



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE)

Doris Paola Sanabria García

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2023

Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE)

Doris Paola Sanabria García

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director

Ph.D., Santiago Vargas Domínguez
Observatorio Astronómico Nacional

Codirectora:

MSc., Ángela Patricia Pérez Henao
Planetario de Medellín

Línea de trabajo:

Procesos en la enseñanza de las ciencias y aprendizaje de las ciencias

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2023

(Dedicatoria o lema)

A ti, Paula Sofia

Agradecimientos

Primero, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional; a mi compañero de vida soporte emocional en este proceso académico.

A mi director, el profesor Santiago Vargas Domínguez por su orientación, dedicación y por su gran interés por la divulgación científica; a mi codirectora Ángela Patricia Pérez Henao, por su confianza, apertura e incondicionalidad en el desarrollo de esta investigación.

A la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) y a cada uno de los docentes por compartir sus experiencias y dar a conocer sus prácticas en la enseñanza de la astronomía, sus aportes han sido importantes en la consolidación de este estudio.

A la Universidad Nacional de Colombia por brindarme la oportunidad de crecer académica y personalmente. Su compromiso con la excelencia académica ha sido inspirador.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar los procesos e iniciativas de enseñanza y aprendizaje en astronomía y ciencias del espacio, y su relación con el plan de estudios de ciencias naturales. Para tal fin, se llevó a cabo una encuesta dirigida a una muestra de 250 docentes de educación básica y media, asociados a la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE).

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis mediante técnicas de aprendizaje no supervisado, en particular, el método de agrupamiento por kmodos. Esta elección de método se justifica por su capacidad para examinar y clasificar variables nominales, ordinales y categóricas, lo que permite identificar patrones y características comunes entre los docentes encuestados.

Con el desarrollo del presente trabajo, se busca identificar aspectos metodológicos de la enseñanza de la astronomía y ciencias del espacio en el contexto educativo colombiano, así como reconocer posibles áreas de mejora en la integración de estas disciplinas en el plan de estudios de ciencias naturales. Los resultados obtenidos pueden ser de gran relevancia para la OAE y otras instituciones educativas, al proporcionar información valiosa para fortalecer la formación docente y promover prácticas pedagógicas más enriquecedoras y efectivas en el campo de la astronomía.

Palabras clave: 1) Enseñanza de astronomía. 2) Aspectos metodológicos. 3) Docentes. 4) Plan de estudios.

Abstract

Analysis of the connection between astronomy and the curriculum in basic and secondary education within the framework of the Office of Astronomy for Education in Colombia (OAE)

The present study aims to analyze teaching and learning processes and initiatives in astronomy and space sciences, and their relationship with the natural sciences curriculum. To this end, a survey was conducted targeting a sample of 250 basic and middle school teachers associated with the Office of Astronomy for Education in Colombia (OAE).

The obtained results underwent analysis using unsupervised learning techniques, particularly the mode clustering method. This choice of method is justified by its ability to examine and classify nominal, ordinal, and categorical variables, enabling the identification of patterns and common characteristics among the surveyed teachers.

Through the development of this work, the goal is to identify methodological aspects of teaching astronomy and space sciences in the Colombian educational context, as well as to recognize possible areas for improvement in the integration of these disciplines into the natural sciences curriculum. The obtained results can be highly relevant for the OAE and other educational institutions, providing valuable information to strengthen teacher training and promote more enriching and effective pedagogical practices in the field of astronomy.

Keywords: 1)Teaching of astronomy. 2)Methodological aspects. 3)Teachers. 4)Curriculum or Syllabus.

Contenido

	Pág.
Capítulo 1: Astronomía en el aula.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo general	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Metodología	17
2. Capítulo 2: Fundamentos teóricos	19
2.1 Astronomía precolombina	19
Cultura Tayrona.....	19
Cultura Muisca o Chibcha.....	19
2.2 Astronomía en Colombia en el siglo XIX y XX.....	20
2.3 Observatorio Astronómico Nacional	21
2.4 Astronomía Autodidacta.....	25
2.5 Currículo en la enseñanza de la astronomía	28
2.6 Oficina de Astronomía para la Educación	30
2.7 Minería de datos educativos	32
3. Capítulo 3: Análisis descriptivo de la Astronomía en la escuela.....	35
3.1 Estado actual de la astronomía en la escuela	35
4. Capítulo 4: Clustering para el análisis de la conexión de la astronomía y el plan de estudios de Ciencias Naturales	42
4.1 Diseño de encuesta conexión entre la astronomía y el plan de estudios.....	42
4.1.1 Medio para recopilación de datos	42
4.1.2 Redacción de las preguntas	43
4.1.3 Validación de la encuesta.....	43
4.1.4 Clustering Komodo.....	45
4.2 Resultados.....	47
5. Conclusiones y recomendaciones	61
Conclusiones.....	61
Recomendaciones.....	62
6. Bibliografía	67

Lista de figuras

Figura 2-1 Observatorio Astronómico Nacional	21
Figura 2-2 Logo Oficina de Astronomía para la Educación	30
Figura 2-3 Página oficial de la OAE	32
Figura 3-1 Caracterización de preguntas Astronomía en la Escuela.. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 3-2 Distribución de los encuestados por género y rango de edad.....	36
Figura 3-3 Capacitación en astronomía	37
Figura 3-4 ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Proyectos de Aula].....	37
Figura 3-5 Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Monografía] ...	38
Figura 3-6 Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Extracurricular como grupo o club de estudio].....	38
Figura 3-7 Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Eventos masivos de divulgación (conferencias, charlas, observaciones)]	39
Figura 3-8 Embudo de material especializado	40
Figura 4-1 Método del codo.....	46
Figura 4-2 Distribución geográfica de docentes [clústers 1].....	48
Figura 4-3 Distribución geográfica de docentes [clúster 2].....	50
Figura 4-4 Distribución geográfica de docentes clúster 3.....	53
Figura 4-5 Distribución geográfica de docentes [clúster 3].....	56
Figura 4-6 Distribución geográfica de docentes [clúster 3].....	58

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1 Caracterización de preguntas Astronomía en la Escuela	35
Tabla 3-2 Tabla de contingencia tipo de institución y currículo en astronomía	40
Tabla 4-1 Cantidad de preguntas por secciones	43
Tabla 4-2 Cálculo de varianza de las preguntas.....	44

Introducción

Las observaciones de la bóveda celeste realizadas por las primeras civilizaciones se relacionaron principalmente con fenómenos destacados como la sucesión del día y la noche, o las fases lunares, las cuales permitieron organizar calendarios y actividades de caza, y ciclos de agricultura y siembra, que favorecieron el desarrollo de aquellas primeras culturas. Como lo indica Gagliardi (1988), la Astronomía, la más antigua de las Ciencias, ha estado presente y formando parte del acervo cultural de todos los pueblos. Y aun en nuestros días la ubicación y comunicación se dan gracias a la exploración y estudio de esta ciencia.

De esta manera, la Unión Astronómica Internacional (UAI), que agrupa a las diferentes sociedades astronómicas nacionales y constituye el principal órgano de decisión en temas de astronomía desde su fundación en 1919, busca promover y salvaguardar la ciencia de la astronomía en todos sus aspectos, incluida la investigación, la comunicación, la educación y el desarrollo, a través de la cooperación internacional. Sus actividades incluyen el reciente establecimiento de la Oficina de Astronomía para la Educación, junto a una red mundial de Coordinadores Nacionales de Educación en Astronomía (NAEC, por sus siglas en inglés), que tiene como principal objetivo la promoción de la astronomía en los planes de estudios nacionales, el apoyo a los maestros con investigaciones educativas basadas en evidencia, y ayuda a la comunidad con su desarrollo profesional.

En los estándares básicos de competencias en ciencias en Colombia, se destacan los contenidos que los estudiantes deben saber, y lo que deben saber hacer con lo que aprenden. En este contexto el saber hacer en astronomía no se encuentra como

competencia básica en ciencias, solo se mencionan algunos conceptos de manera general.

Sin embargo, se registran varias investigaciones, de docentes aficionados a la astronomía que impulsan la enseñanza y aprendizaje de estos contenidos, a través de proyectos transversales, clubes de astronomía que promueven y cultivan aptitudes científicas a partir de la fascinación y curiosidad de los estudiantes por los misterios del espacio. El presente trabajo pretende hacer un diagnóstico y analizar las iniciativas y procesos de enseñanza de aprendizaje que se realizan en temas relacionados con la astronomía y ciencias del espacio en las escuelas y colegios en Colombia, las cuales difieren dependiendo de las necesidades y contextos socioculturales de cada región.

Capítulo 1: Astronomía en el aula

1.1 Planteamiento del problema

El saber, el saber hacer y el saber ser, en astronomía no se encuentran en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales (MEN, 2003) ni en los derechos básicos de aprendizaje (DBA) y tampoco en planes de estudio; se plantean algunos conceptos de forma general de la siguiente manera: en los grados primero a tercero (6 a 9 años) diversas formas de representación de la Tierra y forma de medir el tiempo, en grados cuarto y quinto (niños 9 a 10 años) fenómenos del día y la noche (rotación), fases lunares, grado sexto y séptimo (niños de 11 a 13 años) origen el universo y de la vida a partir de varias teorías, modelo planetario desde fuerzas gravitacionales, proceso de formación y extensión de estrellas, en el grado décimo y undécimo (14 y 17 años) relación entre el campo gravitacional y el electrostático, y entre el campo eléctrico y magnético.

En resumen, en instituciones de educación básica primaria, secundaria y media vocacional en Colombia, la astronomía no se encuentra en los referentes como temas elementales en el plan de estudios o en el currículo escolar. Vargas (2019) enuncia algunos aspectos sobre los temas básicos relacionados con el universo, especialmente el sistema solar, nociones generales sobre la posición de la Tierra y sus implicaciones, los cuales no se estructuran dentro de una asignatura básica.

Si bien, los estándares determinan unas competencias básicas en ciencias naturales para los estudiantes del país, tales conocimientos, aunque son básicos se despliegan en territorios colombianos de forma descontextualizada, no muestran relación con el entorno cultural, socioeconómico, tecnológico y religioso. De igual forma, dichas competencias son evaluadas, ajenas al ambiente del estudiante perdiendo el interés, la curiosidad, el justo por desarrollar habilidades y competencias científicas.

Según Herrero (2014), la enseñanza de la astronomía, en sus múltiples vertientes, puede ser una herramienta de gran utilidad para la consecución de las competencias básicas.

Docentes de ciencias naturales en diferentes regiones de Colombia, aficionados a la astronomía, y motivados por la curiosidad, interés y expectativas de estudiantes al desarrollar proyectos y clubes de astronomía, promueven y cultivan actitudes científicas a partir de espacios de observación, análisis en proyectos transversales. A partir de la enseñanza de la astronomía se orientan temas de geometría, matemáticas, física, informática y hasta historia; estos proyectos surgen, nacen de necesidades educativas, conceptuales y culturales de los estudiantes, identificadas por los docentes.

Dado el contexto interdisciplinar de la astronomía, se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál es el estado actual de los procesos e iniciativas de enseñanza y aprendizaje en temas relacionados con astronomía y ciencias del espacio en educación básica y media en Colombia?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar el estado actual de los procesos e iniciativas de enseñanza y aprendizaje en temas relacionados con astronomía y ciencias del espacio en una muestra de 250 docentes vinculados a la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE) para enfatizar la conexión entre esta área del conocimiento y el plan de estudios en ciencias naturales de educación básica y media.

1.2.2 Objetivos específicos

- Examinar el estado de la enseñanza de la astronomía en los niveles educativos de básica y media, sobre una encuesta previamente realizada por la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia en una muestra de 250 docentes.
- Diseñar y aplicar una nueva encuesta de profundización sobre la utilización de la astronomía en la escuela, a los 250 docentes previamente seleccionados,

con el fin de caracterizar las iniciativas, procesos o actividades de enseñanza aprendizaje de la astronomía en Colombia.

- Hacer un diagnóstico e identificar aspectos metodológicos de la enseñanza y aprendizaje de la astronomía en Colombia como herramienta para promover las aptitudes científicas en el marco de los propósitos de la OAE.

1.3 Metodología

La metodología que se planea seguir se basa en encuestas y estudios de tendencias. Se puede definir la encuesta, siguiendo a García (1993), como “una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características”.

La investigación propuesta, comprende cuatro fases, para los cuales se hace necesaria una revisión de fuentes bibliográficas secundarias y primarias, según como lo requiera el tema a abordar:

En un primer momento la investigación se enmarca en conocer y abordar los procesos de enseñanza a partir de la información previamente recopilada en una muestra de 250 docentes que tienen experiencias con temas en astronomía y ciencias del espacio, realizada previamente por la (OAE).

En la segunda fase se diseña la encuesta en la cual se tiene en cuenta la definición de las variables que se quieren profundizar como resultado del primer momento, selección de la muestra y elaboración de la encuesta orientada a explorar la percepción sobre la enseñanza de la astronomía en instituciones educativas públicas y privadas de Colombia.

En la tercera etapa, se socializa y aplica la encuesta a los 250 docentes de la muestra inicial que utilizan la astronomía como herramienta dentro de sus prácticas pedagógicas.

En la cuarta etapa de análisis de datos e interpretación de los resultados, se validan los resultados y se identifican aspectos metodológicos de la enseñanza y aprendizaje de la astronomía en Colombia a través de las experiencias recopiladas, que serán un insumo

crucial para los objetivos de la Oficina de Astronomía para la Educación a nivel local e internacionalmente.

2. Capítulo 2: Fundamentos teóricos

Si se enuncia la enseñanza de la astronomía en Colombia, es oportuno ir a los primeros capítulos que trazaron las culturas precolombinas a partir de observaciones a la bóveda celeste tomando como punto de referencia algunas estrellas por características específicas, para mudarse de un lado a otro. Noches oscuras noches de luna llena, fenómenos como día y noche, fueron eventos que permitieron establecer actividades agrícolas, de caza y pesca las cuales ayudaron a su supervivencia. “inmersos en una bóveda celeste de luces cambiantes y peregrinas, los hombres debieron preguntarse por su significado y por su influencia en el devenir de los acontecimientos” (Cardona, 2020).

2.1 Astronomía precolombina

Cultura Tayrona

En la región caribe predominó la cultura Tayrona principalmente en la Sierra Nevada de Santa Marta contiene estructuras que están alineadas con eventos astronómicos, como el amanecer en los solsticios y equinoccios. Los Tayrona tenían un profundo conocimiento del cielo y lo utilizaban en sus prácticas religiosas y calendarios.

La Ciudad Perdida, también conocida como Teyuna, es un importante sitio arqueológico de la cultura Tayrona ubicado en la Sierra Nevada de Santa Marta. En este lugar se han descubierto estructuras y caminos que podrían estar relacionados con la observación astronómica y la medición del tiempo (López, 2006).

Cultura Muisca o Chibcha

Según Romero & Rojas, (2018) la etnia Muisca Chibcha precolombina ocupaba un extenso territorio que hoy cubre los territorios de Boyacá, Cundinamarca y oriente de Santander, estos grupos construyeron una civilización con bases sólidas a nivel cultural y mental consolidándose como sociedad mediante una concepción del universo Racional.

Tras años de observaciones al Sol, la Luna y las estrellas, los Muiscas establecían labores de siembra, cosecha y caza entorno a los fenómenos cíclicos de estos astros, además de establecer calendarios que permitían una ubicación espacio-tiempo, pero con la llegada de los españoles a estos territorios, tal sabiduría y conocimiento sobre la tierra y el firmamento que poseían los muiscas lo consideraron como artes del diablo, la mayoría de jeroglíficos fueron saqueados y reemplazados por la cultura conquistadora.

Sin embargo, en la actualidad museos como el Templo del Sol en Sogamoso, Parque Arqueológico de San Agustín, Plaza de Bolívar Bogotá y el Parque Arqueológico de Saquenzipa (Infiernito) en Villa de Leyva, son espacios que evidencian y proporcionan información valiosa sobre los conocimientos creencias astronómicas de esta antigua civilización.

2.2 Astronomía en Colombia en el siglo XIX y XX

Según Portilla (2020) en su libro "Firmamento y Atlas Terrestre: La astronomía que practicó Francisco José de Caldas", brinda una detallada descripción de la formación, viajes y aprendizaje autodidacta en astronomía de Caldas, así como de sus cartas, aportes, observaciones y cálculos astronómicos durante la Expedición Botánica. Estos aspectos son fundamentales para comprender la astronomía en la época posterior a la Colonia en la región.

En este contexto, el gaditano José Celestino Bruno Mutis (1732-1808) desempeñó un papel destacado. Aceptó la invitación del recién nombrado virrey del Nuevo Reino de Granada, don Pedro Messia de la Cerda, para convertirse en su médico personal. A los 28 años, al contemplar las tierras del norte de Suramérica, Mutis decidió establecerse en América. En palabras de Portilla, "la región vivía en un estado de ignorancia y descuido intelectual tan deplorable que bastó su actividad febril, inquieta y progresiva para colocar los cimientos del pensamiento crítico y renovador de la Nueva Granada".

En noviembre de 1783, Mutis recibió una cédula real que lo designaba como botánico y astrónomo real de una expedición a Suramérica septentrional, bajo la dirección suprema del arzobispo- virrey. Entre sus trabajos en astronomía, se destaca la determinación de la latitud y longitud de Santafé. Además, se conoce su interés en el tránsito de Venus frente al disco solar en 1769 y su realización de observaciones barométricas sistemáticas.

Mutis tomó la iniciativa de construir un observatorio astronómico en Santafé, el cual se considera el más antiguo de América y se encuentra ubicado entre el Capitolio Nacional y el Palacio de Nariño. Asimismo, fue el impulsor de la participación de Caldas y otros científicos autodidactas en la Expedición Botánica. Estas son algunas de las destacadas contribuciones de Mutis como fundador y figura principal de la expedición botánica, que dejaron un legado significativo en la historia de la astronomía en Colombia.

2.3 Observatorio Astronómico Nacional

La edificación del observatorio fue iniciada en el solar de la "Casa de la Botánica", sede de la Expedición, el 24 de mayo de 1802, con autorización del Virrey, pero con recursos propios de Mutis. El fray Domingo de Petrés (1759-1811) reconocido arquitecto a quien se encomendó la obra, por modelo para el observatorio las construcciones usuales europeas de siglos anteriores, en especial la primera construcción de Greenwich y las torres extremas de la primera construcción del Observatorio de París (Arias de Greiff, 1987).

Figura 2-1

Observatorio Astronómico Nacional



Nota. Imagen tomada de <https://godues.wordpress.com/2010/12/28/la-astronomia-en-colombia-perfil-historico/>

A continuación, se toma la descripción del observatorio

“Consta el edificio de una "Camera Stellata", octogonal, con siete altas ventanas en los costados para hacer las observaciones desde el interior, construida sobre un salón bajo de menor altura, habitación del astrónomo, y rematada por una azotea. Petrés adiciona a la torre octogonal otra para albergar la escalera, rematada por una caseta meridiana con ranura en el techo. El salón principal, por una abertura en el centro de la azotea, constituía de hecho un gran gnomon solar, aun cuando la extremada altura del recinto hace que en los solsticios el rayo solar caiga no en la cinta meridiana del piso, sino sobre las paredes laterales. Pero, es más: estos salones se usaron en las altas latitudes europeas para observar desde el interior la marcha de los cuerpos del sistema solar desde la salida al oriente, hasta la puesta por occidente, culminando hacia el sur, no en el cenit, momento en que se veían por la ventana de ese costado. Pero esto no ocurre así en las zonas ecuatoriales, donde culminan estos astros vecinos al cenit. Caldas objetó esta construcción edificada en la vecindad del ecuador. Una transferencia no adecuada de tecnología se diría hoy, y Caldas, para quien se construyó la torre, no fue previamente consultado. Pero tampoco el solitario Mutis buscó consejo en España. Erigió un Observatorio obsoleto, diez años después de que en Madrid y San Fernando se habían construido modernos edificios, no de la tipología del siglo XVI, pero sí ya de la que caracterizará las construcciones de los observatorios del siglo XIX. Esto hace aún más interesante esta Joya de la historia de la Astronomía, que al continuar utilizándose para lo que fue erigida, al tener un desarrollo histórico propio a lo largo de su existencia, al cumplir cabalmente su cometido, asume el carácter de símbolo de la historia de la Ciencia en Colombia.”

A continuación, se describen los aportes más relevantes del primer director del Observatorio Astronómico, **Francisco José de Caldas**, quien a sus 37 años se instaló en el Observatorio Astronómico en diciembre de 1805 y trabajó en este lugar durante los siguientes seis años. Durante su gestión, Caldas agregó instrumentos como el Cuarto de Círculo de Bird y el péndulo de Graham, que había sido de los académicos franceses y que había adquirido durante la permanencia en Ecuador.

Trazó la meridiana sobre el piso del salón principal lo que puso de manifiesto la deficiente orientación del edificio. Calculó la altitud del observatorio sobre el nivel del mar. Observó

numerosas alturas meridianas del Sol y de estrellas para determinar la latitud del observatorio, valor que fijó en $4^{\circ}36'06''$ al norte. La observación del eclipse total de luna el 9 de mayo de 1808, de inmersiones y emersiones de satélites de Júpiter en fechas diversas, le permitieron determinar la posición del observatorio en longitud. Además, realizó una medida de la altura de la nevada cumbre del Tolima, desde la azotea del observatorio, en compañía de José Manuel Restrepo y Benedicto Domínguez, en agosto de 1808 (Arias de Greiff, 1987).

Según Higuera (2017), las investigaciones en el Observatorio quedaron nulas hasta 1823 con la llegada al país de la Misión Boussingault, iniciativa del general Simón Bolívar. En 1848, el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) pasó a formar parte del Colegio Militar, institución creada un año antes por Tomás Cipriano de Mosquera para la formación de ingenieros civiles y militares. El 26 de mayo de 1867, el Observatorio se convirtió en prisión fortaleza que albergaba al recién derrocado presidente Tomás Cipriano de Mosquera. En ese mismo año se organiza la Universidad Nacional de Colombia y en febrero de 1868, el Dr. Manuel Ancizar, en su carácter de Rector, designa a José María González Benito como director de la institución.

Históricamente **José María González Benito** es reconocido por su destacado papel como director del Observatorio Astronómico Nacional de Colombia (OAN) durante varios períodos, abarcando desde 1868 hasta 1891. Su liderazgo y contribuciones desempeñaron un papel fundamental en el establecimiento y el avance de esta institución en el ámbito de la astronomía en el país (Moreno, Vargas y Cuéllar, 2022).

Bajo la dirección de José María González Benito, el Observatorio Astronómico Nacional de Colombia comenzó a cumplir su propósito fundamental: realizar observaciones astronómicas con rigurosidad científica. González Benito demostró un compromiso excepcional con el desarrollo de la astronomía colombiana, invirtiendo su propio capital para adecuar las instalaciones del observatorio y adquirir instrumentación sofisticada.

Su dedicación y esfuerzos permitieron mejorar significativamente la capacidad del observatorio para llevar a cabo investigaciones astronómicas de alta calidad. González Benito se aseguró de que el OAN estuviera equipado con los instrumentos necesarios para llevar a cabo mediciones precisas y realizar estudios detallados del firmamento.

Además de su enfoque en la investigación científica, González Benito también promovió la divulgación de la astronomía y la educación en el campo en Colombia. Reconoció la importancia de difundir el conocimiento astronómico entre la comunidad y trabajó para acercar esta ciencia a un público más amplio.

Según Duque (2017), **Julio Garavito Armero**, un destacado bogotano, ingresó a la Escuela de Ingeniería a la temprana edad de 22 años. En 1891, se graduó como profesor en Matemáticas e Ingeniero Civil, y al año siguiente, en 1892, asumió el cargo de director del Observatorio Astronómico. Además de su labor como director, se le confiaron las cátedras de mecánica racional y astronomía en la Escuela de Ingeniería.

A lo largo de su carrera, Garavito Armero realizó importantes contribuciones en el campo de la astronomía. Desarrolló su propio método, conocido como Método Talcott, el cual tuvo aplicaciones significativas en el ámbito de la geodesia. Además, incursionó en temas vanguardistas como la relatividad de Albert Einstein, y llevó a cabo investigaciones en astronomía observacional y dinámica.

Arias de Greiff (1987), relata uno de los trabajos más importantes emprendidos por Garavito Armero, conocido como "Fórmulas definitivas para el movimiento de la luna". Aunque este proyecto quedó apenas iniciado, Garavito logró plantear de manera detallada y con un alto nivel de orden la expansión en términos de la relación entre el movimiento medio del Sol y la diferencia entre el movimiento de la Luna y el del Sol.

Jorge Álvarez Lleras, reconocido por asumir la dirección del observatorio astronómico, dejó un importante legado en el campo de la astronomía. Durante su mandato, se destacó por su contribución en el desarrollo del bitelescopio de reflexión, un instrumento innovador y de gran utilidad para el estudio del eje polar y la rotación terrestre.

El bitelescopio de reflexión, diseñado bajo la dirección de Álvarez Lleras, permitió realizar mediciones precisas y detalladas relacionadas con el movimiento de la Tierra. Este instrumento facilitó el estudio y la comprensión de fenómenos astronómicos fundamentales, como el desplazamiento del eje polar y la rotación terrestre.

El trabajo de Jorge Álvarez Lleras no solo se limitó al desarrollo del bitelescopio de reflexión, sino que también impulsó la divulgación científica y la educación en astronomía

en el país. Su labor como director del observatorio inspiró a nuevas generaciones de astrónomos y promovió el interés y la pasión por la exploración del universo.

Belisario Ruiz Wilches, reconocido como el director del Observatorio Astronómico, ha dejado una huella significativa en el campo de la astronomía y la geofísica. Con una sólida trayectoria, Ruiz Wilches ha desempeñado un papel clave en el Instituto Geográfico, destacando como uno de sus principales gestores. Creó una estación astronómica en los predios de la Universidad Nacional de Colombia, equipada con un telescopio Zeiss de 30 cm de diámetro y 300 cm de distancia focal, de montura ecuatorial adaptada; este instrumento comprado a Francia había pertenecido al Observatorio de Marsella.

Tras la muerte de Ruiz Wilches en 1958, el Observatorio queda a cargo del ingeniero y astrónomo Jorge Arias de Greiff, quien dirigió la institución hasta 1998, salvo en 1972, cuando fue Rector de la Universidad Nacional de Colombia, y entre 1974 y 1980, cuando asumió el profesor Eduardo Brieva Bustillo.

Desde 1998 hasta la actualidad, la dirección del Observatorio Astronómico Nacional ha estado a cargo de los profesores Benjamín Calvo, William Cepeda, Mario Armando Higuera, Juan Manuel Tejeiro, José Robel Arenas, José Gregorio Portilla y un nuevo periodo de Mario Armando Higuera quien es actualmente el director.

2.4 Astronomía Autodidacta

De acuerdo con las ideas de John Holt, autodidacta implica fomentar la imaginación y la creatividad como parte del proceso de aprendizaje. Cada individuo tiene la libertad y la responsabilidad de dirigir su propio camino de aprendizaje, eligiendo cómo explorar el mundo y reflexionar sobre sus experiencias y las de los demás. Además, pueden aprovechar herramientas tecnológicas para adquirir nuevos conocimientos y aplicarlos en contextos que les interesen.

En este sentido, la astronomía es una disciplina científica que despierta el interés de docentes de diferentes áreas del conocimiento, pero particularmente los docentes de ciencias. La constante actualización sobre los fenómenos astronómicos del pasado, presente y futuro es fundamental para la comprensión y estudio de esta disciplina. La

formación autodidacta de los docentes que enseñan astronomía en diferentes niveles educativos resulta efectiva para mejorar sus competencias en esta materia y generar un mayor interés entre los estudiantes. Esto, a su vez, estimula su imaginación y creatividad en diversas áreas del conocimiento.

En Colombia, la formación autodidacta de astrónomos y divulgadores científicos encuentra sus raíces en figuras como Francisco José de Caldas, primer director del Observatorio Astronómico Nacional. A pesar de haber alcanzado solo el título de bachiller debido a problemas de salud, Caldas desempeñó diversos roles en el campo de la justicia y el comercio. Durante sus viajes por el país, representó los territorios que visitaba mediante mapas y cartas, utilizando instrumentos rudimentarios y conocimientos autodidactas en matemáticas, física y astronomía.

Por otro lado, Julio Garavito Armero, profesor de matemáticas e ingeniero civil de la Escuela de Ingeniería en 1891, fue nombrado director del Observatorio Astronómico Nacional. Durante su gestión, publicó artículos sobre la determinación astronómica de coordenadas geográficas y contribuyó al desarrollo de fórmulas para el movimiento lunar. La formación de Garavito en la Escuela de Ingeniería incluyó una sólida base en matemáticas y geometría, lo que le permitió impartir clases de cálculo infinitesimal, mecánica racional y astronomía.

El desarrollo de la astronomía en Colombia ha surgido como una necesidad en diferentes momentos históricos y bajo diferentes gobiernos. Esta disciplina ha desempeñado un papel fundamental en la navegación y la cartografía, permitiendo determinar con precisión la posición de los navegantes y descubrir nuevos accidentes geográficos en el país. Además, ha desempeñado un papel esencial en la sincronización de actividades económicas, la planificación de viajes y el desarrollo de infraestructuras clave, como la construcción de ferrocarriles y los estudios geodésicos para medir y cartografiar el territorio colombiano (Arias de Greiff, 1987).

Sin embargo, a pesar de su importancia, la enseñanza de la astronomía no ha sido una prioridad para el Estado colombiano. Esto ha llevado a que los docentes asuman la responsabilidad de promover el desarrollo de habilidades científicas en astronomía a través de la formación autodidacta. Para lograr esto, han participado activamente en

talleres, charlas, divulgación científica en redes sociales y videoconferencias, estableciendo contactos tanto con docentes como con astrónomos a nivel nacional e internacional. Estas interacciones han permitido a los docentes ampliar sus conocimientos, compartir experiencias y acceder a recursos y herramientas que enriquecen su enseñanza de la astronomía en el aula. A través de esta formación autodidacta, los docentes buscan despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes, fomentando así un mayor aprendizaje y exploración en esta fascinante disciplina.

El esfuerzo de docentes apasionados y la colaboración de instituciones astronómicas como: Sociedad Astronómica de Colombia, Observatorio Astronómico Nacional de Colombia (OAN), Planetarios de Medellín y de Bogotá, Asociación de Astronomía de Colombia, Red de Astronomía de Colombia (RAC), y la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE), entre otras, han impulsado iniciativas para incluir la astronomía en el plan de estudios y promover el interés por esta ciencia en los estudiantes. Además, estas iniciativas han sido fundamentales para incentivar a los docentes en la enseñanza de la astronomía.

En los últimos años, Colombia ha experimentado avances significativos en la divulgación científica y la investigación astronómica. El país se ha destacado como sede de importantes eventos tanto a nivel nacional como internacional. A nivel nacional, se han llevado a cabo actividades como "Aula bajo las Estrellas", "Formación de Maestros NASE" y "UNAWE". A nivel internacional, destacan las Olimpiadas en Astronomía y el "Primer, Segundo y Tercer Encuentro Iberoamericano de Aula bajo las Estrellas. Estos encuentros han permitido que docentes socialicen sus experiencias y metodologías implementadas con estudiantes en temas astronómicos, especialmente en los niveles de preescolar y básica primaria.

Durante la pandemia del COVID-19 diversas actividades astronómicas se adaptan a entornos virtuales brindando la oportunidad de llegar a un público más amplio y diverso, superando barreras geográficas permitiendo la participación de estudiantes y docentes de diferentes regiones del país, estas iniciativas mantienen el vínculo con la astronomía, generan espacios de intercambio y participación en las comunidades educativas.

2.5 Currículo en la enseñanza de la astronomía

Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), se define como el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de identidad cultural nacional y regional.

A lo largo de la historia, la consolidación del currículo en los procesos educativos fue un proceso lento e inconstante. Si remontamos a la educación colonial, se enfocaba en mantener la fidelidad de los pueblos a la corona española, priorizando la enseñanza de temas religiosos, morales y la propagación de buenas costumbres. El plan de estudios de la escuela primaria se centraba en rudimentos de lectura, escritura y aritmética. En la educación secundaria, la formación se enfatizaba en la creación de buenos ciudadanos honestos y trabajadores, para lo cual el currículo incluía lectura, escritura, aritmética, gramática, religión, moral, instrucción cívica y habilidades manuales, y en algunos casos, contabilidad. A partir de 1816, algunos colegios ampliaron el currículo con contenidos más científicos y modernos, como el estudio de otras lenguas como el latín, francés e inglés, gracias a la visita de sacerdotes, misioneros y hermanos cristianos de origen francés, italiano e inglés (Bazante, 2016).

En 1903, se introdujo una reforma seria y estructural en nuestro sistema escolar y universitario, dividiendo la enseñanza oficial en primaria, secundaria, industrial, profesional y artística. Surgieron el bachillerato clásico, con formación humanística, y el bachillerato en ciencias, orientado hacia la formación técnica. El currículo se basaba en la enseñanza moral y religiosa, la educación industrial, los estudios clásicos y las prácticas para la instrucción profesional. El Ministerio de Instrucción Pública dispuso que al bachillerato en ciencias se agregaran asignaturas como historia universal, historia natural, contabilidad, geografía universal e historia patria. Además, los diplomas, en ambas modalidades, habilitaban para continuar estudios en facultades de derecho y ciencias políticas, filosofía y letras, medicina, ciencias naturales, ingeniería y matemáticas.

En décadas posteriores se realizaron reformas y ajustes para mejorar la enseñanza de las ciencias en el país, sin embargo, mejorar la cobertura y recursos era prioridad. La Reforma de 1968 (Ley General de Educación) estableció la educación básica y media como obligatoria y gratuita, abarcando nueve años de estudio. La enseñanza de ciencias

naturales se fortaleció en el currículo y se incluyeron contenidos más actualizados en biología, física y química.

Según Ramírez, Téllez (2006), “el diagnóstico del sector educativo que hace el gobierno del presidente Turbay (1978- 1982) cambia el enfoque hacia un mayor énfasis en las necesidades del sector en términos de calidad y no sólo de disponibilidad de recursos” la ley 115 de 1994 estableció la necesidad de actualizar los contenidos curriculares para asegurar que reflejarán los avances científicos y tecnológicos más recientes. Se buscó que los temas de ciencias naturales estuvieran relacionados con la realidad y el contexto local de los estudiantes.

Actualmente, las políticas educativas en Colombia están dirigidas por el Ministerio de Educación Nacional, el cual ha establecido estándares básicos de competencias (República de Colombia, 2006). Estos estándares se fundamentaron en los Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental formulados en 1996, los cuales abordan procesos de pensamiento y acción fundamentales, que se enfocan en tres aspectos clave:

- Cuestionamiento, formulación de hipótesis y explicitación de teorías.
- Acciones que el estudiante realiza para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente.
- Reflexión, análisis y síntesis, permitiendo al estudiante comprender completamente la utilidad de lo aprendido.

Estos estándares buscan desarrollar un conocimiento científico básico a partir de relaciones biológicas, físicas y químicas, las cuales son abordadas desde la educación primaria. Asimismo, se consideran como pilares fundamentales para la educación en el país, junto con los derechos básicos de aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016). La estructuración de estos estándares tiene como objetivo proporcionar una educación de calidad, equitativa y orientada hacia el desarrollo integral de los estudiantes, brindándoles las herramientas necesarias para su participación en la sociedad.

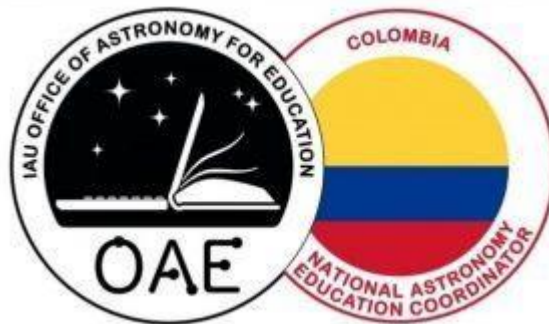
2.6 Oficina de Astronomía para la Educación

La Oficina de Astronomía para la Educación (OAE), con sede principal en Haus der Astronomie en Heidelberg, Alemania, se establece a partir de 2019 en cabeza de la Unión Astronómica Internacional (IAU), con el fin de brindar apoyo a la educación en astronomía en las escuelas primarias y secundarias de todos los países, fomentando la aplicación de la astronomía como ente interdisciplinar en la enseñanza de las diferentes áreas del conocimiento.

Por lo anterior, la OAE se ha planteado como objetivos apoyar a los astrónomos, educadores de astronomía de todo el mundo que necesitan adquirir habilidades para comunicar la astronomía en la escuela, disponer recursos excelentes y efectivos para la enseñanza de temas astronómicos a nivel internacional, bajo licencias abiertas, promover la astronomía en los planes de estudio, y crear y mantener una red asociados en apoyo a la misión de la OAE.

Figura 2-2

Logo Oficina de Astronomía para la Educación



Nota: Tomado de <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/oaecolombia/>

Para hacer frente a este desafío, la OAE está construyendo una red de Coordinadores Nacionales de Educación en Astronomía (NAEC), que comprende astrónomos y educadores con experiencia en la enseñanza primaria y secundaria a nivel mundial. Los NAEC son voluntarios que actuarán como interfaz entre la OAE y las comunidades locales de educación astronómica en sus respectivos países. Además de los NAEC, la OAE también está estableciendo Nodos y Centros en varios países. Estos Nodos y Centros

comprometieron personal y fondos dedicados para abordar objetivos específicos de la OAE.

El equipo coordinador de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (NAEC), está encabezado por el doctor Santiago Vargas Domínguez, profesor asociado y coordinador de investigación del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia, Ángela Patricia Pérez Henao, coordinadora del Planetario de Medellín, Karina Sepúlveda, divulgadora del Planetario de Bogotá, Edilberto Suárez Torres, profesor de la Facultad de Ingeniería y coordinador del Observatorio Astronómico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Freddy Moreno, profesor de ciencias en el Gimnasio Campestre y director del Observatorio Julio Garavito; María Cristina Zárate Rodríguez, profesora Física INEM de Kenedy; Daniel Alejandro Valderrama, docente de Física en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y Cristian Góez Theran, coordinador de las Olimpiadas Colombianas de Astronomía. El equipo NAEC ha desarrollado desde su creación en el año 2020, diferentes actividades para conformar la red de maestros que promueven la astronomía en centros educativos en los diferentes niveles de escolarización, y a su vez apoyar actividades, eventos, concursos en temas astronómicos y su enseñanza. De igual manera, dentro de sus objetivos se establece: documentar y analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la educación de astronomía en el país, diseñar e implementar material educativo contextualizado de alta calidad y de fácil acceso para la población escolar desde preescolar hasta media vocacional, en función de los presupuestos nacionales o internacionales existentes, determinar estrategias en los contextos colombianos para la posible inclusión de la astronomía en los planes de estudio, además, de fortalecer los programas de formación complementaria para maestros que están certificados a través de la IAU y de instituciones legalmente constituidas. Network Astronomy for School Education (Network Astronomy for School Education, NASE; Galileo Teacher Training Program GTTP; Aula bajo las estrellas; Office for Astronomy Development OAD TF2, PFPD).

Figura 2-3

Página oficial de la OAE



Nota: <https://accefyn.com/microsites/nodos/astroco/oaecolombia/>

2.7 Minería de datos educativos

“La minería de datos educativos (EDM) aplica métodos y técnicas de aprendizaje automático, estadísticas, minería de datos (DM), psicopedagogía, recuperación de información, psicología cognitiva y sistemas de recomendación a varios conjuntos de datos educativos para resolver problemas en contextos educativos. Ceniza, Maizatul, Tutut (2017).

Uno de los algoritmos de preprocesamiento de Minería de Datos Educativos se conoce como Clustering es un enfoque no supervisado para analizar datos en estadísticas, aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, minería de datos y bioinformática se refiere a juntar objetos similares para formar un grupo o grupos cada grupo contiene objetos que son similares entre sí pero diferentes a los objetos de otros grupos.

En la minería de datos educativos, se utilizan varios métodos de agrupamiento para analizar y descubrir patrones en los datos. Algunos de los métodos de agrupamiento **comúnmente utilizados en este campo incluyen:**

K-means: Es uno de los métodos de agrupamiento más populares divide los datos en k grupos o clústeres, donde k se especifica previamente, cada clúster está representado por su centroide, que es el promedio de todos los puntos asignados a ese clúster. Los datos se asignan a los clústeres en función de la distancia euclidiana entre los puntos y los centroides.

K-medoids: Es similar al algoritmo k-means, pero en lugar de utilizar el promedio de los puntos asignados a un clúster como el centroide, utiliza uno de los puntos reales del clúster como el medoide, esto lo hace más robusto para manejar datos atípicos o valores anómalos.

K-modos: Es una variante del algoritmo k-means diseñada específicamente para datos categóricos o nominales en lugar de datos numéricos. En lugar de la distancia euclidiana, utiliza una medida de distancia apropiada para datos categóricos, como la distancia de Hamming o la distancia de coincidencia simple.

DBSCAN: Es un algoritmo de agrupamiento basado en la densidad que busca áreas densas de puntos en el espacio de datos, los clústeres se forman al agrupar puntos que están cerca unos de otros y tienen suficientes puntos vecinos dentro de una determinada distancia.

Clustering jerárquico: Es un enfoque que construye una jerarquía de clústeres. Puede ser aglomerativo, donde los puntos se agrupan sucesivamente en clústeres más grandes, o divisivo, donde todos los puntos comienzan en un solo clúster y se dividen en clúster más pequeños. Se pueden visualizar utilizando dendrogramas.

De este capítulo, se concluye que la enseñanza de la astronomía en Colombia ha experimentado un recorrido histórico rico en saberes y conocimientos que se han transmitido a través de diferentes culturas precolombinas que observaban la bóveda celeste para guiar sus actividades cotidianas hasta los avances en la astronomía autodidacta que han contribuido al desarrollo de esta ciencia en el país.

En el siglo XIX y XX, figuras como Francisco José de Caldas, Julio Garavito Armero y Jorge Álvarez Lleras jugaron un papel clave en el avance de la astronomía en Colombia. Estos científicos autodidactas contribuyeron con investigaciones y desarrollos tecnológicos que sentaron las bases para la observación astronómica en el país.

En el contexto actual, la formación autodidacta ha desempeñado un papel fundamental para promover la enseñanza de la astronomía en las aulas, ya que el Estado no ha priorizado el desarrollo de esta disciplina. Sin embargo, astrónomos, docentes y entidades como la Oficina de Astronomía para la Educación (OAE) han liderado esfuerzos para difundir el conocimiento astronómico y fomentar el interés por la astronomía en estudiantes de todas las edades.

La astronomía sigue siendo una disciplina apasionante y en constante desarrollo en Colombia. Los esfuerzos de docentes, astrónomos y divulgadores científicos, así como el uso de tecnologías y recursos educativos, han permitido que esta ciencia llegue a más personas y despierte el interés de los estudiantes en el universo. Con iniciativas que han trascendido las barreras geográficas y las limitaciones de la pandemia, la astronomía ha encontrado espacios de divulgación y aprendizaje en el ámbito virtual, acercando esta fascinante ciencia a diferentes comunidades educativas en todo el país.

En definitiva, la enseñanza de la astronomía en Colombia ha experimentado avances significativos a lo largo del tiempo, y continúa evolucionando gracias al compromiso y la pasión de los docentes, quienes trabajan en promover el conocimiento y la exploración del cosmos.

3. Capítulo 3: Análisis descriptivo de la Astronomía en la escuela

3.1 Estado actual de la astronomía en la escuela

El presente capítulo describe de manera sintética las características encontradas en la encuesta realizada en el año 2020 por la Oficina de Astronomía para la Educación, denominada [astronomía en la escuela](#)¹ a 250 docentes de educación básica primaria y media vocacional. Dicho instrumento constaba de 25 preguntas distribuidas como muestra la *Tabla 3.1*

Tabla 3-1

Caracterización de preguntas Astronomía en la Escuela

Sección de preguntas	Cantidad
Información geográfica y demográfica de los encuestados	9
Información pertinente a la institución educativa	5
Información asociada a la enseñanza de la astronomía	11

Nota. Elaboración propia.

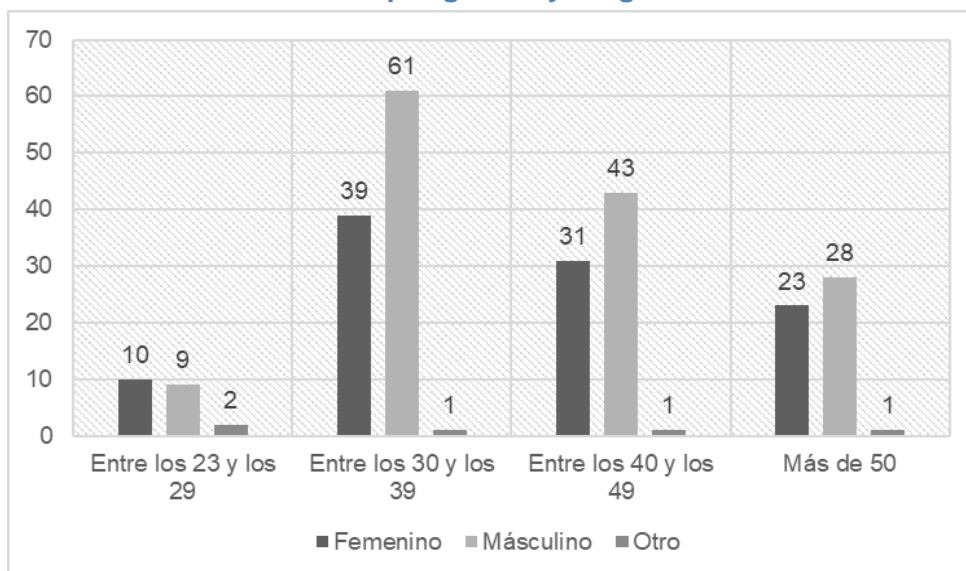
¹ La encuesta astronomía en la escuela consideraba preguntas como nombre, dirección de correo electrónico, número telefónico, entre otras, preguntas que por su naturaleza no se le realiza el respectivo análisis estadístico.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSelf9jxsjOUwENUdorFVanwKJv6yaNKMfFTLgDmWbufSM_02w/viewform

De los 250 docentes encuestados el 41.36% son docentes cuyo género es femenino, el 56.63% masculino y el 2 % se clasifican con otro. El 8.43% se encuentran en un rango de edad entre 23 y 29 años, el 40.56% entre 30 y 39 años, el 30.12% entre 41 y 49 años, y más de 50 años un total de 20.88%. Dentro de esta distribución se identifica que el porcentaje más alto de los docentes encuestados son hombres con un rango de edad 30 y 39 años. La figura 3-2 muestra los docentes encuestados con respecto a su frecuencia absoluta.

Figura 3-1

Distribución de los encuestados por género y rango de edad

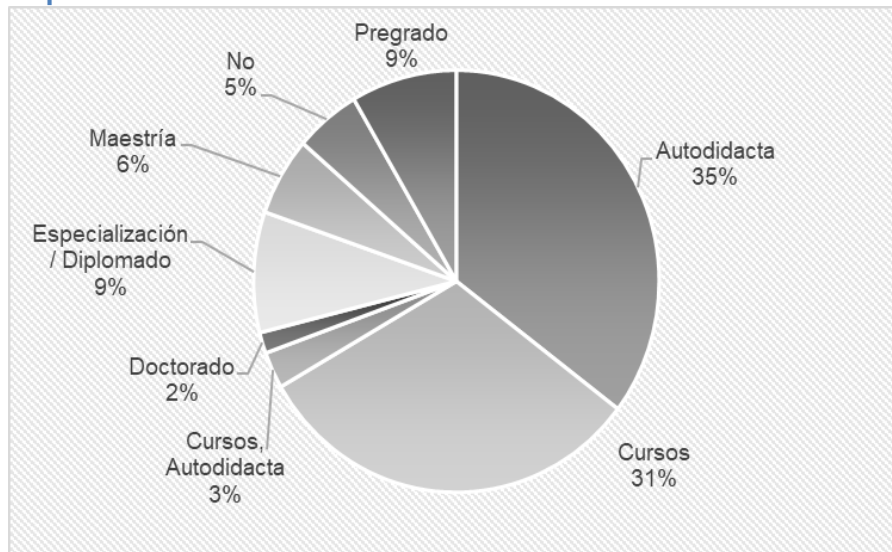


Nota. Frecuencia absoluta entre el género y rango de edad. Elaboración propia.

Con respecto a la formación académica de los docentes encuestados se identifica que 31% de los académicos que hace referencia a 78 docentes se han capacitado en astronomía por medio de cursos, el 35% son autodidactas es decir son docentes que fortalecieron conceptos de la astronomía por medio del autoaprendizaje, el 9% son especialistas, el 6% tienen maestría y el 5% no se ha capacitado en temas asociados a la astronomía.

Figura 3-2

Capacitación en astronomía

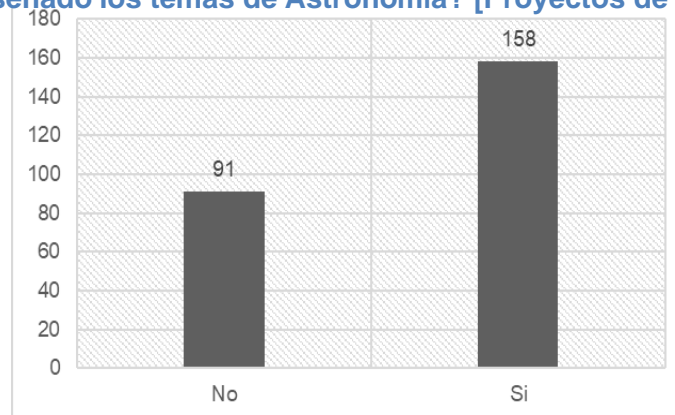


Nota. Elaboración propia.

Con respecto a cómo los docentes han orientado temas relacionados con la astronomía las *figuras 3-4, 3-5, 3-6 y 3-7* describen la información pertinente, con respecto a metodologías a proyectos de aulas, monografías, grupos de estudio y conferencias, charlas y observaciones.

Figura 3-3

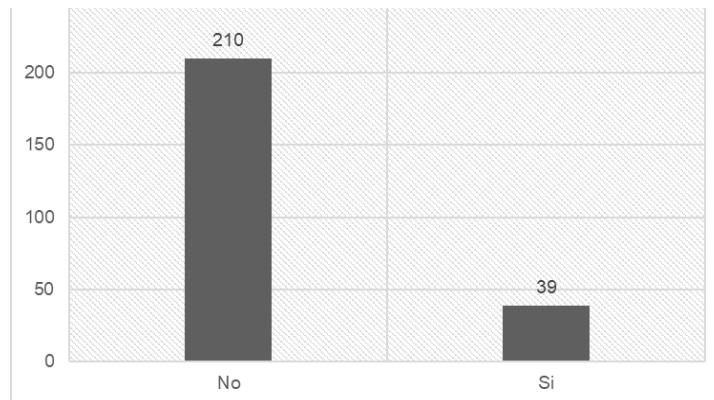
¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Proyectos de Aula]



Nota. Elaboración propia

Figura 3-4

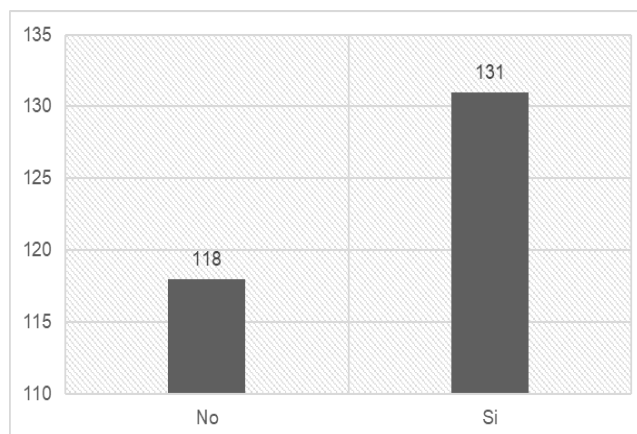
Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Monografía]



Nota. Elaboración propia.

Figura 3-5

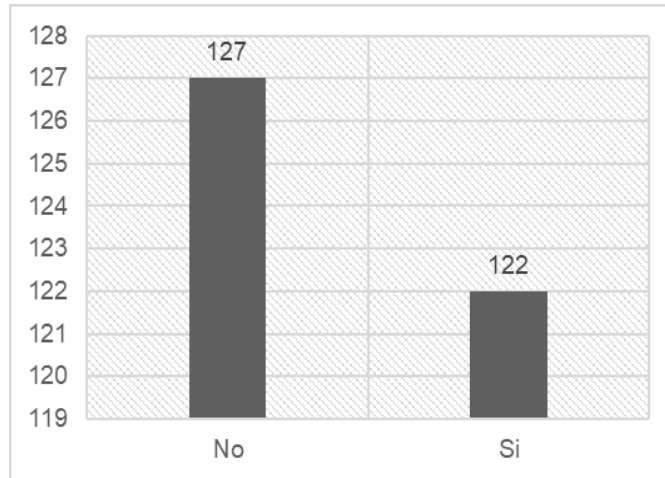
Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Extracurricular como grupo o club de estudio]



Nota. Elaboración propia.

Figura 3-6

Cuenta de ¿Cómo has enseñado los temas de Astronomía? [Eventos masivos de divulgación (conferencias, charlas, observaciones)]



Elaboración propia

De las anteriores gráficas se identifica que las metodologías más aplicadas por los docentes son los proyectos de aula y espacios extracurriculares como club de estudio, de igual manera, las metodologías menos usadas son las monografías y las conferencias o charlas.

Por otro lado, el 8.84% de las instituciones privadas contiene en su currículo un espacio académico para la enseñanza de la astronomía en el caso de las instituciones públicas tan solo 4.42% que hace referencia a 11 instituciones educativas consideran en su PEI² el estudio del universo, las teorías cosmológicas y el estudio de los diversos cuerpos celestes. Por último, los docentes que trabajan a la vez en instituciones públicas y privadas son 6 que equivale al 2.41% de las cuales 4 instituciones no consideran en currículo la enseñanza de la astronomía.

² Proyecto Educativo Institucional

Tabla 3-2

Tabla de contingencia tipo de institución y currículo en astronomía.

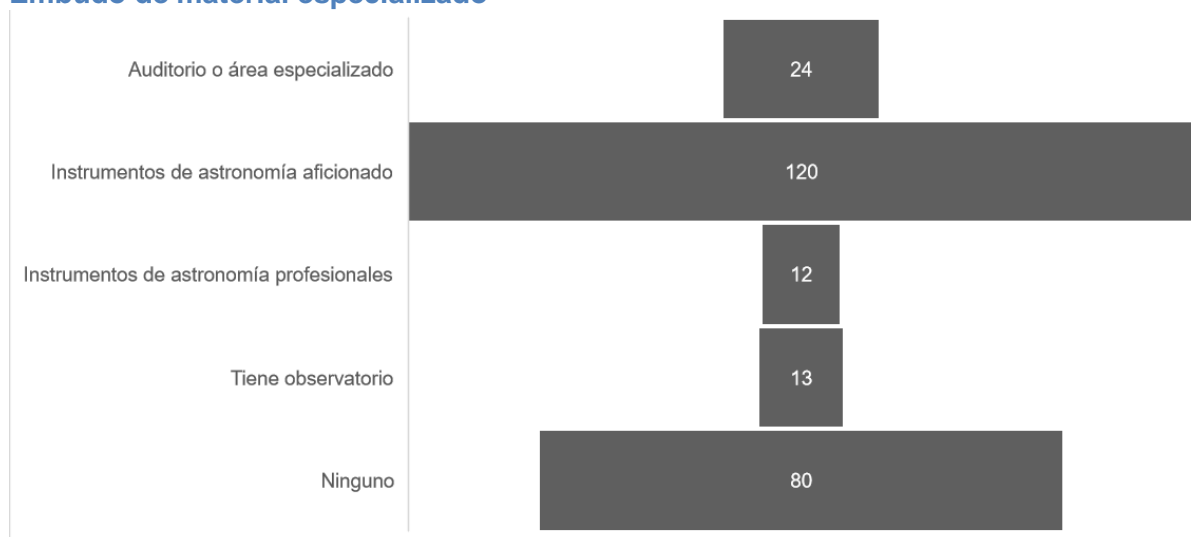
Tipo de institución	Currículo en astronomía		
	No	Si	Total
Privada	24.90%	8.84%	33.73%
Pública u oficial	59.44%	4.42%	63.86%
Pública u oficial, Privada	1.61%	0.80%	2.41%
Total	85.94%	14.06%	100%

Elaboración propia

Con respecto a los instrumentos de astronomía o material que cuenta las instituciones educativas para mediar la enseñanza de la astronomía en los diferentes niveles académicos, se evidencia que 24 instituciones cuentan con un área especializada, 120 con instrumentos de aficionado, 12 con instrumento profesionales, 13 con observatorios y 80 instituciones con ninguno de los anteriores.

Figura 3-7

Embudo de material especializado



Nota. Elaboración Propia

De acuerdo con el análisis realizado a la encuesta ***astronomía en la escuela*** realizada por la Oficina de Astronomía para la Educación en el año 2020, se concluye que:

- La mayoría de los encuestados fueron docentes entre 30 y 39 años, cuya actualización académica y pedagogía en astronomía se da por medio de cursos y autoaprendizaje resaltando algunos masters y un doctor.
- La metodología más usada para la enseñanza de esta ciencia es medida por proyecto de aulas y actividades extracurriculares, la mayoría de las instituciones no cuentan con un currículo formalizado en la enseñanza y aprendizaje de la astronomía, por último.
- Los docentes que enseñan esta disciplina lo realizan por medio de instrumentos para aficionados como telescopios y binoculares.

4. Capítulo 4: Clustering para el análisis de la conexión de la astronomía y el plan de estudios de Ciencias Naturales

El presente capítulo describe el diseño y aplicación de una nueva encuesta con el fin de caracterizar las iniciativas, los procesos y las actividades de los docentes inscritos en la oficina de la Astronomía para la Educación en la enseñanza de la astronomía en los diferentes niveles educativos.

4.1 Diseño de encuesta conexión entre la astronomía y el plan de estudios

Para el diseño y aplicación de la encuesta denominada **Conexión entre la Astronomía y Plan de Estudio** se consideraron 6 elementos claves para la ejecución de esta: 1) Medio para recopilación de datos, 2) Esfuerzo para responder, 3) Redacción de las preguntas, 4) validación de la encuesta, 5) aplicación y 6) presentación y análisis de resultados.

4.1.1 Medio para recopilación de datos

Para seleccionar la información se toma el grupo focal de los docentes que hacen parte de la base de datos de la OAE. Se realiza la [encuesta online](#) por medio Google forms la cual es una herramienta gratuita en línea que permite crear y enviar encuestas para recopilar información, además, presenta la facilidad de crear varios tipos de preguntas, preguntas de opción múltiple, casillas de verificación, listas desplegables, respuestas cortas, entre otras. Esta herramienta se integra con Google Drive y Hojas de Cálculo.

4.1.2 Redacción de las preguntas

La encuesta es todo un esquema metodológico, en el cual la planeación, recolección de datos, análisis y generación de un reporte, se generan a partir de identificar las necesidades de información, delimitar la población, establecer un objetivo claro, determinar las variables y el alcance de estudio.

Para el diseño y estructura de las preguntas de la encuesta, se inicia con la sección 1 características sociodemográficas de los docentes, sección 2 formación docente, sección 3, procesos de enseñanza aprendizaje de la astronomía, sección 4, plan de estudios. Las preguntas se socializaron y se aplicó una prueba piloto con los Coordinadores Nacionales de Educación en Astronomía (NAEC).

Tabla 4-1

Cantidad de preguntas por secciones

Sección de preguntas	Cantidad
Características sociodemográficas	8
Formación docente	7
Procesos de enseñanza aprendizaje en astronomía	28
Plan de estudios	23

Elaboración propia

4.1.3 Validación de la encuesta

La confiabilidad del instrumento se dio por medio del Alpha de Cronbach el cual es un índice que varía entre 0 y 1. Valores muy cercanos a 1 nos indica mayor consistencia. Dicho se halla como muestra la ecuación.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{\sum V_t} \right]$$

Donde k es igual al número de ítems o preguntas, V_i es la varianza de cada ítem la cual se obtiene codificando en números discretos, el valor de respuesta de cada pregunta entre 1 a 4 el valor de V_t la varianza del total la cual es igual a la varianza de suma de la respuesta de cada registro. Existen varios softwares o lenguajes de programación estadísticos que realizan este tipo de cálculo de manera automática como los es SPSS, R o Python. Sin embargo, para la validación del instrumento construido para este trabajo se realiza por medio de Excel. La *tabla 2-1* muestra el proceso para encontrar el Alpha de Cronbach.

Es importante señalar que el alfa de Cronbach asume que todos los ítems del instrumento miden el mismo constructo o concepto, y que todos son igualmente importantes. Por lo tanto, no es apropiado utilizar el alfa de Cronbach para evaluar la confiabilidad de instrumentos con múltiples subescalas o dimensiones, o para comparar instrumentos con diferentes números o tipos de ítems.

Tabla 4-2

Cálculo de varianza de las preguntas

	Item 1	Item 2	Item 3	...	Item 29	Item 30	Item 31	Suma
E1	2	2	1	...	1	1	1	39
E2	3	3	3	...	1	1	3	74
E3	1	2	1	...	3	3	3	51
...
E94	4	4	3	...	1	1	1	76
E95	4	4	4	...	4	4	4	89
E96	3	3	2	...	1	2	2	76
Varianza (V_i)	0.7350	0.6962	1.0747	...	1.1419	0.8430	0.9412	

Aplicando la expresión matemática que permite determinar el coeficiente de Cronbach.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{\sum V_t} \right] = \frac{31}{1-31} \left[1 - \frac{29.23}{266.97} \right] = 0.920191$$

Partiendo del hecho que $\alpha = 0.920191$ El análisis de la consistencia se considera alto, lo que implica que la encuesta realizada tiene un alto nivel de confiabilidad.

4.1.4 Clustering Komodo

La encuesta en escala de Likert, que también se conoce como escala de categorías, escala de juicio absoluto, escala cerrada, escala de valoración resumida o escala de múltiple elección. Estos términos se refieren a un método de escalamiento en el cual los participantes asignan los estímulos a categorías o cuantificadores lingüísticos específicos, como frecuencia (siempre, a veces, nunca) o cantidad (todo, algo, nada) (Cañadas y Sánchez, 1998).

Para el análisis de los datos recopilados mediante la encuesta, donde las respuestas se encuentran en una escala de categorías, se emplea una técnica llamada agrupamiento, la cual es utilizada en la minería de datos. Según GS y Tom (2019), los métodos de agrupamiento dividen un conjunto de objetos en grupos, de modo que los objetos en el mismo grupo son más similares entre sí que los objetos en diferentes grupos, basándose en criterios definidos previamente. Esta técnica permite categorizar los datos en función de sus similitudes, facilitando así la identificación de patrones y estructuras en los datos categóricos de la encuesta.

La agrupación en clúster es una forma de aprendizaje no supervisado que significa que no se sabrá de antemano cómo se deben agrupar los datos de los objetos (tipos similares). Los algoritmos utilizados para el agrupamiento son el algoritmo k-means, el algoritmo k-medoid, el algoritmo kvecino más cercano, el algoritmo k-mode, etc. El algoritmo K-Mode es un algoritmo eminente que es una extensión del algoritmo K-Means para agrupar conjuntos de datos con atributos categóricos y es famoso por su simplicidad y velocidad.

Se usa la medida de 'Disimilitud de coincidencia simple' en lugar de la distancia euclidiana y el 'Modo' de grupos se usa en lugar de 'Medios' Goyal y Aggarwal, 2017.

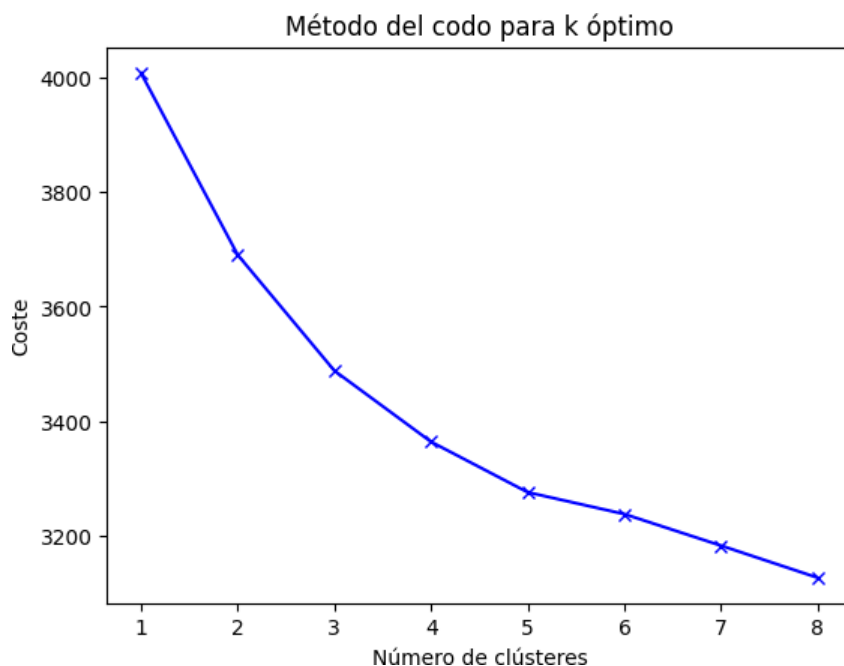
La finalidad de un algoritmo de agrupamiento es dividir un conjunto de datos de atributos múltiples en grupos homogéneos (clúster) de modo que los objetos de datos en clúster sean más similares entre sí basado en alguna medida de similitud. Ahmad, 2013.

Para el procesamiento de los datos se utilizó Jupyter Notebook, el cual es un entorno de interfaz interactiva diseñado para trabajar con un lenguaje de programación Python, el cual es ampliamente utilizado en la aplicación de técnicas de agrupamiento debido a su versatilidad, eficiencia y disponibilidad de librerías especializadas. Las librerías de Python, como scikit-learn y kmodes, proporcionan implementaciones eficientes y fáciles de usar de diversos algoritmos de agrupamiento, incluyendo el k-modes.

Para determinar de forma óptima el número de clúster, se emplea el método del codo el cual es una representación gráfica que permite identificar o calcular los agrupamientos como se ilustra en la figura 4-1.

Figura 4-1

Método del codo



Se calcula el costo o la inercia del modelo para cada valor de k , la inercia es una medida de cuánto se dispersan los puntos dentro de cada clúster. En el caso del algoritmo k -modos, se puede utilizar la suma de las distancias de coincidencia simples entre los objetos y sus centroides de clúster.

Se grafica la curva de la inercia en función del número de clústeres (k), en el eje x se representa el número de clústeres y en el eje y se representa la inercia, se busca el "codo" en el gráfico, que es el punto en el que la disminución de la inercia se desacelera significativamente. Este punto representa el número óptimo de clústeres. Sin embargo, hay un punto de inflexión en la curva de la inercia en función de k . En algún momento, agregar más clústeres no conducirá a una disminución significativa en la inercia, lo que indica que los objetos ya están agrupados de manera óptima y que agregar más clústeres puede generar divisiones innecesarias o redundantes.

4.2 Resultados

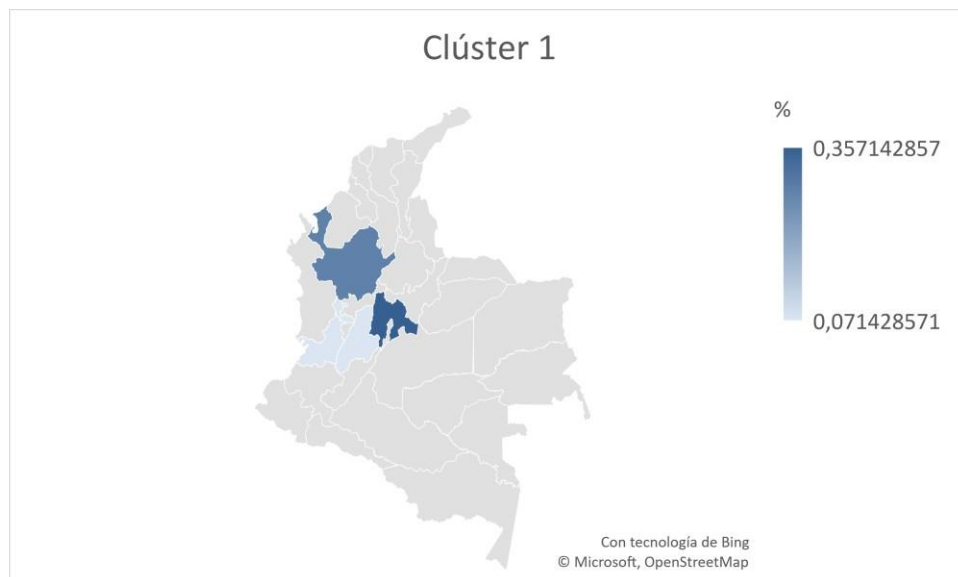
Los resultados presentados muestran la distribución de los docentes encuestados en diferentes clústeres. Cada clúster representa un grupo con características similares en relación con la enseñanza de la astronomía y su conexión con el currículo y otras variables relevantes. A continuación, se describe cada clúster:

En el primer clúster

Este clúster está compuesto mayoritariamente por docentes hombres con niveles de formación variados, donde destacan los maestros y licenciados. Trabajan principalmente en instituciones educativas públicas y urbanas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Antioquia, y su área de enseñanza más común es Matemáticas. Estos docentes muestran un alto nivel de capacitación en astronomía y utilizan proyectos transversales y de corta duración en sus prácticas docentes. Aunque utilizan ocasionalmente programas de astronomía en el aula, la mayoría de ellos no cuentan con la astronomía como asignatura del currículo. Relacionan la astronomía principalmente con conceptos matemáticos y de geometría.

Figura 4-2

Distribución geográfica de docentes [clústers 1]



Elaboración propia

A continuación, se detallan algunas de las características más relevantes encontradas en el clúster 1:

Conformado por docentes de los departamentos de Antioquía 28.57%, Cundinamarca 35.71%, Risaralda 7.14%, Santander 14,29% Tolima 7.14% y Valle de Cauca 7.14%, predomina el género masculino con (78.57%) el género femenino con 21.43% y pertenecen al sector educativo público (85.71%). La mayoría de los docentes se desempeña en el nivel de educación básica secundaria (28.57%) y tienen un nivel de formación variado, con especialistas (21.43%), licenciados (28.57%) y nivel de maestría (35.71%) siendo los más comunes.

En cuanto a la enseñanza de la astronomía, se observa que (21.43%) de los docentes enseñan en matemáticas y astronomía, (7.14%) física, mientras que algunos también enseñan en áreas como ciencias sociales, biología y química. En términos de competencias científicas, se destaca el desarrollo de habilidades como explorar hechos y

fenómenos (35.71%), analizar problemas (28.57%) y observar, recoger y organizar información relevante (57.14%), pero (28.57%) no comparte o divulga los resultados.

Con relación a la formación y capacitación de los docentes, se observa que participan en talleres, charlas y conferencias de astronomía con una frecuencia alta (57.14%), y tienen habilidades comunicativas en lenguaje científico sencillo en un nivel alto (35.71%). Además, se capacitan a través de la participación en semilleros de ciencias del espacio o red de maestros (42.86%) y en formación continuada (28.57%).

En cuanto a la implementación de proyectos y actividades relacionadas con la astronomía, se evidencia que la mayoría de los docentes realizan proyectos transversales (64.29%) y proyectos de corta duración (64.29%). Sin embargo, la participación en olimpiadas o concursos de conocimiento en astronomía es baja (7.14%).

En cuanto a los recursos y herramientas utilizados en el aula, se destaca el uso de instrumentos de astronomía aficionado como binoculares y telescopios (78.57%) y el (100%) de las instituciones no cuenta con espacios especializados. El uso de programas y aplicaciones en astronomía varía, siendo Stellarium (50%) el más utilizado y Google Sky (71.43%) el menos utilizado.

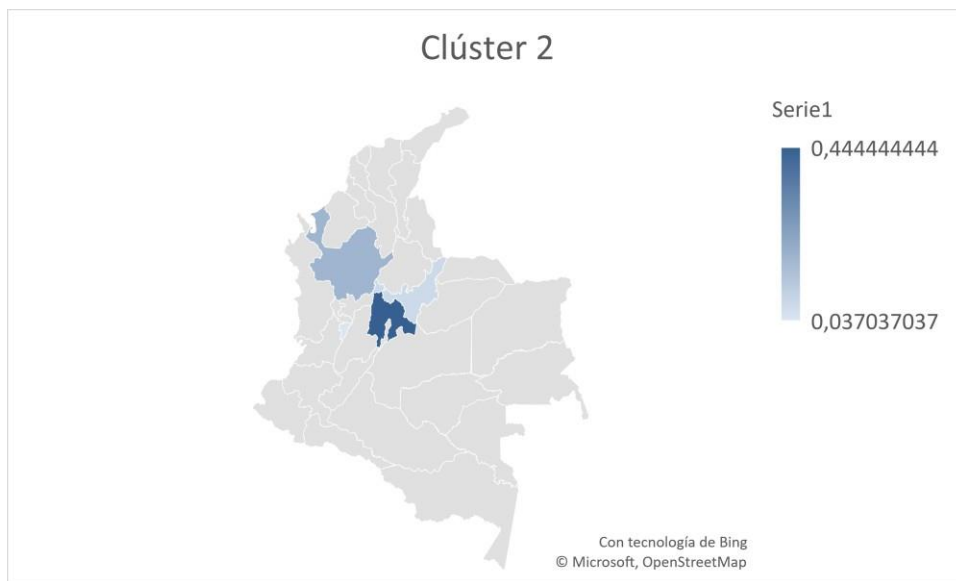
En términos de visitas a centros de ciencias, los docentes tienden a visitar planetarios (57.14%) y observatorios (64.29%) ocasionalmente. En cuanto a la inclusión de estudiantes con discapacidad, se observa que la utilización de la astronomía como medio para desarrollar competencias científicas es baja en estudiantes con discapacidad visual, auditiva y cognitiva.

Finalmente, en la institución en la que actualmente trabajan, la astronomía no es una asignatura del currículo en la mayoría de los casos (85.71%). Los contenidos que se enseñan con mayor frecuencia están relacionados con el sol, la tierra, la luna, los ciclos cósmicos y las estaciones, mareas, eclipses y fases lunares.

Segundo clúster

Figura 4-3

Distribución geográfica de docentes [clúster 2]



Elaboración propia

El clúster 2 está conformado principalmente por docentes masculinos del sector público que se desempeñan en niveles de educación básica secundaria y educación media. Estos docentes tienen una formación a nivel de maestría y muestran un alto compromiso en la implementación de proyectos y actividades relacionadas con la astronomía en su práctica docente. También valoran la inclusión educativa y utilizan la astronomía como una herramienta para desarrollar competencias científicas en estudiantes con discapacidades visuales, auditivas y cognitivas. Además, relacionan la astronomía con diversas áreas del conocimiento, especialmente física y matemáticas.

A continuación, se presentan las características y sus proporciones en el clúster:

El 62.96% de los docentes encuestados son hombres, mientras que el 29.63% son mujeres y el 7.41% pertenecen a otro género.

La distribución por departamento de los docentes encuestados es: Antioquia (18.52%), Atlántico (14.81%), Boyacá (7.41%), Cundinamarca (44.44%), y Santander (7.41%).

El 77.78% de los docentes trabaja en instituciones educativas del sector público, mientras que el 18.52% trabaja en el sector privado.

Tipo de institución educativa: El 92.59% de los docentes trabaja en instituciones educativas ubicadas en áreas urbanas, y el 7.41% trabaja en áreas rurales.

Nivel de enseñanza: Los docentes encuestados se desempeñan en diferentes niveles de enseñanza, como la básica primaria (11.11%), básica secundaria (22.22%), y educación media (66.67%).

EL (7.40%) enseña astronomía como un área específica. Algunos también enseñan física (18.52%) y matemáticas (11.11%).

Nivel de formación: Los docentes encuestados tienen diferentes niveles de formación, siendo el nivel de maestría el más común (59.26%), seguido de licenciatura (14.81%) y especialización (11.11%).

Capacitación: Los docentes mencionan diferentes formas de capacitación, como participación en talleres, charlas y conferencias de astronomía, siendo el nivel alto (70.37%) el más frecuente. También se destacan la participación en semilleros de ciencias del espacio o red de maestros (62.96%) y la formación continuada (44.44%).

Implementación de proyectos o actividades en astronomía: Los docentes informan sobre la implementación de diferentes tipos de proyectos o actividades en astronomía, como proyectos transversales (59.26%), proyectos de corta duración (55.56%), y proyectos de investigación (66.67%). También mencionan la participación en olimpiadas o concursos de conocimiento en astronomía (18.52%) y en intercolegiados de proyectos en astronomía (22.22%).

Nivel de competencias desarrolladas en los estudiantes: Los docentes mencionan diferentes niveles de competencias que desarrollan en los estudiantes al trabajar temas relacionados con astronomía, como explorar hechos y fenómenos (81.48%), analizar problemas (74.07%), observar y organizar información relevante (77.78%), utilizar diferentes métodos de análisis (66.67%), evaluar los métodos (59.26%), y compartir los resultados (51.85%).

Uso de instrumentos y programas en el aula: Los docentes utilizan diferentes instrumentos y programas en astronomía en el aula, como instrumentos de astronomía aficionado binoculares, telescopios (92.59%), instrumentos de astronomía profesionales (telescopios, detectores, espectrógrafos u otros instrumentos de alta tecnología) (40.74%), auditorio especializado (11.11%), observatorio (18.52%), domo planetario (25.93%), laboratorios (25.93%), sala de sistemas (85.19%), y maleta astronómica (14.81%). También utilizan programas o aplicaciones como Google Sky (25.93%), Stellarium (18.52%), Cartes du Ciel (25.93%), Celestia (7.41%), Space Engine (37.04%), Gaia Sky (22.22%), Juego Astrométrico (18.52%), Salsa j (59.26%).

Enfoque de la enseñanza de astronomía: Los docentes mencionan diversas áreas en las que relacionan la astronomía, como a través de la astronomía se orientan conceptos físicos (96.30%), matemáticos (96.30%), de geometría (96.30%), estadísticos (85.19%), relacionados con biología (92.59%), facilitando el desarrollo artístico, creativo y cultural (92.59%), y químicos (85.19%).

Visitas a centros de ciencias: Los docentes realizan visitas frecuentes a diferentes centros de ciencias, como planetarios (40.74%), observatorios (29.63%), festivales de astronomía (51.85%), y espacios de observación (37.04%).

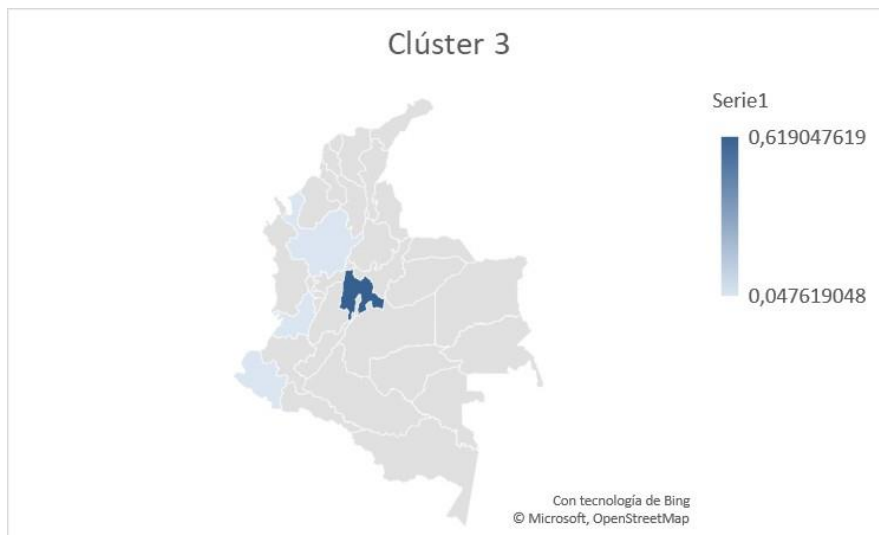
Enseñanza de contenidos astronómicos: Los docentes enseñan una variedad de contenidos astronómicos, como el Sol, la Tierra y la Luna como objetos celestes (100%), la importancia de los ciclos cósmicos que rigen nuestra vida (59.26%), estaciones, mareas, eclipses y fases lunares (96.30%), naturaleza del Sol y de las demás estrellas (96.30%), origen de la energía solar (77.78%), tecnología espacial y aplicaciones (81.48%), atmósferas planetarias y cambio global (66.67%), y el sistema solar (100%).

Tercer clúster

El clúster 3 representa a docentes principalmente masculinos, con formación a nivel de maestría y que trabajan en instituciones educativas tanto públicas como privadas. Estos docentes tienen diferentes niveles de capacitación y experiencia en astronomía, implementan proyectos y actividades en esta área, y utilizan instrumentos y programas en sus prácticas docentes. Además, relacionan la astronomía con diversas áreas del currículo y enseñan una variedad de contenidos astronómicos a sus estudiantes. También muestran interés en visitar centros de ciencias y adaptar la enseñanza de astronomía para estudiantes en situación de discapacidad.

Figura 4-4

Distribución geográfica de docentes [clúster 3]



Elaboración propia

El clúster 3 muestra las características y patrones de un grupo específico de docentes que se identifican con las siguientes características:

Género: La mayoría de los docentes en este clúster son de género masculino (66.6%), mientras que un menor porcentaje son de género femenino (28.5%).

Departamento: Los docentes en este clúster están distribuidos en el departamento de Cundinamarca (61.9%), Antioquía (4.76%), Nariño (4.76%), Atlántico (14.2%) y Valle del Cauca (4.76%)

Sector educativo: Los docentes en este clúster trabajan en instituciones tanto privadas (42.8%) como públicas (57.1%).

Ubicación de la institución educativa: La gran mayoría de las instituciones educativas en las que trabajan los docentes de este clúster se encuentran en áreas urbanas (95.2%).

Nivel educativo: Los docentes en este clúster se desempeñan en diferentes niveles educativos, principalmente en básica secundaria y educación media (24.0%), seguido por básica primaria (14.0%).

Área de enseñanza: Los docentes en este clúster enseñan principalmente las áreas de física (14.2) y química/biología (20.8%).

Nivel de formación: En cuanto al nivel de formación, la mayoría de los docentes tienen una maestría (61.9%), mientras que un menor porcentaje tienen un título de licenciatura (19.0%).

Capacitación en astronomía: En términos de capacitación en astronomía, los docentes en este clúster tienen diferentes niveles de participación. Algunos tienen una participación alta en talleres, charlas y conferencias de astronomía (19.0%), mientras que otros tienen una participación baja (57.0%). También se observa que algunos docentes tienen una habilidad comunicativa en lenguaje científico sencillo en niveles altos (28.5%),

Implementación de proyectos o actividades en astronomía: Los docentes en este clúster implementan proyectos o actividades en astronomía en diferentes niveles. Algunos tienen una implementación alta de proyectos transversales (23.8%) y proyectos de corta duración (38.0%), mientras que otras actividades como Intercolegiados de proyectos en astronomía, conversatorios, ponencias y talleres virtuales tienen una implementación baja o nula.

Nivel de competencias desarrolladas en los estudiantes: Los docentes en este clúster desarrollan competencias en los estudiantes relacionados con la exploración de hechos y fenómenos (14.0%), el análisis de problemas (20%), la observación y recopilación de

información relevante (38.0%), la utilización de diferentes métodos de análisis (14.0%), la evaluación de métodos (14.0) y la divulgación de resultados (20.0%).

Uso de instrumentos y programas en astronomía: Los docentes utilizan diferentes instrumentos en la escuela, incluyendo instrumentos de astronomía aficionado (71.0%) y profesionales (38.0). También hacen uso de diversos programas o aplicaciones en astronomía, como Google Sky (43.0%), Stellarium (14.0%).

Enfoque en áreas relacionadas con la astronomía: Los docentes en este cluster relacionan la astronomía con diferentes áreas, como conceptos físicos (95.0%), conceptos matemáticos (85.0%), conceptos de geometría (95.0%), conceptos estadísticos (81.0%), conceptos relacionados con biología (95.0%).

Visita a centros de ciencias: Los docentes en este clúster realizan visitas a diferentes centros de ciencias, como planetarios (15.0%), observatorios (14.0%) y festivales de astronomía (24.0%).

Enseñanza de contenidos astronómicos: Los docentes en este grupo enseñan una variedad de contenidos relacionados con la astronomía, incluyendo el Sol, la Tierra y la Luna como objetos celestes (95.0%), ciclos cósmicos (86.0%), estaciones, mareas, eclipses y fases lunares (90.0%), naturaleza del Sol y de las demás estrellas (95.0%), origen de la energía solar (95.0%), tecnología espacial y aplicaciones (81.0%), atmósferas planetarias y cambio global (90.0%) y el sistema solar (90.0%).

Estudiantes en situación de discapacidad: Los docentes en este clúster utilizan la astronomía como medio para motivar y desarrollar competencias científicas en estudiantes en situación de discapacidad, específicamente en discapacidad visual (14.0%), auditiva (67.0%) y cognitiva (33.0%).

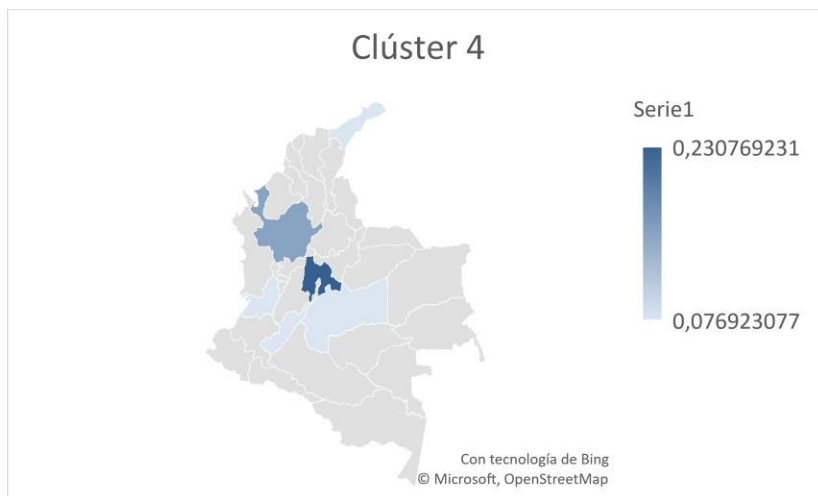
Cuarto clúster

El clúster 4 muestra un grupo de docentes en su mayoría femeninas que trabajan en instituciones educativas urbanas, pertenecen al sector público y tienen un nivel de formación que varía entre licenciatura y maestría. Aunque la capacitación en astronomía es baja, algunos docentes implementan proyectos y actividades en esta área. Además,

enseñan una amplia gama de contenidos relacionados con astronomía, pero el uso de instrumentos y programas en astronomía es limitado.

Figura 4-5

Distribución geográfica de docentes [clúster 4]



Elaboración propia

El (61.5%) de docentes son mujeres seguidas por docentes hombres con (23.1%) y otros géneros (15.4%) distribuidos en los departamentos de la siguiente manera: Antioquia (15.4%), Atlántico (15.4%), Cundinamarca (23.1%), Santander (15.4%) y Meta, Guajira, valle del Cauca y Huila con igual proporción (7.69%).

La mayoría de los docentes pertenecen al sector público (76.9%), mientras que una minoría pertenece al sector privado (23.1%).

Rural/urbano: La mayoría de las instituciones educativas en las que trabajan los docentes pertenecen al sector urbano (76.9%), mientras que una minoría pertenece al sector rural (23.1%).

Nivel de formación: La mayoría de los docentes tienen una formación a nivel de maestría (46.2%), seguidos por aquellos con formación a nivel de licenciatura (38.5%).

Capacitación en astronomía: La mayoría de los docentes tienen un nivel bajo de capacitación en astronomía, con baja participación en talleres, charlas y conferencias (53.8%) y habilidad comunicativa en lenguaje científico sencillo (38.5%).

Implementación de proyectos o actividades en astronomía: La implementación de proyectos o actividades en astronomía es baja, con proyectos transversales y de corta

duración siendo menos comunes (15.4%) y una mayor proporción de docentes que no implementan proyectos en astronomía (61.1%).

Nivel de competencias desarrolladas en los estudiantes: Los docentes informan que desarrollan competencias altas y bajas en igual medida en diferentes áreas relacionadas con la astronomía, como explorar hechos y fenómenos (30.8%), analizar problemas (30.8%), observar y recoger información relevante (30.8%), utilizar diferentes métodos de análisis (23.1%), evaluar los métodos (30.8%) y divulgar los resultados (30.8%).

Uso de instrumentos y programas en astronomía: La mayoría de los docentes no utilizan instrumentos de astronomía aficionado (0.538) ni instrumentos de astronomía profesionales. En cuanto al uso de programas o aplicaciones en astronomía, son poco frecuentes, con un uso ocasional de Google Sky (15.4%), Stellarium (23.1%) y Cartes du Ciel (92.3%), y nunca se utiliza Celestia, Space Engine, Gaia Sky, Juego Astrométrico (astrochat) y Salsa j.

Enseñanza de contenidos relacionados con astronomía: Los docentes enseñan una amplia gama de contenidos relacionados con astronomía, como el Sol, la Tierra y la Luna como objetos celestes (84.6%), la importancia de los ciclos cósmicos (23.1%), estaciones, mareas, eclipses y fases lunares (69.2%), la naturaleza del Sol y de las demás estrellas (61.5%), el origen de la energía solar (92.3%), tecnología espacial y aplicaciones (23.1%), atmósferas planetarias y cambio global (92.3) y el sistema solar (76.9%).

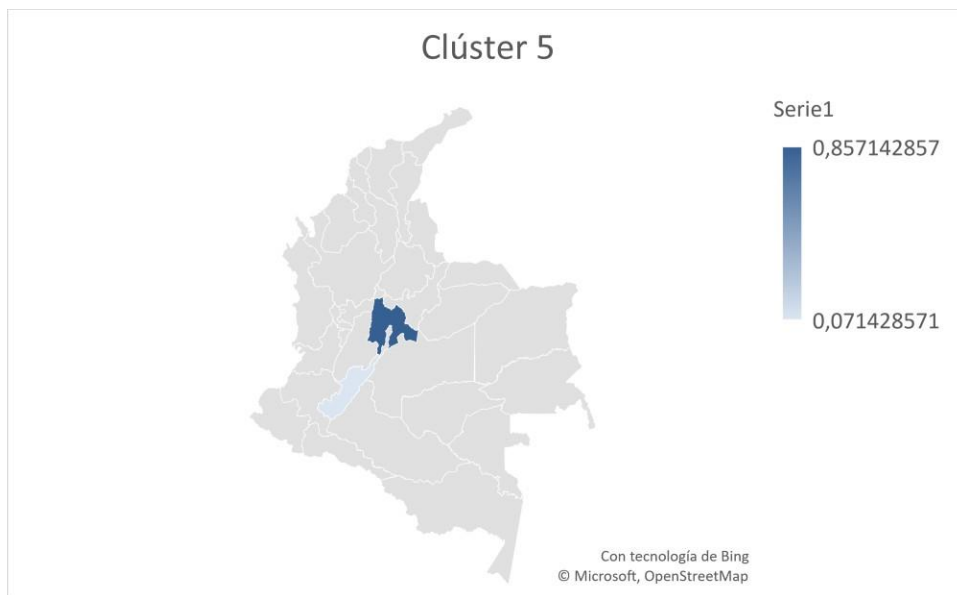
Quinto clúster

El clúster 5 muestra un grupo de docentes en su mayoría hombres, que trabajan en instituciones educativas privadas en el departamento de Cundinamarca. Tienen un alto nivel de capacitación en astronomía y una implementación significativa de proyectos y actividades en este campo. Además, relacionan la astronomía con diversas áreas del currículo y utilizan en menor medida instrumentos y programas en el aula. Realice visitas ocasionales a centros de ciencias y utilice la astronomía para motivar y desarrollar competencias en estudiantes con discapacidad. Enseñan una variedad de contenidos relacionados con astronomía, con un enfoque especial en el sistema solar y el Sol.

se identifican con las siguientes características:

Figura 4-6

Distribución geográfica de docentes [clúster 5]



Elaboración propia

Los docentes se encuentran distribuidos en los departamentos de Huila (7.14%), Santander (7.14%) y Cundinamarca (85.7%) docentes masculinos (71.4%), con nivel de formación de licenciatura (64.3%).

Métodos de enseñanza: Participación alta en talleres, charlas y conferencias de astronomía (71.4%). Utilizan programas y aplicaciones como Stellarium y Google Sky ocasionalmente (35.7%).

Temas enseñados: Relacionan la astronomía con conceptos físicos (100%) y matemáticos (85.7%). Enseñan sobre el Sol, la Tierra, la Luna y los ciclos cósmicos Implementación de proyectos o actividades en astronomía: La implementación de proyectos transversales y de corta duración es alta (64,3% y 64,3% respectivamente), mientras que la participación en olimpiadas o concursos de astronomía es baja (14,3%).

Nivel de competencias desarrolladas en los estudiantes: La mayoría (42,9%) desarrolla un nivel alto de competencias en explorar hechos y fenómenos, analizar problemas y observar, recoger y organizar información relevante.

Uso de instrumentos y programas en el aula: La mayoría no utiliza instrumentos de astronomía aficionados ni profesionales en la escuela. En cuanto a programas o aplicaciones, el uso de Google Sky y Stellarium es ocasional o raro, mientras que el uso de Cartes du Ciel y Celestia es nulo o raro.

Relación con otras áreas en la práctica docente: La mayoría (85,7%) relaciona la astronomía con conceptos físicos, seguido de conceptos matemáticos (85,7%) y conceptos de geometría (64,3%). También se relaciona con conceptos estadísticos (50%), conceptos relacionados con biología (28,6%) y conceptos químicos (35,7%). Además, la astronomía facilita el desarrollo artístico, creativo y cultural (85,7%).

Visitas a centros de ciencias: Las visitas a planetarios, observatorios y festivales de astronomía son raras u ocasionales (21,4% y 28,6% respectivamente).

Utilización de la astronomía para estudiantes con discapacidad: En el caso de estudiantes con discapacidad visual, auditiva y cognitiva, el uso de la astronomía es moderado o bajo (42,9%, 21,4% y 42,9% respectivamente).

Contenidos enseñados: La mayoría de los docentes enseñan sobre el Sol, la Tierra, la Luna, los ciclos cósmicos, estaciones, mareas, eclipses, fases lunares, la naturaleza del Sol y las demás estrellas, el origen de la energía solar y el sistema solar (78,6% en todos los casos). También enseñan sobre tecnología espacial y aplicaciones (64,3%) y atmósferas planetarias y cambio global (28,6%)..

Competencias científicas: Desarrollan niveles medios de competencias en explorar hechos y fenómenos, analizar problemas y utilizar diferentes métodos de análisis (todos superiores al 42,9%).

Inclusión en el plan de estudios: La astronomía no es una asignatura del currículo en la mayoría de los casos (92,9%).

Análisis de la conexión entre la astronomía y el plan de estudios en educación básica y media en el marco de la Oficina de Astronomía para la Educación en Colombia (OAE)

Recursos didácticos: No utilizan instrumentos de astronomía aficionados, profesionales ni auditorios especializados. Algunos utilizan observatorios ocasionalmente (28.6%).

5. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Como se ha mencionado en el capítulo 3, la formación autodidacta de docentes interesados en temas relacionados con la astronomía es una de las características propias de los profesores encuestados en el año 2020, su participación activa en eventos educativos, la implementación de proyectos y el uso de recursos tecnológicos reflejan su dedicación por enriquecer sus conocimientos y habilidades en esta área de estudio, con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza de la astronomía y estimular el interés de los estudiantes en el mundo de la ciencia y la exploración espacial.

Además de la formación autodidacta, se destaca que los proyectos de aula y los espacios extracurriculares, como clubes de estudio, son las metodologías más aplicadas por los docentes en relación con la enseñanza de la astronomía.

Por otro lado, los espacios extracurriculares, como clubes de estudio, brindan una oportunidad adicional para que los estudiantes se interesen y se involucren activamente en la astronomía fuera del horario regular de clases. Estos clubes permiten un enfoque más flexible y lúdico, donde los estudiantes pueden explorar sus intereses en el campo de la astronomía de manera más informal y participativa.

De las instituciones educativas, se observa que solo un 8.84% de las instituciones privadas incluyen en su currículo un espacio académico dedicado a la enseñanza de la astronomía, en contraste, en el caso de las instituciones públicas, esta proporción es mucho menor, representando únicamente el 4.42%. No obstante, es importante destacar que la ausencia implícita de la astronomía en el currículo de algunas instituciones no traduce que estas no realicen actividades relacionadas con la astronomía.

La enseñanza de la astronomía en contextos con poblaciones indígenas podría enriquecerse adoptando un enfoque intercultural, que integre conocimientos tradicionales con los conocimientos científicos modernos. Esto puede generar un diálogo respetuoso y una apertura a diversas formas de comprender el universo.

Los diferentes procesos de enseñanza de la astronomía identificados en los clústeres pueden influir en el desarrollo de competencias científicas de los estudiantes de diversas formas. Un enfoque interdisciplinario, el uso de recursos y tecnología, la implementación de proyectos y la promoción de la inclusión educativa son aspectos clave que pueden enriquecer la enseñanza de la astronomía y favorecer el desarrollo integral de las competencias científicas en los estudiantes. Estos resultados pueden servir como base para el diseño de estrategias educativas que fortalezcan aún más el proceso de enseñanza-aprendizaje de la astronomía en Colombia.

La OAE juega un papel fundamental en el fortalecimiento de la enseñanza de la astronomía en Colombia. Su labor abarca la capacitación de docentes, la promoción de proyectos y actividades en astronomía, y la integración de esta ciencia con otras áreas del conocimiento. Gracias a sus esfuerzos, se logra despertar el interés por la astronomía tanto en los docentes como en los estudiantes, enriqueciendo así la educación en ciencias y fomentando el desarrollo de competencias científicas en el país. Además, al conocer y compartir las experiencias y procesos de enseñanza-aprendizaje de los profesores, se fortalece el aprendizaje mutuo y se enriquece el crecimiento de esta ciencia en el ámbito educativo.

Recomendaciones

Capacitar y promover el uso de programas, aplicaciones y herramientas tecnológicas relacionadas con la astronomía, como Google Sky, Stellarium y otros programas de simulación y visualización astronómica.

Se sugiere implementar encuentros virtuales entre docentes que promuevan el diálogo de saberes y experiencias. (Talleres y capacitaciones, encuentros regionales, expertos invitados).

Promover espacios que permitan compartir o divulgar los resultados de proyectos de ciencias en diferentes instituciones.

Colaborar con instituciones, centros educativos, museos y otras organizaciones para fortalecer la divulgación científica y llegar a públicos diversos.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones y proyectos que exploren en mayor profundidad la conexión entre la estadística y la astronomía. Esto podría incluir estudios que analicen cómo las técnicas estadísticas pueden utilizarse para analizar y comprender mejor los datos astronómicos recopilados a través de observaciones y experimentos.

Se sugiere crear espacios de colaboración y redes de apoyo entre docentes mujeres interesadas en la astronomía, donde puedan compartir experiencias, conocimientos y buenas prácticas para mejorar sus habilidades en la enseñanza de esta disciplina.

Anexo: Diseño encuesta

1. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICO
Nombre
Género
Rango de Edad
Departamento
Municipio
Correo electrónico
Sector educativo de la institución en la que actualmente ejerce como docente
Nombre de la institución
Pertenece al sector: Público – privado
Nivel en el que se desempeña

1. Formación docente
Area en la que se desempeña
Años de experiencia como docente
Nivel de formación
Capacitación y actualización científica
¿Cómo se capacita?
¿Cómo se capacita?
Participación en talleres, charlas y conferencias de astronomía
Habilidad comunicativa lenguaje científico sencillo
Participa en semilleros de ciencias del espacio o red de maestros
Formación continuada (mayor a 140 horas)
Participación en talleres, charlas y conferencias de astronomía
Habilidad comunicativa lenguaje científico sencillo

1. Procesos de enseñanza aprendizaje en astronomía

¿La implementación de proyectos o actividades en astronomía es?

Nulo Bajo Alto Muy alto

Proyectos transversales

Proyectos de corta duración

Olimpiadas o concursos de conocimiento en astronomía

Participación de conversatorios, ponencias y talleres virtuales

Intercolegiados de proyectos en astronomía

Proyectos de investigación

Proyectos transversales

Proyectos de corta duración

Olimpiadas o concursos de conocimiento en astronomía

Participación de conversatorios, ponencias y talleres virtuales

Intercolegiados de proyectos en astronomía

Proyectos de investigación

¿Las actividades o proyectos se desarrollan en ?

En un bimestre

En un trimestre

En un semestre

Durante el año escolar

Otro:

Nivel de competencias que desarrolla en los estudiantes al trabajar temas relacionados con astronomía.

Explorar hechos y fenómenos.

1. Plan de estudios

En la institución en la que actualmente hace parte, ¿la astronomía es una asignatura del currículo?

No

Sí

¿En tu práctica docente qué áreas relacionas con la astronomía?

A través de la astronomía se orientan conceptos físicos

A través de la astronomía se orientan conceptos matemáticos

A través de la astronomía se orientan conceptos de geometría

A través de la astronomía se orientan conceptos estadísticos

A través de la astronomía se orientan conceptos relacionados con biología

La astronomía facilita el desarrollo artístico, creativo y cultural

A través de la astronomía se orientan conceptos químicos

A través de la astronomía se orientan conceptos físicos

A través de la astronomía se orientan conceptos matemáticos

A través de la astronomía se orientan conceptos de geometría

A través de la astronomía se orientan conceptos estadísticos

A través de la astronomía se orientan conceptos relacionados con biología

La astronomía facilita el desarrollo artístico, creativo y cultural

A través de la astronomía se orientan conceptos químicos

Acompaña proyectos de ciencias ciudadanas a partir de la astronomía

Búsqueda de Asteroide

6. Bibliografía

- Alvarado Rodríguez, M. E., & FLORES CAMACHO, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM: implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, 32-53.
- Anguita, J. C., Labrador, J. R., Campos, J. D., Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, 31(8), 527-538.
- Arias de Greiff, J. (1987). Historia de la astronomía en Colombia.
- Arias de Greiff, J. (1987). Historia de la astronomía en Colombia.
- Arias de Greiff, J. (1987). Historia de la astronomía en Colombia.
- Arias de Greiff, J. (1987). Historia de la astronomía en Colombia
- Bazante, G. (2006). Breve historia del y la formación de maestros en Colombia. *Praxis pedagógica*. (7), 6-21.
- Cañadas Osinski, I., & Sánchez Bruno, A. (1998). CATEGORÍAS DE RESPUESTA EN ESCALAS TIPO LIKERT. *Psicothema*, 10 (Número 3), 623–631
- Culma Delgadillo, J y Medina Pacheco, Y. (2018). La noción de sistema planetario desde una perspectiva sociocultural: aportes a la enseñanza de la astronomía en la formación de profesores.
- Duque Escobar, G. (2017). Guía astronómica. Departamento de Matemáticas y Estadística.

- Gagliardi, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 291-296.
- González, E. L., Carbonell, A. P., & Santana, G. R. (2011). Modelos complementarios al Análisis Factorial en la construcción de escalas ordinales: un ejemplo aplicado a la medida del Clima Social Aula Models to Complement Factor Analysis in the construction of ordinal scales: One customised example. *Revista de educación*, 354, 369-397.
- Goyal, M., & Aggarwal, S. (2017). A Review on K-Mode Clustering Algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(7).
- GS, M. A., Joseph, D. V., Jose, J., & Tom, A. C. (2019, May). K-Mode Clustering Algorithm to Analyze Data in Different Categories. In *National Conference on Emerging Computer Applications* (Vol. 1, No. 1).
- GS, MA, Joseph, DV, Jose, J. y Tom, AC (mayo de 2019). Algoritmo de agrupamiento en modo K para analizar datos en diferentes categorías. En Conferencia Nacional sobre Aplicaciones Informáticas Emergentes (Vol. 1, No. 1).
- Herrero, J. L. G. (2014). Conocimientos astronómicos del profesorado de educación secundaria obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, 32(1), 161-198.
- Higuera, M. A. (2017). Astronomy in Colombia. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 49, 3-6.
- Iwaniszewski, S. (2009). Por una astronomía cultural renovada. *Complutum*, 20(2), 23-37.
- Minería de datos en educación _ Ballesteros Román, A., Sánchez-Guzmán, D., & García Salcedo, R. (2013). Minería de datos educativa: Una herramienta para la investigación de patroness de aprendizaje sobre un contexto educativo. *Latin-American Journal of Physics Education*, 7(4).

- Ministerio de Educación Nacional (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje para el área de ciencias naturales*. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá D.C., Colombia : Cargraphics S.A.
- Monroy Carreño, M., & Monroy Carreño, P. (2019). La enseñanza de las ciencias naturales formación del ciudadano del siglo xxi. *Eutopía*, 11(29), 45-49. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/eutopia/article/view/685>
- Khan, S. S., & Ahmad, A. (2013). Cluster center initialization algorithm for K-modes clustering. *Expert Systems with Applications*, 40(18), 7444-7456.00/60494
- Moreno-Cárdenas, F., Vargas-Domínguez, S., & Cuéllar-Moyano, J. (2022). The pioneering scientific endeavor and contributions of José María González Benito (1843-1903), the first Colombian modern astronomer. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(181), 1010-1027.
- Navarrete Flórez, D. S., & Valderrama, D. A. (2020). Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria.
- Portilla Barbosa, J. G. Firmamento y atlas terrestre: la astronomía que practicó Francisco José de Caldas.
- Ramírez-Giraldo, M. T. (2006). La educación primaria y secundaria en Colombia en el siglo XX. *Borradores de Economía; No. 379*.
- Sánchez, C. H. (2004). *Escuela de Ingeniería y Matemáticas en el siglo XIX*. Umaña Luna.
- Ten, A. E., & Monros, M. A. (1984). Historia y enseñanza de la Astronomía. Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 49-56
- Vargas, S. (13 noviembre 2019). Enseñanza de la astronomía fomenta la vocación científica. Agencia de Noticias UN. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/ensenanza-de-la-astronomia-fomenta-la-vocacion-cientifica.html>