

EL OBSERVATORIO ASTRONÓ- MICO GORANCHACHA: ESPACIO PARA EL DESARROLLO CIENTÍFI- CO Y DIDÁCTICO DE LA ASTRONO- MÍA EN BOYACÁ¹

THE GORANCHACHA ASTRONOMICAL OBSERVA- TORY: A SPACE FOR THE SCIENTIFIC AND DIDAC- TIC DEVELOPMENT OF ASTRONOMY IN BOYACÁ

Alejandro Alfonso²
Daniel Alejandro Valderrama³
Nelson Vera Villamizar⁴
Juan David Aponte⁵

1 Artículo de reflexión

2 Físico egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, investigador Grupo de Astrofísica y Cosmología de la UPTC. sergio.alfonso02@uptc.edu.co

3 Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, investigador Grupo de Astrofísica y Cosmología, Grupo Waira Ambiente, Comunidad y Desarrollo UPTC. daniel.valderrama@uptc.edu.co

4 Ph. D. Física, docente de la Escuela de Física de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, director Grupo de Astrofísica y Cosmología UPTC. nelson.vera@uptc.edu.co

5 Físico egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, investigador Grupo de Astrofísica y Cosmología de la UPTC. juan.apontegomez@uptc.edu.co

Resumen

El artículo presenta los resultados derivados de un análisis exhaustivo del Observatorio Astronómico Goranchacha, adscrito a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Este análisis abarca diversas dimensiones, incluyendo sus actividades de investigación, formación y extensión, centrándose particularmente en su capacidad para fortalecer la educación en astronomía y difundir este campo científico. Se proponen categorías de análisis que permiten evaluar el alcance de este observatorio y se esbozan perspectivas futuras para su desarrollo. La investigación se basa en una acumulación de experiencias que abarcan un período de casi tres años, enriqueciéndose a través de diálogos constructivos con los operadores, investigadores, visitantes y una revisión de la literatura disponible. En conjunto, este artículo ofrece una visión integral y detallada del Observatorio Astronómico Goranchacha y su contribución al campo de la astronomía.

Palabras clave: observatorio astronómico, astronomía, educación en astronomía, divulgación científica.

Abstract

This article presents the results of a comprehensive analysis of the Goranchacha Astronomical Observatory, attached to the Pedagogical and Technological University of Colombia. This analysis covers dimensions, including its research, training, and outreach activities, focusing particularly on its capacity to strengthen astronomy education and to disseminate this scientific field. Categories of analysis are proposed to assess the scope of this observatory and future perspectives for its development are outlined. The research is based on an accumulation of experiences over a period of almost three years, enriched by constructive dialogues with operators, researchers, visitors, and a review of the available literature. Overall, this article provides a comprehensive and detailed overview of the Goranchacha Astronomical Observatory and its contribution to the field of astronomy.

Keywords: astronomy, astronomical observatory, astronomy education, science communication.

Introducción

La astronomía, una de las ciencias más antiguas y cautivadoras, ha develado los secretos del universo y ha estimulado la curiosidad innata del ser humano por el cosmos (Lombardi et al., 2021; Truong, 2020). Sin embargo, en la enseñanza tradicional, esta ciencia ha sido a menudo relegada a un papel secundario, distante y a veces abstracto (Camino et al., 2021; Valderrama et al., 2021). La necesidad de revigorizar la enseñanza de la astronomía se ha convertido en un objetivo esencial, no solo para satisfacer la curiosidad natural del hombre, sino también para nutrir el desarrollo de habilidades científicas y críticas que son fundamentales en la educación contemporánea.

En este contexto, el Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG), establecido en octubre de 2020 bajo el ala de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), surge como un escenario de investigación científica, pero también como un escenario formal y no formal en la enseñanza y el desarrollo de la astronomía en la región de Boyacá. Este artículo se enfoca en interpretar la labor del OAG, a la luz de las actividades realizadas y los primeros cuatro años de aprendizaje, partiendo de la necesidad de transformar la enseñanza de la astronomía en una experiencia vivencial y participativa que no solo encienda la pasión por los astros, sino que también impulse la formación científica y el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

La enseñanza de la astronomía no se limita a memorizar nombres de estrellas o planetas, pues también se presta a una comprensión profunda y holística del método científico. La astronomía, por su propia naturaleza,

fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas, ya que los estudiantes deben aplicar conceptos científicos, matemáticos y tecnológicos para comprender y predecir fenómenos celestes (Eriksson, 2019; Pompea y Russo, 2020). Sin embargo, el acceso a los recursos y las experiencias prácticas que hacen que la astronomía sea verdaderamente significativa ha sido históricamente limitado en contextos como el del departamento de Boyacá, Colombia.

Aquí radica la importancia crucial del OAG. Este observatorio, equipado con instrumentos como el telescopio CGE 1400PRO, proporciona un entorno óptimo para que los estudiantes y entusiastas de la astronomía se sumerjan en la observación y la investigación astronómica. Más allá de libros de texto y aulas tradicionales, el OAG permite a los estudiantes interactuar directamente con el universo, observando planetas, estrellas, galaxias y otros objetos celestes, experimentando de primera mano los principios científicos que subyacen en la astronomía.

El desarrollo de la astronomía en Boyacá y en Colombia en su conjunto depende, en gran medida, de la formación de la próxima generación de astrónomos, científicos e investigadores. El OAG asume un papel fundamental en esta misión al ofrecer programas académicos de calidad, promoviendo la investigación astronómica y sirviendo como un espacio para la colaboración científica, ya que la astronomía, más allá de ser una ciencia básica, tiene aplicaciones tecnológicas y científicas significativas que pueden contribuir al progreso de la sociedad y la economía locales (Coble et al., 2019).

En última instancia, este artículo se propone examinar cómo el Observatorio Astronómico Goranchacha está transformando

la enseñanza de la astronomía en una experiencia enriquecedora y transformadora, al tiempo que nutre el desarrollo de habilidades científicas y críticas. A través de su compromiso con la comunidad y su énfasis en la educación y la investigación, el OAG no solo abre las puertas al conocimiento del universo, sino que también promueve un futuro más brillante para la astronomía en Boyacá.

Metodología

Este artículo se fundamenta en la metodología de investigación cualitativa con un enfoque descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018), que busca comprender la realidad a partir de los insumos descriptivos, las percepciones y opiniones de los actores que interactúan en el OAG.

La observación participante permite a los investigadores estar presentes en el campo de estudio, interactuar directamente con los participantes y recopilar datos de manera inmersiva (Piza Burgos et al., 2019). Además, se fomenta el diálogo activo con los actores involucrados, lo que facilita la comprensión de sus experiencias y perspectivas. Este enfoque cualitativo y descriptivo busca obtener una visión detallada y rica de las actividades y su impacto en la formación, la educación no formal y la divulgación científica en astronomía en el contexto del OAG.

A partir de lo anterior se establecieron las categorías de análisis de la Tabla 1, las cuales buscan articular los enfoques misionales y las actividades desarrolladas por el observatorio desde la reflexión y sistematización de sus protagonistas.

Tabla 1: Categorías de análisis.

Categoría	Descripción
OAG, contexto e información técnica	Esta categoría se enfoca en la historia y el contexto en el que se fundó el Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG), destacando su propósito de servir como laboratorio de investigación en astronomía. También se analizan las características técnicas de los equipos astronómicos.
Potencialidades investigativas	Aquí se examinan las capacidades de investigación del OAG, centrándose en su capacidad para observar y estudiar cuerpos celestes cercanos o luminosos.
El Observatorio y la formación en astronomía	Esta categoría se refiere a cómo el OAG contribuye a la formación en astronomía desde una perspectiva académica y disciplinaria. Se considera su relación con programas académicos, cursos relativos a la astronomía y su papel en la formación de futuros profesionales en este campo.
Educación no formal en astronomía	Aquí se analiza cómo el OAG proporciona oportunidades de educación en astronomía fuera del entorno académico tradicional. Se enfoca en talleres, cursos y actividades comunitarias que promueven la adquisición de conocimientos y habilidades relacionados con la astronomía.
Divulgación científica	Esta categoría se centra en cómo el OAG comunica la información científica y técnica a un público amplio y no especializado. Se analizan las estrategias utilizadas para acercar el conocimiento científico a la sociedad en general.

Fuente: los autores.

Resultados

A continuación, se describen los principales hallazgos a la luz de las actividades misionales del Observatorio Astronómico Goranchacha, teniendo en cuenta las categorías de análisis expuestas anteriormente.

Contexto e información técnica

El 14 de octubre del año 2020 se funda el Observatorio Astronómico Goranchacha de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), atendiendo la necesidad de generar un espacio laboratorio de investigación para las ciencias astronómicas de la región y especialmente con el propósito de fundamentar conceptual y procedimentalmente a estudiantes de carreras científicas asociadas a la astronomía, de manera que se pudiera fomentar el desarrollo de esta en el territorio boyacense. El observatorio tuvo inicialmente una fase de cinco años de estudio y viabilidad, para finalmente construir la cúpula en el edificio del Centro de Laboratorios de la UPTC.

El nombre “Goranchacha” proviene de investigaciones conjuntas sobre astronomía cultural realizadas por el Grupo de Astrofísica y Cosmología de la UPTC. En la mitología muisca, Goranchacha era una figura clave, considerado el Hijo del Sol, quien desempeñó un papel significativo en la cosmogonía, las creencias y la organización social de los muisca. Era un sabio líder espiritual con la capacidad de predecir eventos, comunicarse con los dioses y controlar fenómenos naturales, influyendo en el clima y las cosechas (Reyes, 2005). El Observatorio Goranchacha se estableció como un lugar para construir conocimiento

basado en la cosmogonía muisca, fomentando la observación astronómica y el desarrollo de la astronomía en el territorio donde Goranchacha transmitió el conocimiento ancestral. Para lograr esto, se adquirió un telescopio CGE 1400PRO de alta calidad, diseñado para la investigación y enseñanza en astronomía y astrofísica.

Algunas de las características destacadas de este equipo son: montura ecuatorial con GPS incorporado y un catálogo de más de 40 000 objetos celestes, lo que facilita la ubicación y el seguimiento de estos; distancia focal de 3910 mm y magnificación máxima de 1117 aumentos, que permite ver detalles extremadamente finos en los objetos celestes; apertura de 14 pulgadas con diseño de lentes tipo Schmidt-Cassegrain, lo que brinda una excelente calidad de imagen y permite la captura de imágenes detalladas de los objetos celestes.

Adicionalmente, se adquirieron oculares con diferentes milimetrajes, algunos filtros, cámaras CMOS (para planetaria y espacio profundo) y un telescopio Solar Coronado (con filtro).

Potencialidades del OAG en la astronomía disciplinar

El telescopio del Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG) posee características físicas y ópticas que permiten desarrollar investigaciones enfocadas en cuerpos celestes cercanos o altamente luminosos. Su montura ecuatorial equipada con GPS y su extenso catálogo de más de 40 000 objetos celestes permiten una precisa ubicación y seguimiento de estos objetos. Con una distancia focal de 3910 mm y una magnificación máxima de 1117 aumentos,

el telescopio es óptimo para la observación de características planetarias generales. Su apertura de 14 pulgadas y diseño de lentes Schmidt-Cassegrain proporcionan una calidad de imagen idónea para el estudio de la morfología de galaxias desde sus aspectos globales.

Sin lugar a duda, los cúmulos estelares y las estrellas variables han sido objeto de intensas investigaciones por parte de los principales observatorios astronómicos del mundo, tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur de nuestro planeta. Estos esfuerzos han generado un valioso acervo de conocimiento sobre la formación y evolución de estos sistemas celestes. No obstante, es importante destacar que, en el ecuador terrestre, área cercana a la latitud del OAG, existe un vasto territorio aún por explorar en este campo científico (Samus et al., 2009). Las regiones ecuatoriales ofrecen perspectivas únicas para el estudio de cúmulos estelares y estrellas variables, ya que proporcionan una vista privilegiada de una amplia variedad de objetos celestes que no son tan visibles en latitudes extremas. En este sentido, se abre una ventana de oportunidad para la investigación astronómica en estas áreas ecuatoriales, que promete descubrimientos significativos, así como corroboraciones de investigaciones anteriores desarrolladas por espacios de investigación similares.

Por otra parte, la ubicación de un observatorio astronómico a una altitud de 2782 metros sobre el nivel del mar es un factor crítico que ofrece una serie de ventajas relevantes para la observación del universo y la investigación científica. Esta altitud elevada otorga al observatorio una posición privilegiada que se traduce en una calidad superior en la obtención de datos

astronómicos, lo que es esencial para la comprensión y el estudio de los fenómenos celestes.

En primer lugar, uno de los beneficios más destacados de operar un observatorio astronómico a esta altitud es la reducción de la interferencia atmosférica. La atmósfera terrestre está compuesta por distintas capas con diferentes propiedades ópticas, cuando la luz de los objetos celestes atraviesa estas capas, puede sufrir distorsiones y dispersiones. Sin embargo, al estar ubicado a 2782 metros sobre el nivel del mar, el observatorio se encuentra por encima de gran parte de estas capas, lo que significa que la luz recorre una menor cantidad de atmósfera antes de llegar a los telescopios. Esto reduce significativamente las distorsiones y mejora la calidad de las observaciones, permitiendo a los astrónomos capturar detalles más nítidos y precisos de estrellas, planetas, galaxias y otros objetos celestes (Arnal et al., 2017).

La menor interferencia atmosférica es particularmente beneficiosa cuando se trata de la observación de objetos tenues o lejanos, como galaxias distantes o estrellas débiles. Con menos dispersión y absorción de luz en el camino, los telescopios del observatorio pueden captar señales más débiles y distantes con mayor claridad. Esto abre la puerta a una amplia gama de investigaciones, desde el estudio de objetos en el sistema solar hasta la exploración de la morfología global de las galaxias en el universo profundo, en el mismo sentido, la estabilidad atmosférica es otro beneficio crucial de la altitud elevada. A mayores altitudes, la atmósfera tiende a ser más estable, lo que reduce la turbulencia atmosférica que puede distorsionar la luz que llega a los telescopios, creando destellos

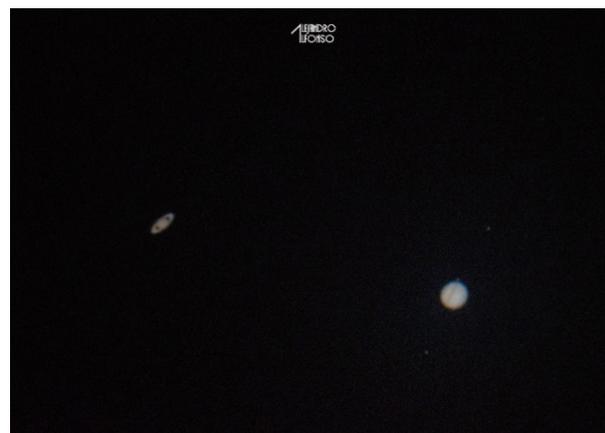
y borrones en las imágenes astronómicas (Roslan, 2013). En un observatorio ubicada a 2782 metros sobre el nivel del mar, esta interferencia atmosférica disminuye, lo que es especialmente importante cuando se buscan detalles finos en los objetos astronómicos, como los planetas del sistema solar.

La altitud del OAG les proporciona acceso mejorado a ciertas longitudes de onda del espectro electromagnético. Dado que la atmósfera terrestre absorbe ciertas longitudes de onda, como las microondas y las ondas milimétricas, estar en una altitud más alta reduce la cantidad de atmósfera que estas señales deben atravesar, lo que es fundamental para estudios astronómicos específicos, como la investigación de la radiación cósmica de fondo o la detección de moléculas en el espacio a través de la espectrometría (Filippenko, 1982; Paine et al., 2000). La capacidad de captar estas longitudes de onda sin obstáculos atmosféricos brinda a los astrónomos información valiosa sobre la composición y la historia del universo.

Otro aspecto importante es la estabilidad térmica que se experimenta a mayores altitudes. Durante la noche, las temperaturas en observatorios ubicados en altitudes elevadas tienden a variar menos en comparación con las ubicaciones más bajas. Esta estabilidad es esencial para muchos instrumentos astronómicos que requieren una temperatura constante para funcionar de manera óptima. Evitar fluctuaciones extremas de temperatura asegura que los instrumentos sean más precisos y confiables, lo que contribuye a la calidad de los datos recopilados; para el caso del OAG, la variación de temperatura a lo largo del año es entre 5 °C y 20 °C, de igual manera en las

noches las variaciones no son superiores a los 4° (Mesa, 2015). Otra potencialidad es que la altitud elevada del observatorio brinda una visión panorámica del cielo, ideal para observar eventos astronómicos que requieren un amplio horizonte, así como para explorar diversas regiones del cielo; un ejemplo de estos eventos fue la conjunción de Júpiter y Saturno durante el 2020, capturado en la imagen de la Figura 1.

Figura 1: Fotografía de conjunción de Júpiter y Saturno



Fuente: Alejandro Alfonso, Observatorio Astronómico Goranchacha

Una de las principales dificultades que como observatorio se han tenido que asumir, tiene que ver con la disponibilidad de noches despejadas en Tunja, ya que, al ser una ciudad ubicada en la región Andina de Colombia, presenta factores climáticos particulares, principalmente por la influencia de montañas circundantes, microclimas locales, que hacen que se tenga disponibilidad de muy pocas noches despejadas, especialmente en tres épocas del año, febrero y octubre (Suárez-Aguilar et al., 2020), otro factor de afectación es la creciente contaminación lumínica. Estos

elementos hacen que las oportunidades de observación astronómica sean raras y que los esfuerzos investigativos en la zona requieran una planificación cuidadosa para aprovechar las ocasiones de observación cuando se presentan.

El observatorio y la formación en astronomía

En la actualidad, las dinámicas globales requieren una construcción científica que sea relevante para los desafíos específicos de cada territorio. Esto debe llevarse a cabo a través de programas de alta calidad que promuevan la formación ciudadana y la utilización sistemática de conocimientos científicos y otros saberes para transformar la sociedad en múltiples dimensiones, hacia la sostenibilidad, la equidad y la paz. En este contexto, las ciencias, la tecnología y la innovación se vuelven pilares fundamentales para forjar un futuro mejor. En una era de crecimiento y cambio constantes, la preparación científica de la población se convierte en un factor crucial. La sociedad no puede ser una espectadora pasiva ante los desafíos que amenazan estos objetivos.

A partir de lo anterior y con base en la revisión desarrollada por Valderrama y Navarrete (2020), se encontraron las potencialidades astronómicas que posee el departamento de Boyacá, particularmente el desarrollo investigativo en el área disciplinar, en la que se han gestado cerca de ocho artículos científicos en el área de morfología de galaxias y sistemas planetarios (Poveda Ruiz et al., 2012; Poveda Tejada et al., 2013), además de espectroscopia estelar (Franco-Becerra et al., 2023), siendo los principales protagonistas

el grupo de Astrofísica y Cosmología de la UPTC. Se identifican también trabajos en astronomía cultural en Tunja (Romero et al., 2019), Villa de Leiva (Guamán, 2017; Vargas et al., 2011). Además de estudios de viabilidad de observación astronómica que, relacionando áreas de influencia de la UPTC, específicamente Villa de Leiva en Boyacá, Macaravita en Santander (Pinzón et al., 2016) así como Sáchica (Briceño et al., 2019) y Pisba, Boyacá (González, 2015).

También se identifica un buen número de grupos que han empezado a realizar actividades de culturización en astronomía, como Astronomía Chiquinquirá, Natus Cololum de AstroGaragoa, Club Astrohunza. Está igualmente la Fundación Red Astrodi-daXis, que ha integrado educación no formal para una gran población de jóvenes del departamento, así como para docentes de educación primaria y básica (Valderrama, 2023). Esto muestra un avance importante en los esfuerzos por el fortalecimiento de vocaciones científicas en astronomía en el departamento y área de influencia del observatorio, sugiriendo así la necesidad de formación disciplinar de calidad en astronomía a corto y mediano plazo.

Desde la perspectiva de la formalidad, la formación en astronomía ha venido teniendo el mismo ímpetu, se ha formalizado como asignatura curricular en Tunja, en la Fundación Pedagógica Rayuela desde el año 2019 y recientemente en el Gimnasio Galileo Galilei (2021), además de actividades curriculares en las instituciones educativas: Institución Educativa Técnica de Garagoa, Juan Pablo II de Saboyá Boyacá, Andrés Romero Arévalo de Tibaná, Divino Niño Jesús de Cormal

en Quípama (Pineda, Valderrama y Torres, 2023), entre otras instituciones, que incluso se han presentado en campañas de búsqueda de asteroides lideradas por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y en Olimpiadas Nacionales de Astronomía lideradas por la Universidad Antonio Nariño en el país.

Es esencial crear oportunidades de formación en astronomía en el nivel profesional en el departamento. Esto se ha llevado a cabo principalmente a través del programa de pregrado en Física y la Maestría en Ciencias Físicas de la UPTC. Estos programas han promovido investigaciones y tesis relacionadas con la astronomía, fortaleciendo esta disciplina en colaboración con la física. Además, se ofrecen cursos electivos como Astronomía, Astronomía Planetaria, Astronomía Observacional y Física Espacial. En cuanto a la enseñanza de la astronomía, desde el año 2023, la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental ha incorporado una electiva en Astronomía para la Educación. Esta iniciativa se enfoca en la formación de maestros para enseñar astronomía en el currículo de la educación secundaria y media.

El potencial formativo que ha venido desarrollando el OAG, está dado principalmente desde las teorías pedagógicas de Ausubel y el aprendizaje significativo, en cuanto se vale de la interacción teoría y práctica para fundamentar un aprendizaje en el que la interacción con los equipos garantiza que lo aprendido se ligue a estructuras cognitivas preexistentes (Moreira, 2012). En este caso, principalmente dadas desde la revisión de la literatura y los constructos sociales que se desarrollan en las clases de estas asignaturas, que generalmente

privilegian el constructivismo social, en la discusión, socialización y construcción abierta de los conceptos astronómicos, concibiendo para el aprendizaje la unidad cognitiva que integra la subjetividad y da significados a las vivencias a partir de la actividad y la comunicación con los otros y con lo otro (Nieva et al., 2019).

De esta manera, el observatorio, a la luz de su interacción con los procesos académicos de formación profesional y disciplinar se ha constituido en un taller experimental de la didáctica de la astronomía, en el que surgen insumos didácticos como el aprendizaje contextual y la enseñanza en contextos reales de aprendizaje, constructo que va tomando cada vez mayor relevancia en la enseñanza de las ciencias (Espinár et al., 2020) y que se hace tangible en el manejo de los equipos del observatorio por los estudiantes en formación, de manera que se fortalecen las competencias procedimentales e investigativas en los futuros físicos y docentes en formación, llevando a que puedan aplicar esos conocimientos adquiridos en otros escenarios de formación posgradual, en su campo laboral y de esta manera seguirle apostando al desarrollo de la astronomía en el país.

A partir de lo anterior se hace evidente que los observatorios astronómicos son poderosos catalizadores de educación científica en cuanto brindan una ventana hacia el universo y los fenómenos que lo componen, y posibilitan una enseñanza que propende al desarrollo de la curiosidad, al interés hacia las ciencias naturales, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de cuestionar nuestro entorno, aspectos que integran en sí mismos el quehacer científico.

Educación no formal en astronomía desarrollada por el OAG

Las dinámicas sociales actuales son cambiantes y generan diversas necesidades a medida que avanzan. Una de estas necesidades es la creación de estrategias educativas más flexibles que se adapten a las particularidades de la sociedad, como la promoción de la cultura científica. Esto implica el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de tomar decisiones informadas, elementos esenciales para la ciudadanía responsable y la democracia (Mora & Néstor, 2019). En la búsqueda de este objetivo, la educación informal se vuelve crucial, pues complementa la educación formal que se imparte principalmente en instituciones de secundaria y media vocacional (ver Figura 1).

Para estructurar el desarrollo de la educación no formal en el OAG, fue necesario comprender el sustento conceptual de este tipo de educación, ya que esta propende al desarrollo de aprendizajes que ocurren fuera de los sistemas educativos tradicionales, como escuelas y universidades, confiriéndole así características de flexibilidad, diversificación didáctica y multidimensionalidad de objetivos (Souto-Seijo et al., 2020). Para ello, puede incluir talleres, cursos, programas de capacitación y actividades comunitarias, y se centra en la aplicación práctica de conocimientos. Aunque no conduce a titulaciones formales, desempeña un papel valioso en el aprendizaje continuo, la adquisición de habilidades y el crecimiento personal y colectivo. Con base en estas dinámicas, el OAG ha estructurado unos ejes de acción con objetivos a corto y mediano plazo, que buscan articular esfuerzos para la creación de una cultura científica en

astronomía para Boyacá. Dichos ejes de acción son los siguientes:

Fomento de las vocaciones científicas: el fomento de las vocaciones científicas constituye para el OAG una oportunidad crucial para inspirar y cultivar el interés por la ciencia en las generaciones jóvenes. El observatorio no solo brinda un espacio de observación astronómica, sino que también actúa como un entorno de aprendizaje interactivo, donde los estudiantes pueden participar en investigaciones reales y experiencias prácticas, mediante la exploración directa de fenómenos astronómicos, la interacción con instrumentos astronómicos y el trabajo junto a quienes realizan investigación científica, a partir de lo cual, los jóvenes pueden descubrir el apasionante mundo de la astronomía y experimentar el método científico en acción.

El Observatorio Astronómico, en colaboración con la Fundación Astrodidaxis, ha estado brindando asesoría sobre elección de carreras científicas a jóvenes del departamento desde su creación hasta la fecha. También se ha integrado en la estrategia “Jornada de Puertas Abiertas” de la Escuela de Física de la universidad. Esta estrategia incluye charlas, talleres, demostraciones experimentales y exposiciones fotográficas para promover carreras científicas relacionadas con la astronomía. Sin embargo, sistematizar este objetivo ha sido complicado debido a la naturaleza de la educación no formal. Evaluar el impacto de estas acciones es difícil, especialmente porque se atienden aproximadamente diez instituciones educativas, lo que hace que el seguimiento personalizado sea prácticamente imposible.

Figura 2: Actividades de formación y divulgación con diferentes poblaciones estudiantiles



Fuente: los autores

Divulgación científica en el OAG

La labor de divulgación científica desempeñada por el Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG) es un ejemplo valioso de cómo la ciencia puede llegar a un público más amplio y tener un impacto significativo en la sociedad. La divulgación científica, como se menciona en la literatura, busca acercar el conocimiento científico a la sociedad y promover la comprensión de conceptos científicos y tecnológicos.

El OAG ha adoptado una estrategia diversificada para lograr este objetivo, utilizando tanto eventos presenciales como virtuales. Tanto la transmisión de eventos astronómicos notables como charlas sobre temas astronómicos han aprovechado diversas plataformas para llegar a su audiencia. Además, la apertura de actividades como

los “Viernes de observación solar” muestra un compromiso genuino con la educación y la participación de la comunidad universitaria.

Es especialmente alentador ver que el OAG, en colaboración con la Fundación Astrodidaxis, ha llevado a cabo actividades de divulgación en instituciones educativas y barrios locales. Esto demuestra un compromiso con la apropiación social del conocimiento y la inclusión, brindando acceso a la ciencia a comunidades que de otra manera podrían estar marginadas de esta experiencia.

Las implicaciones en construcción de conocimiento frente a la divulgación científica de la astronomía en la región realizada por el OAG, son loables; se han logrado encontrar herramientas efectivas de integración social, por cuanto en el desarrollo de las actividades de presentaciones se ha asumido el diálogo de saberes como posibilidad de abordaje didáctico de los saberes astronómicos. En este sentido, más allá de la mera observación, se han generado espacios de indagación y construcción, en los que las conclusiones se plantean no solo desde las perspectivas técnicas y científicas desarrolladas por los investigadores del observatorio, sino también por las creencias populares, frente a las cuales se han realizado procesos de cuestionamiento y contrastación que les permiten a los participantes tomar decisiones fundamentadas, en contraste con las pseudociencias como la astrología y la ufología.

Como centro de investigación y divulgación, emerge también la necesidad de consolidar métodos más efectivos de

evaluación y seguimiento a estos procesos, de manera que se pueda dar continuidad a estos desde la articulación comunitaria de los territorios, sus habitantes y la construcción de saberes científicos astronómicos.

Interacción escuela-observatorio

Durante el período de estudio se llevaron a cabo numerosas visitas de instituciones educativas al Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG), abarcando una amplia gama de grupos de edad, desde estudiantes de educación primaria hasta estudiantes universitarios de pregrado. Estas visitas se centraron en diversos aspectos relacionados con la astronomía y el funcionamiento del telescopio, incluyendo:

Funcionamiento del telescopio: se proporcionó a los visitantes una comprensión básica de cómo opera un telescopio astronómico, destacando su importancia en la observación y el estudio de objetos celestes; además, se resaltó la relevancia del telescopio y de la astronomía en general en la investigación científica, tanto a nivel local como global. Se presentaron ejemplos de investigaciones y descubrimientos realizados desde el observatorio.

Observación y actividad solar: los visitantes tuvieron la oportunidad de hacer observaciones solares seguras a través del telescopio, lo que les permitió comprender la dinámica y las características del Sol. Se discutieron conceptos relacionados con manchas solares, protuberancias y otros fenómenos solares, a la vez que se introdujeron conceptos ópticos y físicos esenciales relacionados con la operación de un telescopio, tales como la reflexión, la refracción, la formación de imágenes y la luz.

Estas visitas al observatorio fueron una fuente importante de reflexiones científicas frente a la didáctica y las interacciones del observatorio astronómico con la escuela, y se pudo apreciar que la visita al observatorio ha estimulado la curiosidad científica en los estudiantes y el público en general. Al presenciar fenómenos astronómicos en vivo y comprender la relevancia de la astronomía en la investigación científica, los visitantes desarrollan un mayor interés por la ciencia en general, un hallazgo ya referenciado en otras investigaciones (Castro et al., 2019; Perdomo & Rúa, 2019). Para el caso del OAG, de un promedio de 495 estudiantes de diversos niveles de educación que han visitado el observatorio, un 5 % ha comenzado a hacer parte de clubs astronómicos y a participar en otras actividades astronómicas, como el Festival de Astronomía de Villa de Leiva, o la formación dirigida por la Fundación AstrodidaXis.

Se ha privilegiado el aprendizaje experiencial, pues la interacción directa con telescopios y observaciones solares permite a los visitantes aprender en un contexto científico real. Esto les ha posibilitado a los estudiantes contrastar, ya que ellos pueden construir su comprensión científica a través de la experiencia práctica (López Fonseca, 2020; Perdomo & Rúa, 2019). Lo anterior muestra visiones de ciencia que plantan una conexión entre los conceptos teóricos que se enseñan en las aulas y su aplicación en la vida real, lo que ayuda a los estudiantes a comprender cómo la ciencia se utiliza en la investigación y cómo tendrá incidencia posteriormente en su vida cotidiana.

Se aprendió también que la experiencia en el OAG fomenta el desarrollo de

habilidades críticas, como la observación cuidadosa, la formulación de preguntas y la resolución de problemas. Además, permite contrastar los métodos, procedimiento y resultados de la astronomía local, con los presentados por medios de comunicación. Así, al exhibir a los estudiantes imágenes tomadas por el telescopio del OAG y explicar el procesamiento de estas, se controvertían concepciones preliminares sobre imágenes modelizadas presentadas en algunos medios de comunicación. De esta manera, las visitas al OAG fortalecieron los vínculos entre la comunidad y el mundo de la ciencia. Estas interacciones pueden llevar a una mayor participación en la ciencia y una comprensión más profunda de su importancia en la sociedad. La mayoría de los docentes empezaron a abordar cuestiones

astronómicas en sus instituciones y se motivaron más por realizar este tipo de salidas pedagógicas con otros grupos de estudiantes de esta institución, argumentando su visita en algunas temáticas particulares de la óptica y las propiedades de la luz.

La experiencia en el desarrollo de las visitas generó algunas tensiones frente a la articulación que debe existir entre la visita y las actividades previas y posteriores a esta, ya que muchos docentes frecuentan los observatorios solo por salir del aula, sin una planeación previa de tipo conceptual ni una realimentación posterior, hecho que hace que la visita pierda trascendencia en términos del aprendizaje. A partir de estas tensiones, el observatorio estructuró la ruta de atención que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Ruta sugerida para las visitas al OAG.

Actividad	Descripción	Responsables
Preparación	Formulación de objetivos de aprendizaje a la luz de los contenidos curriculares.	Docente
Contextualización	Con base en los objetivos que envían los docentes al observatorio, los profesionales de este proponen un taller de contextualización conceptual, privilegiando la articulación de la astronomía con ciencias como la física, la matemática, la química o la biología; también es posible realizar actividades aplicadas como las ingenierías, o creativas como el arte y la fotografía.	Observatorio

Actividad	Descripción	Responsables
Visita	Taller de conceptualización: se muestran los aspectos técnicos y conceptuales de la visita. Se lleva a cabo el recorrido por el espacio y la observación que se pueda hacer dependiendo de las condiciones climáticas.	Observatorio
Realimentación	Se dejan algunos cuestionamientos para ser trabajados por el docente y su grupo de estudiantes en clase.	Observatorio y docente

Fuente: los autores

En el horizonte, el Observatorio Astronómico Goranchacha (OAG) se encuentra en un proceso de construcción y consolidación desafiante. Sus éxitos hasta la fecha, en términos de promoción de la astronomía, fomento de vocaciones científicas y educación no formal, empiezan a ser evidentes. Sin embargo, persisten tensiones y distensiones claves que merecen atención continua. La planificación estructurada de las visitas educativas, la evaluación del impacto de sus programas y la articulación efectiva con las instituciones educativas locales son áreas en las que el OAG puede mejorar. También se vislumbran oportunidades, como la expansión de la educación en astronomía en el nivel profesional y la consolidación de métodos efectivos de seguimiento y evaluación. En un mundo donde la ciencia y la educación científica son

fundamentales para abordar los desafíos globales, el OAG está afirmando postura y técnica para seguir inspirando a las futuras generaciones y promover una comprensión más profunda del universo, así como del papel que desempeñan los humanos en este.

Conclusiones

El OAG ha hecho una contribución significativa al campo de la astronomía en la región, al proporcionar un espacio de investigación avanzado y equipos de alta calidad para la observación astronómica. Su capacidad para realizar investigaciones y participar en la divulgación científica es un activo valioso para la comunidad científica y educativa.

La inclusión de la educación no formal en astronomía, como parte de su misión, es un enfoque estratégico acertado. El OAG ha implementado programas de divulgación y ha llegado a comunidades locales, promoviendo la apropiación social del conocimiento científico. Esto ha ayudado a cerrar la brecha entre la ciencia y la sociedad.

El fomento de las vocaciones científicas, particularmente entre los jóvenes, es una de las fortalezas del OAG. A través de eventos como las “Jornadas de Puertas Abiertas” ha inspirado a estudiantes a considerar carreras científicas y ha contribuido a la formación de futuros científicos y educadores.

Las visitas educativas al OAG han demostrado ser efectivas en el aprendizaje experiencial. Los estudiantes que participan en estas visitas desarrollan habilidades críticas, se sienten más conectados con la ciencia y adquieren una comprensión más profunda de la astronomía.

A pesar de sus éxitos, el OAG enfrenta desafíos en la evaluación del impacto y la planificación estructurada de las visitas educativas. Superar estos desafíos requerirá esfuerzos continuos y colaboración con las instituciones educativas locales.

Referencias

Arnal, E. M., Morras, R., García Lambas, D. R. y Recabarren, P. G. A. (2017). *¿Dónde instalamos el telescopio?: La búsqueda de sitios adecuados para emplazar grandes telescopios ópticos y radiotelescopios de microondas en el noroeste argentino*. Conicet. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/26732>

Briceño, L. A., Villanueva, T., David, B. y Villarreal, F. (2019). *Campus Astronómico Nacional Perigeo. Sáchica Boyacá*. Repositorio Unipiloto. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6023>

Camino, N. E., De Biasi, M. S., Paolantonio, S., Merlo, D. C. y Corti, M. A. (2021). Los astrónomos vuelven a la Secundaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33, 91-100. https://www.researchgate.net/publication/356611784_Los_astronomos_vuelven_a_la_Secundaria

Castro, M. Á., Dirigido, T., Purkiss, J. B. y Castro-Tirado, A. J. (2019). *El observatorio astronómico: un diálogo entre ciencia y arquitectura* [Tesis], Universidad de Málaga. <https://digital.csic.es/handle/10261/208519>

Coble, K., Rector, T., Odekon, M. C., GuhaThakurta, R., Bailey, J., Rebull, L., Faherty, J. K. y Corrales, L. (2019). The Importance of Supporting Astronomy Education Research, Curriculum Reform, and Professional Development in Astronomy Education. *Bulletin of the AAS*, 51(7). <https://doi.org/10.3847/25C2CFEB.7272E5BB>

Eriksson, U. (2019). Disciplinary Discernment: Reading the Sky in Astronomy Education. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010133. <https://doi.org/10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.15.010133/FIGURES/2/MEDIUM>

Espinar Álava, E. M., Vigueras Moreno, J. A., Espinar Álava, E. M. y Vigueras Moreno, J. A. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Filippenko, A. V. (1982). The Importance of Atmospheric Differential Refraction in Spectrophotometry. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 94(560), 715. <https://doi.org/10.1086/131052>

Franco-Becerra, A. C., Katime-Santrich, O. J. y Vera-Villamizar, N. (2023). Análisis espectroscópico de estrellas enanas y gigantes en los cúmulos abiertos IC 2391 y NGC 6475. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 47(183), 259-269. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1891>

González Díaz, D. (2015). *Estudio de calidad del cielo para observaciones astronómicas en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Guaman Galindo, D. F. (2017). *Levantamiento con escáner laser terrestre: Observatorio Astronómico Muisca de Monquirá-Villa de Leyva*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5A2QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=hern%C3%A1ndez+sampieri&ots=TjYkVVR_oLZ&sig=kl2LJuIEYwoyz_csgfMhbm-J1_2s#v=onepage&q=hern%C3%A1ndez%20sampieri&f=false

Lombardi, D., Shipley, T. F., Bailey, J. M., Bretones, P. S., Prather, E. E., Ballen, C. J., Knight, J. K., Smith, M. K., Stowe, R. L., Cooper, M. M., Prince, M., Atit, K., Uttal, D. H., LaDue, N. D., McNeal, P. M., Ryker, K., St. John, K., Van der Hoeven Kraft, K. J. y Docktor, J. L. (2021). The Curious Construct of Active Learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 22(1), 8-43. https://doi.org/10.1177/1529100620973974/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1529100620973974-FIG1.JPEG

López Fonseca, B. S. (2020). *Práctica en espectroscopia estelar como apoyo a las actividades del Observatorio Astronómico de la Universidad Distrital*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Mesa, M. P. (2015). La climatología de Tunja forma un conjunto de Cantor. En *II Encuentro de Matemáticas, Estadística y Educación Matemática*.

Mora, M. D. C. S., & Nestor, A. P. M. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(1), 3-13.

Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 29-56. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/10652>

Nieva Chaves, J. A., Martínez Chacón, O., Nieva Chaves, J. A. y Martínez Chacón, O. (2019). Confluencias y rupturas entre el aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje desarrollador desde la perspectiva del enfoque histórico cultural de L. S. Vigotsky. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142019000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Paine, S., Blundell, R., Papa, D. C., Barrett, J. W. y Radford, S. J. E. (2000). A Fourier Transform Spectrometer for Measurement of Atmospheric Transmission at Submillimeter Wavelengths. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 112(767), 108-118. <https://doi.org/10.1086/316497/XML>

Perdomo, A. & Rúa, J. (2019). *Observación astronómica en el desierto de la Tatacoa: reflexión de una práctica pedagógica*. UPTC. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/5393>

Pineda Caro, D. Y., Valderrama, D. A., & Torres Merchán, N. Y. (2023). Didactic Intervention for the Teaching of Stellar Astrometry in Field Educational Contexts. *Acta Scientiae*, 25(5), 1–29. <https://doi.org/10.17648/ACTA.SCIENTIAE.7347>

Pinzón, G., González, D. y Ramírez, A. (2016). Análisis comparativo de seis lugares de interés para la ubicación de instrumentación astronómica en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(154), 53-68. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.290>

Piza Burgos, N. D., Amaiquema Márquez, F. A., Beltrán Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&nrm=iso&tlng=pt

Pompea, S. M., & Russo, P. (2020). Astronomers Engaging with the Education Ecosystem: A Best-Evidence Synthesis. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 58, 313-361. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ASTRO-032620-021943>

Poveda Ruiz, C. N., Vera-Villamizar, N. y Poveda Tejada, N. (2012). Modelo dinámico para explicar la morfología de galaxias. *Revista Colombiana de Física*, 44(3), 206. <http://localhost/ojs/index.php/rcf/article/view/440302>

Poveda Tejada, N., Vera-Villamizar, N. y Villate Espejo, G. (2013). Aplicando el formalismo de la mecánica ondulatoria a la formación del sistema solar. *Revista Colombiana de Física*, 45(1), 7. <http://localhost/ojs/index.php/rcf/article/view/450102>

Reyes Manosalva, E. (2005). *Leyendas y mitos indígenas cundiboyacenses*. UDEA. <http://biblioteca.udea.edu.co:8080/leo/handle/123456789/5625>

Romero, J. B., Rojas, C. R. y Bustos, E. H. (2019). Arqueoastronomía en los Cojines del Zaque Tunja, Colombia. *Revista Científica*, 179-188. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14489>

Roslan, U. (2013). The Study of Radio Frequency Interference (RFI) in Altitude Effect on Radio Astronomy in Malaysia and Thailand [número especial]. *Middle East Journal of Scientific Research*, 861-866.

Samus, N. N., Kazarovets, E. V., Pastukhova, E. N., Tsvetkova, T. M. y Durlevich, O. V. (2009). A Catalog of Accurate Equatorial Coordinates for Variable Stars in Globular Clusters. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 121(886), 1378-1385. <https://doi.org/10.1086/649432/XML>

Souto-Seijo, A., Estévez, I., Fustes, V. I. y González-Sanmamed, M. (2020). Entre lo formal y lo no formal: un análisis desde la formación permanente del profesorado. *Educar*, 56(1), 91-107. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1095>

Suárez-Aguilar, Z. E., Sepúlveda-Delgado, O., Patarroyo-Mesa, M., Canaria-Camargo, L. C., Suárez-Aguilar, Z. E., Sepúlveda-Delgado, O., Patarroyo-Mesa, M. y Canaria-Camargo, L. C. (2020). Modelo matemático para estimar curvas de intensidad, duración y frecuencia de lluvias extremas en Tunja, Colombia. *Información Tecnológica*, 31(1), 193-206. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100193>

Truong, A. T. (2020). Processes of Receiving Western Astronomy in China and Vietnam. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta, Istoriya*, 65(2), 469-490. <https://doi.org/10.21638/11701/SPBU02.2020.208>

Valderrama, D. A. (2023). Enseñanza de la astronomía, tensiones y distensiones frente al quehacer docente. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 87-98. <https://doi.org/10.51660/RIPIE.V3I1.113>

Valderrama, D. A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T. y Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la astronomía en Colombia: aportes y desafíos [número extraordinario]. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2538-2547. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15307>

Valderrama, D. A. y Navarrete Flórez, D. S. (2020). *Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Vargas, W. E. V., Niño, E. N. y Romero, J. H. B. (2011). Comprobación topográfica y astronómica del posible observatorio solar muisca de Saquenzipa en Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. *Revista de Topografía Azimut*, 3, 65-75. <http://revistas.udistrital.edu.co:8080/index.php/azimut/article/view/4061/6013>