

Laura Herrera, Bryan Martinez, Julian Avila

Radioastronomia

6 de abril de 2025

Índice general

1. Introducción	5
1.1. Problemática	5
1.2. Justificación	6
1.3. Marco Contextual	6
1.4. Marco Legal	6
2. Objetivos	7
2.0.1. Objetivo General	7
2.0.2. Objetivos Específicos	7
3. Metodología	9
4. Antecedentes	11
4.0.1. PARTNeR	11
4.0.2. Del Aula al Universo	11
4.0.3. Manuales para la construcción y uso educativo de radiotelescopios	12
4.0.4. ESAOBELA: Formación en Astronomía Observacional para Estudiantes Latinoamericanos	13
4.0.5. El Congreso Colombiano de Astronomía y Astrofísica	13

Capítulo 1

Introducción

1.1. Problemática

La educación en ciencias y tecnología en las instituciones públicas de Bogotá enfrenta grandes desafíos, entre ellos la falta de infraestructura especializada que permita a los estudiantes acceder a experiencias prácticas en el campo de la astronomía. A pesar del creciente interés por la exploración del universo y el desarrollo de la tecnología aeroespacial, la enseñanza en estos campos sigue siendo teórica y limitada en recursos que permitan la experimentación directa.

Actualmente, los programas de educación secundaria en ciencias naturales y física abordan temáticas relacionadas con la astronomía de manera superficial, sin contar con herramientas que faciliten la observación y el análisis de datos astronómicos reales. Esto genera una brecha de acceso al conocimiento y una disminución del interés de los estudiantes por carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), lo que afecta el desarrollo científico y tecnológico del país a largo plazo. Además, la astronomía observacional suele estar restringida a telescopios ópticos, los cuales dependen de condiciones atmosféricas favorables y presentan limitaciones en la exploración de otros espectros electromagnéticos. La falta de acceso a tecnologías complementarias, como los radiotelescopios, impide que los estudiantes puedan explorar nuevas formas de observación del universo y desarrollar habilidades en el análisis de datos astronómicos.

Esta carencia de oportunidades para la experimentación científica en la educación secundaria contribuye a una creciente desconexión de la sociedad colombiana con la investigación fundamental, generando un desinterés generalizado en el avance científico. Como consecuencia, se ha reducido el presupuesto destinado a la investigación básica y, en términos más generales, la inversión en ciencia y tecnología. Colombia presenta pocas oportunidades para el desarrollo de la investigación científica, y esta situación se agrava aún más en disciplinas como la astronomía. La falta de políticas gubernamentales que prioricen la ciencia y la tecnología ha llevado a que el presupuesto asignado para estas áreas sea limitado. La astronomía, en particular, ha sido una de las disciplinas más afectadas por la falta de financiamiento y apoyo institucional.

El impacto de esta problemática se refleja en la escasez de programas educativos especializados, la carencia de infraestructura adecuada para la investigación astronómica y la migración de talento científico hacia otros países con mejores oportunidades. Además, la falta de una cultura científica en la sociedad colombiana dificulta la generación de vocaciones en disciplinas STEM, lo que perpetúa el ciclo de desinterés y baja inversión en ciencia.

La ausencia de una estrategia clara para fomentar la investigación científica en Colombia tiene repercusiones a largo plazo en el desarrollo del país. La ciencia no solo impulsa la innovación y el crecimiento económico,

sino que también contribuye a la solución de problemas sociales y ambientales. Un país que se desinteresa por la ciencia es un país que no avanza. La falta de inversión en investigación y desarrollo limita la capacidad de una nación para competir en el ámbito global, innovar en sectores estratégicos y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Sin ciencia, no hay progreso tecnológico, no hay desarrollo sostenible y no hay preparación para enfrentar los desafíos del futuro.

Por ello, es fundamental implementar políticas públicas que promuevan la investigación en áreas fundamentales como la astronomía y fomentar el interés de la sociedad en la ciencia mediante estrategias educativas y divulgativas. La educación científica debe fortalecerse desde la etapa escolar, proporcionando a los estudiantes herramientas y experiencias que los motiven a explorar el universo y a desarrollar habilidades analíticas y tecnológicas, claves para el futuro del país.

1.2. Justificación

La construcción de radiotelescopios en instituciones de educación pública en Bogotá representa una solución innovadora y viable para fortalecer la enseñanza de la astronomía y las ciencias espaciales en la educación secundaria. Un radiotelescopio permitiría a los estudiantes realizar observaciones astronómicas en cualquier momento del día, sin depender de la visibilidad atmosférica, y facilitaría la exploración de objetos y fenómenos inaccesibles para los telescopios ópticos, como púlsares, cuásares y la radiación de fondo de microondas. Este proyecto no solo contribuiría al fortalecimiento de la educación en ciencias, sino que también incentivaría la curiosidad científica y el pensamiento crítico en los estudiantes, promoviendo el desarrollo de habilidades analíticas y la aplicación de conocimientos matemáticos y físicos en entornos reales.

Además, la divulgación de estos instrumentos desempeña un papel fundamental en la promoción de la ciencia dentro de la sociedad colombiana. Fomentar el interés por el conocimiento científico desde edades tempranas genera una sociedad con una mayor inclinación hacia la ciencia, lo que a su vez incrementa la probabilidad de que en el futuro exista un gobierno que reconozca su importancia y la apoye activamente. Si bien la evolución del desarrollo científico y tecnológico en el país está influenciada por múltiples factores, iniciativas como esta pueden servir como punto de partida para la construcción de una red de divulgación científica más amplia y estructurada. De esta manera, se promueve una cultura de conocimiento y exploración en las nuevas generaciones, allanando el camino para una sociedad más informada y comprometida con el progreso científico.

1.3. Marco Contextual

1.4. Marco Legal

Capítulo 2

Objetivos

2.0.1. Objetivo General

- Promover el conocimiento en ciencia y tecnología en instituciones educativas mediante la construcción e implementación de radiotelescopios.

2.0.2. Objetivos Específicos

- Construir radiotelescopios de bajo costo adaptados a instituciones educativas en Bogotá.
- Gestionar estrategias de financiamiento y apoyo institucional para la sostenibilidad y expansión del proyecto en más instituciones educativas.
- Capacitar a docentes y estudiantes en el uso y mantenimiento de los radiotelescopios.
- Crear una red de observación colaborativa entre las instituciones educativas para el intercambio de datos y la realización de proyectos científicos estudiantiles.

Capítulo 3

Metodología

Este proyecto se enmarca dentro de una investigación aplicada, la cual busca generar conocimiento con un propósito práctico y concreto: la implementación de radiotelescopios en instituciones educativas para mejorar la enseñanza de la astronomía y fomentar el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.

En este caso, la investigación aplicada se centra en evaluar, diseñar e implementar una infraestructura tecnológica educativa que pueda ser utilizada directamente en el ámbito académico. Se utilizarán métodos cuantitativos y cualitativos para analizar la viabilidad del proyecto, su impacto en la educación y su sostenibilidad a largo plazo.

Para la implementación del proyecto de construcción de radiotelescopios en instituciones de educación pública en Bogotá, se propone la siguiente metodología:

- **Estudio de mercado:** Los radiotelescopios que se construirán son de bajo costo, es decir, se busca disminuir al mínimo los costos de la producción, por esto mismo, si se cuenta con la financiación de diferentes instituciones de educación privada, se puede ofrecer un radiotelescopio por institución.
- **Estudio técnico:** Para la construcción del radiotelescopio se necesita una antena parabólica, un arduino R3, un computador con el software correspondiente para el correcto funcionamiento del arduino, un buscador de satélites y un circuito amplificado, encargado de aumentar la señal que recibe la antena para que el arduino pueda leerla.
- **Estudio financiero:** Para la antena parabólica, se tiene un precio promedio de \$500000 COP y un tamaño de 1.2 metros. Para el caso del arduino, su precio es de \$150000 COP. El computador puede ser proporcionado por la institución educativa al igual que el software para su funcionamiento, el cual es de uso libre y sin costo. Para el circuito amplificador se cuenta con un precio promedio de \$150000 COP. Finalmente, también se debe tener en cuenta el precio por la capacitación de los docentes para el uso del radiotelescopio y la mano de obra para construirlo.
- **Diagnóstico y selección de instituciones:** Se realizará un estudio para identificar las instituciones educativas con mayor potencial para albergar un radiotelescopio, considerando factores como ubicación, infraestructura disponible y disposición de la comunidad educativa. Esta selección se hará con base a la base de datos del gobierno: https://www.datos.gov.co/Educaci-n/LISTADO-COLEGIOS-BOGOTA/qijw-htwa/about_data
- **Diseño y planificación:** Se desarrollará un plan de implementación detallado con cronogramas, responsables y actividades específicas. Se definirán las especificaciones de cada radiotelescopio y su integración con el currículo escolar. Además, se diseñarán protocolos de operación y seguridad para garantizar su correcto uso.

- **Instalación y puesta en marcha:** Se realizará la instalación de los radiotelescopios en los colegios seleccionados, asegurando que su ubicación minimice interferencias externas y maximice la recepción de señales. Se harán pruebas de funcionamiento y calibración de los equipos para garantizar su operatividad óptima.
- **Capacitación docente y estudiantil:** Se diseñarán y ejecutarán programas de formación para docentes y estudiantes, abordando tanto el uso del radiotelescopio como el análisis e interpretación de datos astronómicos. Se promoverán proyectos escolares que utilicen el radiotelescopio como herramienta de aprendizaje.
- **Integración curricular:** Se elaborarán guías didácticas y materiales educativos para facilitar la incorporación del radiotelescopio en las clases de física, matemáticas y tecnología. Se desarrollarán metodologías activas que permitan a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en la práctica.
- **Monitoreo y evaluación:** Se implementará un sistema de seguimiento que permita evaluar el impacto del proyecto en la enseñanza de la astronomía y las ciencias en general. Se realizarán mediciones periódicas sobre el uso del radiotelescopio, el nivel de participación estudiantil y la efectividad del aprendizaje. A partir de estos datos, se harán ajustes para mejorar el proyecto y explorar su expansión a otras instituciones.

Capítulo 4

Antecedentes

En los últimos años, diversas iniciativas han buscado integrar la radioastronomía en entornos educativos, abarcando desde universidades hasta escuelas de nivel medio y centros de divulgación. Estos proyectos no solo han facilitado el acceso a estas herramientas de observación, sino que también han impulsado la adquisición del conocimiento necesario para el diseño y construcción de radiotelescopios.

4.0.1. PARTNeR

PARTNeR (Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo) es un programa educativo que permite a estudiantes de secundaria y universidad operar de manera remota un radiotelescopio de 34 metros de diámetro, ubicado en el Madrid Deep Space Communications Complex (MDSCC). Su objetivo es acercar la radioastronomía a las aulas mediante la observación de sistemas binarios de rayos X, cuásares, la magnetosfera de Júpiter y la cartografía de radiofuentes en la Vía Láctea.

Desde su inicio en 2003, PARTNeR ha contado con la participación de 85 centros de educación secundaria, 7 universidades y 6 agrupaciones astronómicas en España. A lo largo de los años, más de 2,500 estudiantes y 103 profesores han realizado observaciones, con un total de 105 sesiones científicas. Además, las actividades presenciales en el Centro de Entrenamiento y Visitantes han reunido a un promedio de 3,500 estudiantes por curso.

El programa incluye formación docente con cursos a distancia y presenciales, materiales didácticos y actividades complementarias, como talleres y la revista científica PARTNeRama. También ha participado en iniciativas internacionales como Júpiter: Proyecto 24, una observación continua de 24 horas en colaboración con la NASA y otros radiotelescopios en EE.UU. y Australia. [1]

4.0.2. Del Aula al Universo

Si bien no se trata de una iniciativa relacionada con radiotelescopios, *Del Aula al Universo, un telescopio para cada escuela* comparte ideas similares con el propósito del presente proyecto: llevar conocimientos en ciencia y tecnología a las instituciones educativas y fomentar el interés por la investigación científica en los estudiantes.

Esta iniciativa educativa, impulsada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y Victorinox México, comenzó en 2010 con la construcción y entrega de 100 telescopios newtonianos de 14 cm de diámetro a escuelas de Puebla y Tlaxcala. Además de dotar a los estudiantes de herramientas para la observación astronómica, el programa ha impartido capacitación en astronomía observacional y en la construcción y uso de los telescopios [2].

Desde 2011, el programa ha crecido significativamente. Se han construido más de mil telescopios y han participado más de 5 mil estudiantes y mil profesores de secundaria y preparatoria en diversas entidades del México, incluyendo Oaxaca, San Luis Potosí, Veracruz, Morelos, Querétaro, Campeche, Sonora y Quintana Roo. Para mantener bajos los costos de fabricación, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP ha desarrollado innovaciones, como el uso de engranes de lavadoras para construir monturas y permitir la reparación de los telescopios con piezas accesibles. Además, el programa ha evolucionado hacia un enfoque educativo más amplio, en el que los docentes aprenden nuevas estrategias para la enseñanza de la ciencia. [3]

Este esfuerzo ha dado lugar a otros proyectos, como la fabricación de microscopios con materiales reciclados, beneficiando a miles de estudiantes y promoviendo la exploración científica a nivel escolar. La iniciativa continúa expandiéndose con el objetivo de acercar la astronomía a más comunidades y consolidar un impacto duradero en la educación científica del país.

4.0.3. Manuales para la construcción y uso educativo de radiotelescopios

En la red se encuentra una gran cantidad de documentación relacionada con la construcción de radiotelescopios y actividades afines para su uso docente. Estos materiales permiten acercar el conocimiento en ciencia y tecnología a las instituciones educativas, facilitando la enseñanza de la radioastronomía y la astrofísica. A continuación, se presentan algunos manuales relevantes en este campo.

El *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica* (INAOE) ha desarrollado un manual para la construcción de radiotelescopios caseros de bajo costo en la banda de 12 GHz con fines educativos. [4] Este manual detalla los componentes necesarios para la construcción del radiotelescopio y propone diversas prácticas para su uso en la divulgación científica y la enseñanza.

El observatorio ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) es un conjunto de radiotelescopios ubicado en el desierto de Atacama, Chile, operado en conjunto por el *European Southern Observatory* (ESO), el *National Astronomical Observatory of Japan* (NAOJ) y el *National Radio Astronomy Observatory* (NRAO).

En colaboración con estas instituciones, se creó el manual *Radioastronomía ALMA en la Escuela*, dirigido a docentes interesados en ampliar sus conocimientos sobre radioastronomía y sobre el funcionamiento del observatorio ALMA. [5]

Este documento está estructurado en cuatro capítulos:

1. Historia y principios generales de la radioastronomía.
2. Fundamentos físicos de la radioastronomía, incluyendo fenómenos como refracción, reflexión y poder de resolución.
3. Líneas de investigación en radioastronomía que pueden abordarse con ALMA.
4. Actividades didácticas organizadas por nivel de dificultad para su integración en clases de ciencias naturales.

El manual está diseñado para docentes con conocimientos básicos de física, química y álgebra, e incluye un glosario de términos científicos para facilitar su comprensión.

En un contexto más cercano, la *Universidad Pedagógica Nacional de Colombia* ha desarrollado un manual detallado sobre el diseño y construcción de un radiotelescopio de bajo costo. [6]

Este documento describe:

- Diseño del radiotelescopio y sus módulos constituyentes.
- Componentes y costos de los materiales utilizados.
- Procedimientos de conexión, uso y calibración del radiotelescopio.
- Actividades experimentales basadas en un enfoque constructivista y enseñanza por investigación guiada.

Se concluye que es posible construir un radiotelescopio pequeño y preciso con materiales accesibles, brindando una oportunidad para que estudiantes de nivel secundario participen en observaciones científicas y desarrollen conocimientos en radioastronomía y física.

4.0.4. ESAOBELA: Formación en Astronomía Observacional para Estudiantes Latinoamericanos

Como parte de los esfuerzos por fortalecer la educación en astronomía en América Latina, se han desarrollado diversas iniciativas para acercar a los estudiantes a la observación y estudio del universo. Entre ellas, la Escuela de Astronomía Observacional para Estudiantes Latinoamericanos (ESAOBELA) ofrece un curso integral de astronomía, incluyendo la radioastronomía, con la participación de investigadores de diversas instituciones mexicanas. [7]

Organizado por el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM), ESAOBELA reúne a estudiantes de distintos países latinoamericanos, brindándoles formación teórica y práctica en astronomía. El programa combina clases magistrales con sesiones observacionales en el telescopio del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), abordando temas como astronomía de posición, evolución estelar, instrumentación astronómica, radioastronomía y astronomía en distintas longitudes de onda.

La inclusión de la radioastronomía en el currículo de ESAOBELA resalta la importancia de este campo en la educación astronómica de la región, abriendo la posibilidad de introducirlo a estudiantes más jóvenes mediante materiales y proyectos educativos adaptados.

4.0.5. El Congreso Colombiano de Astronomía y Astrofísica

En eventos como el Congreso Colombiano de Astronomía y Astrofísica, se fomenta el intercambio de conocimientos entre estudiantes, docentes e investigadores, brindando un espacio para la presentación de proyectos innovadores en el campo de la astronomía.

Durante la edición del año pasado, estudiantes de la Universidad Distrital presentaron un radiotelescopio desarrollado a lo largo de un semestre. A partir de esta experiencia, surgieron propuestas para llevar esta tecnología a diferentes sectores educativos, con el objetivo de divulgar la astronomía y promover el conocimiento sobre esta disciplina. [8]

Esta iniciativa busca facilitar el acceso a la radioastronomía mediante el diseño de radiotelescopios caseros, fomentando el aprendizaje práctico y la experimentación en las aulas. Además, permite integrar la astronomía en el currículo escolar y motivar a los estudiantes a explorar el universo desde una perspectiva científica.

Referencias

1. Vaquerizo, J. Á. *PARTNeR: Radioastronomía desde el aula* Fundación para el Conocimiento Madrid, Centro de Astrobiología CSIC-INTA. Consultado el 30 de marzo de 2025. Mayo de 2010. <https://www.madrimasd.org/partner-radioastronomia-desde-aula>.
2. Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. INAOE, BUAP y Victorinox México firman convenio de colaboración para construir telescopios para escuelas. *Ciencias Sociales México*. Consultado el 30 de marzo de 2025. <https://www.dicyt.com/noticias/inaoe-buap-y-victorinox-mexico-firman-convenio-de-colaboracion-para-construir-telescopios-para-escuelas> (sep. de 2011).
3. Boletines BUAP. Del Aula al Universo, un telescopio para cada escuela, un programa que acerca los astros a los jóvenes. *Boletines BUAP*. Consultado el 30 de marzo de 2025. <https://www.boletin.buap.mx/node/1971> (abr. de 2021).
4. C., A. L., G., G. D., F., S. A. C. y Fragoso, G. G. *Manual de Construcción de un Radiotelescopio en la Banda de 12 GHz para Usos Docentes* Reporte Técnico. © Coordinación de Astrofísica, INAOE (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), Luis Enrique Erro 1, Sta. Ma. Tonantzintla, 72840, Puebla, México, 2021).
5. Gallardo, J., Toledo, I. y Torres, P. *Manual de Radioastronomía ALMA en la Escuela* inf. téc. Basado en “El Universo Invisible” de Universe Awareness (UNAWA) y “Explorando nuestros orígenes cósmicos” del Observatorio Europeo Austral (ESO). Traducción al español por Ney Fernández y la Unidad de Astronomía de la Universidad de Antofagasta. (2021). https://www.eso.org/public/archives/education/pdf/edu_0071.pdf.
6. Peñaloza, J. P. y Bernal, J. C. C. *Construcción de un radiotelescopio pequeño para la exploración solar en centros de interés* Trabajo de grado (Universidad Pedagógica Nacional, 2023).
7. Gobierno de México. *Inauguran la 16ª edición de la Escuela de Astronomía Observacional para Estudiantes Latinoamericanos* Consultado el 30 de marzo de 2025. <https://www.inaoep.mx/noticias/?noticia=1154&anio=2024>.
8. Anzola, B. M. et al. *Construcción de un radiotelescopio para analizar el Sol en la banda de 12GHz en Congreso Colombiano de Astronomía y Astrofísica* Presentado en el Congreso Colombiano de Astronomía y Astrofísica, 2024 (2024).