte, la estrella polar se vería aún más alta en el cielo, por el contrario, en Antofagasta que está a 23 latitud sur, no se observaría la estrella polar, ya que esta solo se observa en latitudes norte”.*

De la respuesta se puede concluir que el docente en formación entiende cómo cambia la observación en función de la latitud, en este caso particular, explica la variación que se tiene al ver la estrella polar desde diferentes latitudes. También se cuenta con explicaciones correctas por parte de los participantes que emplean dibujos para mostrar sus respuestas, ver Figura 6.



**Figura 6** – Respuesta de un participante después de las implementaciones de la secuencia didáctica.

En la Figura 7, se comparan los hallazgos de pre y post test, en la cual se observa que aún se tienen maestros en formación que reportan que, si cambian, pero no logran explicar el porqué, no proponen ningún tipo de explicación, lo que podría señalar respuestas memorísticas. Esto permite decir que las actividades de la estrategia pedagógica que abordaron esta categoría deben ser reformuladas para lograr un mejor aprendizaje de los estudiantes.



**Figura 7** – Comparación de los resultados del pre y post test, categoría observación de los astros en función de la latitud del observador.

## Discusión

Habiéndose documentado previamente los resultados según pretest y posttest, ahora se establece la incidencia de estrategia pedagógica, en la consolidación de los aprendizajes en relación con los fenómenos de ubicación, las estaciones del año y observación de los astros en función de la latitud del lugar.

Con esto en mente, durante las clases uno y dos, con ayuda del cine y videoclips se presentan fenómenos que son difíciles de observar desde la latitud en la que se encuentra Colombia para constituir el contexto, en condiciones extremas de su ocurrencia: noches que duran 30 días, por ejemplo. Estas dos clases tienen como objetivo principal contrastar las ideas previas de los estudiantes, con los fenómenos que se encuentran en la naturaleza y con las posibles explicaciones que ellos brindaban de los mismos. Con lo anterior, se fija un mapa general de las ideas previas que los participantes tienen.

Durante la tercera actividad -clase 3-, que trataba sobre el problema de la ubicación espacial mediante el uso de los puntos cardinales, se generaron situaciones en donde a través del diálogo, los maestros es formación caían en cuenta en las preconcepciones que se tienen respecto de la identificación de norte, sur, oriente y occidente cuando se refieren a la necesidad de construir un sistema de referencia que no cambia al desplazarse o rotar en el espacio, de este modo, la esencia en la definición de sistemas referenciales en la ubicación, queda clara, y esto es manifestado en los resultados estadísticos del posttest relacionados con este primer ítem, y caracterizados en la primera categoría de análisis propuesta. Por otro lado, al estar posados sobre una esfera, la actualización de los sistemas de referencia, conforme el observador se ubica en diferentes latitudes, y su contraste con el cielo que se observa según el software Stellarium, permite construir en los participantes de las actividades, el enlace entre camino de una estrella en el cielo, y latitud de observación, tal y como lo reflejan los datos estadísticos en el posttest a la luz de la categoría de análisis: observación de los astros en función de la latitud del observador.

La segunda categoría de análisis, que está determinada acorde con la estructura de todas las actividades llevadas a cabo, y que viene bien para delimitar la investigación en aras de afrontar la pregunta propuesta, se refiere al elemento más compuesto de las actividades en general: la comprensión del fenómeno de las estaciones del año. Respecto de este ítem, se puede observar en las estadísticas el cambio conceptual refleja el impacto de la estrategia pedagógica, para el desarrollo de argumentos que justifiquen la presencia de estos fenómenos. Cabe destacar de la primera parte de la quinta actividad, que a través del estudio del grado de excentricidad de la órbita terrestre, equivalente (en la escala de la simulación realizada) al de una circunferencia, se brindan elementos para argumentar la poca o nula incidencia de la excentricidad orbital terrestre como causa de las estaciones, y por consiguiente la necesidad de pensar en otras posibles causas, tal y como se muestra en la segunda parte de la quinta actividad, en donde se construye una simulación del sistema Tierra-Sol, con un bombillo y una esfera, en la cual puede observarse como cambia la cantidad de luz que incide en los hemisferios de la esfera, conforme esta está ubicada en diferentes lugares de la órbita muy levemente excéntrica, simulada. Lo que sin duda influyó en la respuesta de los docentes en formación que pasaron, en su mayoría, de dar respuestas incorrectas, confusas o no responder en el pretest a contestaciones correctas y completas en el posttest, dejando de lado la idea de que estas se deben a la

excentricidad de la órbita de la Tierra relacionada especialmente con el cambio de la distancia de la Tierra al Sol. Evidenciando un cambio conceptual después de que se aplicó la secuencia.

En general, del análisis de estos resultados se deriva que el aspecto clave de la propuesta, radica en proponer situaciones donde se modelan las ideas preconcebidas inicialmente por los docentes en formación, de tal modo que estas queden expuestas como falsas, para posteriormente corregir levemente los modelos, o tener algunas otras consideraciones, como en el caso de la quinta actividad, cuando se solicita a los maestros en formación fijar la atención en el grado de inclinación de la esfera que representa a la Tierra girando alrededor del Sol y analizar las posibles consecuencias según el lugar en la órbita donde esta sea ubicada. Estas modificaciones al modelo, al inicio, fueron sugeridas por los maestros en formación que en el desarrollo del pretest, manifestaban ya tener conocimientos al respecto, y aprovechaban la situación, para poner a prueba dichas ideas previas, algo que era posible, dada la flexibilidad del modelo constituido como apoyo de las actividades propuestas.

Se encontró entonces como la estrategia pedagógica contribuyen al desarrollo de los aprendizajes de los fenómenos astronómicos en estudio, particularmente por el diseño que implica poner a prueba las ideas preconcebidas por el grueso de los docentes en formación, y proponer situaciones con el material de apoyo, en donde se observen otras posibles explicaciones.

## **CONCLUSIONES**

Luego de recolectar la información de pre y post test y su respectivo análisis se puede llegar a conclusiones interesantes: de las respuestas proporcionadas por los docentes en formación en el pretest se puede decir que estas caen en campo de las ideas intuitivas, alejadas de explicaciones elaboradas y carentes de relaciones de causa efecto o respuestas de este tipo, pero con nociones incorrectas en las tres categorías propuestas. Un ejemplo de esto es la categoría estaciones, en donde los participantes atribuyen este fenómeno a la cercanía o lejanía del planeta Tierra al Sol, señalando que al estar más cerca se encuentra en verano y viceversa, esta descripción sin duda establece una relación causal errónea y cae en el campo de la intuición.

Por otro lado, tenemos respuestas carentes de una explicación atribuida de un fenómeno a otro, sin argumentar el porqué, de nuevo un ejemplo se puede encontrar en la categoría estaciones, las cuales son atribuidas al clima. En esta misma línea, en la categoría observación de los astros en función de la latitud del lugar se ubican estudiantes que solo indican que estas cambian, sin exponer un cómo o un por qué.

Después de la implementación de la estrategia pedagógica aún persisten ideas erróneas o incompletas respecto de cada una de las tres categorías: el uso de los puntos cardinales para la ubicación, la identificación de la naturaleza fenoménica de las estaciones y el cambio de las observaciones según la latitud de la observación. En el caso de la primera un grupo de estudiantes, alrededor del 30%, no logran usar los PC como sistema de referencia, lo que sin duda dificultará a largo plazo el proceso de observación astronómica.

En el caso de las estaciones los resultados son más alentadores, se reduce a uno el número de participantes que aún explican este fenómeno como resultado de la traslación de la Tierra alrededor del Sol. Aumenta el porcentaje de docentes en formación que proporcionan explicaciones correctas pero incompletas (subcategoría 2 Tabla 4). Finalmente se cuenta con un porcentaje representativo de la muestra que proporciona respuestas cercanas a las aceptadas en la literatura.

Por último, se tienen los resultados de la categoría cambio de la observación en función de la latitud del observador, en la cual aún persisten las explicaciones intuitivas y aquellas carentes de explicación, sus respuestas se consideran memorísticas, por lo que no se evidenció un aprendizaje real por parte de ellos en esta categoría particular. Para mejorar estos hallazgos es necesario replantear las actividades cinco y seis de la secuencia didáctica, modelando a nivel didáctico, por ejemplo, una comparativa de los efectos estacionales según cambios en el ángulo de orientación del eje de rotación respecto de la normal a la eclíptica a partir de las dos situaciones límite: si el ángulo del eje de rotación respecto de la normal a la eclíptica es de 0 y 90 grados.

Se puede concluir que la estrategia pedagógica ayuda a mejorar los aprendizajes de los docentes en formación en las categorías: ubicación, estaciones y observación de los astros en función de la latitud del lugar, pero no es una solución mágica que elimine completamente las concepciones erróneas de los docentes en formación, estos han estado sumergidos durante mucho tiempo en ideas intuitivas e incorrectas difíciles

de reestructurar, lo que lleva a pensar que es necesario abrir un mayor número de espacios de este tipo en las licenciaturas, independiente del campo del saber, ya que a largo plazo estos estudiantes serán los docentes del futuro, y generar cambios conceptuales en su estructura mental, definitivamente romperá en ciclo actual en el cual los maestros de aula abordan la astronomía desde concepciones intuitivas y muchas veces erróneas.

Finalmente, los resultados acá obtenidos brindan elementos para nutrir la discusión actual en torno a la didáctica de la Astronomía, particularmente situados sobre el ámbito de formación de profesores acorde con las necesidades del siglo XXI, en términos de la importancia de implementar prácticas pedagógicas que involucren el uso de las tecnologías, sin perder de vista el derrotero conceptual que se pretende construir a partir del ciclo de actividades que se proponen en aras de fortalecer, en este caso, los procesos de enseñanza de los fenómenos de ubicación, las estaciones y como cambia la observación en función de la latitud del observador.

Aunque el foco de la investigación no trata sobre la actualización del discurso científico de los docentes en formación, se encuentra que, acorde con las explicaciones que ellos manifiestan al resolver la prueba postest, el ciclo de actividades propuestas, permite la adaptación de conceptos científicos, al discurso propio de los participante, y de esta manera contribuir a la consolidación de una didáctica de las ciencias físicas tendencia en el siglo XXI.

## REFERENCIAS

- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33(1), 1–25. <https://doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- Arslan, A. S., & Durikan, U. (2016). Pre-service Teachers' Mental Models of Basic Astronomy Concepts. *Science Education International*, 27(1), 88–116. Recuperado de <http://www.icasonline.net/sei/march2016/p5.pdf>
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en Astromía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Investigación y Expericas Didácticas*, Jones, 81–96. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21396/93355>
- Camino, Nestor. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(1), 81–95. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21396/93355>
- Cardenete-García, S. (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8(extra), 512–518. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2747>
- Cristóbal-Aragón, E., & Greca, I. M. (2018). La enseñanza de las ciencias en un contexto bilingüe: propuesta para la enseñanza de contenidos de astronomía para primer ciclo de primaria. *Revista de Enseñanza de La Física*, 30(2), 31–47. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22734/22344>
- Cyrulies, E., & Kenig, F. (2017). Fases lunares: diagnósticos sobre las explicaciones en formación docente. *Revista de Enseñanza de La Física*, 29 (extra), 537–545. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18668/18482>
- De Paor, D., Dordevic, M. M., Karabinos, P., & Coba, F. (2017). Exploring the reasons for the seasons using Google Earth, 3D models, and plots. *International Journal of Digital Earth*, 10(6), 582–603. <https://doi.org/10.1080/17538947.2016.1239770>
- Dicovski, E., Iglesias, M. C., Karaseur, F., Gangui, A., Cabrera, J., & Godoy, E. (2012). El problema de la posición del observador y el movimiento tridimensional en la explicación de las fases de la Luna en docentes de primaria en formación. En *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa En El Campo de Las Ciencias Exactas y Naturales*, (pp. 219–230). La plata, Argentina. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32465>
- Franco-Mariscal, A. J., & López-Flores, V. M. (2017). Retención de los conocimientos sobre el universo:

estudio en alumnos españoles de 5º de educación primaria, a partir de una estrategia didáctica basada en la terminología científica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(72), 235–271. Recuperado de <https://www.comie.org.mx/revista/v2018/rmie/index.php/nrmie/article/view/12/12>

- Gangui, A., & Aduriz Bravo, A. (2017). Un enfoque de enseñanza de la Astronomía: Algunas consideraciones epistemológicas y didácticas. *Quehacer Educativo*, 142, 7–11. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/23610>
- Gangui, A., Iglesias, M. C., & Quinteros, C. P. (2010). Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de Astronomía. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 9(2), 467–486. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=51789697&lang=es&site=ehost-live>
- García Carmona, A. (2015). Noticias sobre temas de Astronomía en los diarios: un recurso para aprender sobre la naturaleza de la ciencia reflexivamente. *Revista Enseñanza de La Física*, 27(1), 19–30. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/11408/11884>
- García-Garzóna, N. M., Gordillo, L. G., & Guerrero Julio, M. L. (2021). Aprendiendo en casa sobre el universo en tiempos de COVID -19 , al incorporar el uso de simuladores. *Revista Academia y Virtualidad*, 14(2), 17–30. <https://doi.org/10.18359/ravi.5350>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Pilar, B. L. (2010). *Metodología de la investigación 2* (5 ed.). México, México: Mcgraw-Hill.
- Iglesias, M., Dicoyskiy E., Karaseur F., Cabrera J., Godoy E., & Gangui A. & Elina, G. (2012). La explicación de las fases de la Luna en docentes de Primaria en Formación: Aportes para la reflexión. En *Sigamos Investigando Para Enseñar Mejor Física (SIEF XI)*. (pp. 273–286). Esquel, Argentina. Recuperado de <http://cms.iafe.uba.ar/gangui/didaastro/docs/iglesias-et-al-sief-xi-esquel-2012.pdf>
- Lugo-López, N. D., & Bautista, M. (2019). Conocimientos de los docentes en formación sobre algunos fenómenos astronómicos. *Revista Científica*, (n. esp.), 189–198. <https://doi.org/10.14483/23448350.11078>
- MEN. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje. Formar en lenguaje: apertura de caminos para la interlocución. *Estándares Básicos de Competencias Del Lenguaje*, 1(1975), 18–45. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf1.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf1.pdf)
- Oropeza, F. (2016). El Trabajo de Campo en Astronomía: Una experiencia didáctica para la formación docente en Ciencias de la Tierra. *Revista de Investigación*, 40(87), 175–201. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142016000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000100009)
- Rabanales-Loyola, F., & Vanegas-Ortega, C. (2021). Concepciones alternativas sobre astronomía en estudiantes de educación básica y media de la Región Metropolitana de Chile. *Estudios Pedagógicos*, 47(2), 247–268. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052021000200247>
- Ros, R. M. (2016). *Horizonte local y Relojes de Sol*. Recuperado de [http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/conferencias\\_talleres/T1\\_es.pdf](http://sac.csic.es/astrosecundaria/es/cursos/formato/materiales/conferencias_talleres/T1_es.pdf)
- Sabadell-Melado, M. A. (2002). Astronomía: una historia de esperanzas y temores - Dialnet. *Mediatika*, 8, 573–581. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4648983>
- Solbes, J., & Palomar, R. (2013). Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 01–12. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172013000100016>
- Triana-Perilla, W. Y. (2012). *La astronomía de posición y tiempo: una aproximación a los lineamientos curriculares de la educación media*. (Trabajo de Maestría). Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/74935>
- Turk, C., Şener, N., & Kalkan, H. (2015). Pre-Service Teachers' Conceptions of Specific Astronomy Concepts: A Longitudinal Investigation. *Journal of Social Science Studies*, 2(2), 56–87. <https://doi.org/10.5296/jsss.v2i2.7213>
- Varela-Losada, M.-M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, M., & Arias-Correa, A. (2015). Concepciones

alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(4), 799–816. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150040002>

Varela-Losada, M., Rodríguez-Pérez, U., Serrallé-Marzoa, F., & Arias-Correa, A. (2013). Evolución de las concepciones sobre astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa con actividad desde simulación. En *IX Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias* (pp. 3612–3617). Girona, España. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/308580/398593/>

**Recebido em:** 25.07.2021

**Aceito em:** 23.02.2022

## Anexo 1: Prueba Pretest

### EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

La implementación de la siguiente prueba tiene por objetivo conocer las nociones que los estudiantes de la electiva todo programa de la Universidad Pedagógica Nacional tienen sobre conceptos de astronomía básica: la ubicación, las estaciones y el cambio de la observación en función de la latitud del observador.

#### Información general

Nombre: \_\_\_\_\_

Licenciatura: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

¿Por qué eligió ver la electiva de Astronomía General?

¿Por qué decidió estudiar una licenciatura?

¿Qué piensa acerca de las Ciencias Naturales?

Responda las siguientes preguntas con los conocimientos que tenga, por favor no use el celular, no use internet y solo analice.

1. ¿Qué limita con Colombia al Norte, Sur, Oriente y Occidente?



2. Indica que estructura (edificio, plaza, centro comercial, etc.) está ubicado al norte, sur, Oriente y Occidente de su posición actual.
3. ¿En qué dirección se oculta el Sol?
4. Desde su posición explique donde se encuentra la línea del Ecuador.
5. ¿Cómo cree que se dan las estaciones del año?
6. ¿Tiene sentido hablar de estaciones del año en Colombia?

Si \_\_\_\_\_. No \_\_\_\_\_. Explique su respuesta.

7. Juanito vive en Alemania donde nota que las horas de luz y oscuridad no son las mismas a lo largo del año ¿Cree que esto es posible?

Si \_\_\_\_\_. No \_\_\_\_\_. Explique su respuesta.

8. Esta es la constelación de orión vista desde Bogotá.



¿Cómo crees que se vería en la Patagonia, y en la Antártida? Dibuje.

9. Describe como se ven las fases de la Luna.

## Anexo 2: Prueba Posttest

### EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

La implementación de la siguiente prueba tiene por objetivo evaluar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes de la electiva todo programa de la Universidad Pedagógica Nacional tienen sobre conceptos de astronomía básica: la ubicación, las estaciones y el cambio de la observación en función de la latitud del observador después de la aplicación de la secuencia didáctica: *El Cielo y sus curiosidades: desafíos y conceptos básicos*.

#### Información general

Nombre: \_\_\_\_\_

Licenciatura: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

Responda las siguientes preguntas con los conocimientos que tenga, por favor no use el celular, no use internet y solo analice.

1. Realiza un dibujo ubicando las líneas imaginarias que se proyectan en la bóveda celeste (Ecuador, meridiano del lugar...etc).
2. ¿Qué es la eclíptica?
3. ¿El Sol sale del mismo punto siempre? Explica tu respuesta.
4. ¿Cuál es la razón por la que se dan las estaciones?
5. Explica los solsticios y los equinoccios.
6. Explica por qué hay días que tienen más horas de luz.
7. Esta es la estrella polar vista desde Bogotá, a partir de esta imagen dibuje la estrella polar vista desde una ciudad situada a mayor latitud norte.



8. Dibuja las fases de la Luna vistas desde Bogotá.

9. Explica el funcionamiento de la carta celeste.
10. ¿Es apropiada la carta celeste que nos venden para realizar observación en el lugar en donde nos encontramos?

Si.\_\_\_\_\_ No.\_\_\_\_\_ Explica tu respuesta.