

# Radiotelescopios de bajo costo para la enseñanza de la Radioastronomía en Colegios

---

Laura Herrera   Bryan Martinez   Julian Avila

6 de julio de 2025

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

# Outline

- 1 Tamaño
- 2 Localización
- 3 Ingresos Proyectados
- 4 Inversión Necesaria
- 5 Gestión de Crédito
- 6 Gastos y Costos del Proyecto
- 7 Utilidad Bruta y Neta
- 8 Estudio Financiero Proyectado (Años 2-5)
- 9 Bibliografía

Tamaño

---

## Nuestra Estrategia: ¿Por qué empezar pequeños?

- **Estrategia Adoptada:** “Tamaño inferior a la demanda con ampliaciones posteriores”.
- **Mercado Potencial:** Identificamos una demanda de más de **270 colegios** con perfil científico en Bogotá.
- **Restricción Clave:** Nuestra capacidad real está ligada al **número de pasantes** de la Universidad Distrital por año.
- **Enfoque Inteligente:** Iniciar con un piloto enfocado nos permite:
  - Validar nuestro modelo educativo.
  - Asegurar casos de éxito iniciales.
  - Crecer de manera sostenible y con bajo riesgo financiero.

## Un Proyecto de Grado Integral

Cada implementación requiere **600 horas** de trabajo por pasante.

## Nuestro Valor Agregado

No entregamos un equipo, implementamos un programa educativo completo.

# Cronograma de Implementación (10 meses por colegio)

## Semestre 1 - Desarrollo y Puesta en Marcha (320 horas)

- **Mes 1-2 (120 horas):** Planificación y construcción del hardware.
- **Mes 3 (100 horas):** Configuración de software y preparación de guías didácticas.
- **Mes 4-5 (100 horas):** Instalación en el colegio y talleres de formación inicial.

## Semestre 2 - Acompañamiento y Cierre (280 horas)

- **Mes 6-7 (120 horas):** Asesoría a estudiantes en su primer proyecto de observación.
- **Mes 8 (80 horas):** Soporte técnico y evaluación de impacto.
- **Mes 9-10 (80 horas):** Sistematización de la experiencia e informe final de grado.

## Objetivo

Crear capacidad instalada y autonomía en cada institución.

### Formación Docente

Capacitamos un núcleo de **2 a 3 docentes** líderes por colegio.

### Formación Estudiantil

Formamos un grupo pionero de **15 a 20 estudiantes**.

# Un Crecimiento Controlado y Sostenible

| Capacidad                 | Año 1   | Año 2    | Año 3     | Año 4     | Año 5     |
|---------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| N° de Pasantes            | 3       | 6        | 9         | 9         | 9         |
| Implementación (Colegios) | 3       | 6        | 9         | 9         | 9         |
| Formación (Docentes)      | 6 - 9   | 12 - 18  | 18 - 27   | 18 - 27   | 18 - 27   |
| Formación (Estudiantes)   | 45 - 60 | 90 - 120 | 135 - 180 | 135 - 180 | 135 - 180 |

**Cuadro 1:** Proyección de crecimiento hasta alcanzar la capacidad madura del proyecto.

## Meta

Alcanzar una capacidad madura de 9 implementaciones anuales a partir del tercer año.



- **Tamaño Inicial:** Iniciaremos con **3 implementaciones** en el Año 1 para validar el modelo y perfeccionar los procesos.
- **Enfoque Estratégico:** Priorizaremos colegios del clúster “Corredor Científico del Norte” para asegurar el éxito del piloto.
- **Visión a Futuro:** El plan garantiza un crecimiento escalonado hasta alcanzar una capacidad sostenible y de alto impacto.
- **Siguiente Paso:** Formalizar las alianzas estratégicas con los 3 colegios seleccionados.

# Localización

---

## Nuestro Enfoque de Localización en Dos Fases

- **Objetivo:** Determinar las áreas geográficas y colegios con mayor probabilidad de éxito para la fase piloto.
- **Fase 1: Macrolocalización**
  - *Pregunta:* ¿Cuál es la mejor **zona geográfica** para enfocar nuestros esfuerzos?
- **Fase 2: Microlocalización**
  - *Pregunta:* ¿Cuáles son los **3 colegios específicos** con mayor potencial dentro de esa zona?
- **Método:** Evaluación Cuantitativa por Puntos para una decisión objetiva y basada en datos.

## Alternativas Evaluadas

- Bogotá - Eje Norte (Usaquén, Suba)
- Municipios Aledaños (Chía, Cota)
- Bogotá - Eje Centro-Occidente

## Factores Clave Ponderados

- Concentración de Colegios Foco-Ciencia (40 %)
- Potencial de Visibilidad y Prestigio (25 %)
- Facilidad Logística y Tiempo de Viaje (20 %)
- Proximidad al Centro de Operaciones (U.D.) (15 %)

**Cuadro 2:** Evaluación de Macrolocalización.

| Factor                                 | Peso         | A: Bogotá - Eje Norte |       | B: Municipios Aledaños |       | C: Bogotá - Centro |       |
|--|--------------|-----------------------|-------|------------------------|-------|--------------------|-------|
|  |              | Calif.                | Pond. | Calif.                 | Pond. | Calif.             | Pond. |
| Concentración de Colegios Foco-Ciencia | 40 %         | 9                     | 3.60  | 8                      | 3.20  | 6                  | 2.40  |
| Potencial de Visibilidad y Prestigio   | 25 %         | 8                     | 2.00  | 9                      | 2.25  | 7                  | 1.75  |
| Facilidad Logística y Tiempo de Viaje  | 20 %         | 7                     | 1.40  | 5                      | 1.00  | 9                  | 1.80  |
| Proximidad al Centro de Operaciones    | 15 %         | 6                     | 0.90  | 4                      | 0.60  | 10                 | 1.50  |
| <b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>                | <b>100 %</b> | <b>7.90</b>           |       | <b>7.05</b>            |       | <b>7.45</b>        |       |

## Zona Seleccionada: Eje Norte de Bogotá

Ofrece el mejor balance entre una alta concentración de colegios objetivo y una logística manejable.

- **Objetivo:** Identificar un “clúster” de 3 colegios en el Eje Norte para el Año 1.
- **Candidatos Preseleccionados:**
  - Colegio Calasanz
  - Colegio Bilingüe Maximino Poitiers
  - Colegio San Viator
  - Liceo de Cervantes
  - Colegio Abraham Lincoln
- **Justificación:** Todos son colegios de alto perfil, ubicados en la zona norte, con afinidad científica y gran potencial de impacto.

**Cuadro 3:** Matriz de Evaluación de Microlocalización (Selección de Colegios).

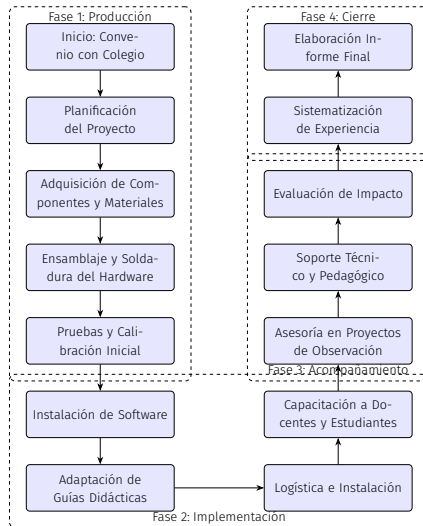
| Factor                            | Peso         | Calasanz    |       | M. Poitiers |       | San Viator  |       | Cervantes   |       | A. Lincoln  |       |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                                   |              | Cal.        | Pond. | Cal.        | Pond. | Cal.        | Pond. | Cal.        | Pond. | Cal.        | Pond. |
| Evidencia de Foco en Ciencias     | 40 %         | 10          | 4.00  | 7           | 2.80  | 8           | 3.20  | 8           | 3.20  | 8           | 3.20  |
| Reputación y Visibilidad          | 25 %         | 8           | 2.00  | 8           | 2.00  | 9           | 2.25  | 10          | 2.50  | 9           | 2.25  |
| Receptividad Institucional (Est.) | 20 %         | 9           | 1.80  | 7           | 1.40  | 8           | 1.60  | 8           | 1.60  | 8           | 1.60  |
| Ubicación y Facilidad Logística   | 15 %         | 8           | 1.20  | 9           | 1.35  | 8           | 1.20  | 7           | 1.05  | 7           | 1.05  |
| <b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>           | <b>100 %</b> | <b>9.00</b> |       | <b>7.55</b> |       | <b>8.25</b> |       | <b>8.35</b> |       | <b>8.10</b> |       |

## Conclusión: Nuestro Clúster Piloto Estratégico

- **Decisión Basada en Datos:** La estrategia de localización nos permite iniciar con los socios más fuertes en la zona más estratégica.
- **Clúster Seleccionado para el Año 1 (Top 3 del Ranking):**
  1. Colegio Calasanz (Puntaje: 9.00)
  2. Liceo de Cervantes (Puntaje: 8.35)
  3. Colegio San Viator (Puntaje: 8.25)
- **Beneficios del Enfoque:**
  - Maximiza la probabilidad de éxito.
  - Optimiza la logística del equipo.
  - Crea casos de estudio sólidos para la expansión futura.



# Diagrama de Flujo del Proceso



## Componentes Electrónicos

- Antena parabólica
- LNB (Low-Noise Block)
- RTL-SDR Dongle
- Raspberry Pi 4
- MicroSD y Cables
- Fuente de alimentación

## Material Pedagógico

- Guías didácticas
- Manuales de usuario
- Material para talleres

## Materiales Estructurales

- Trípode o base
- Caja protectora
- Tornillería y herrajes

## Software

- S.O. para Raspberry Pi
- Software de radioastronomía

| Rol                     | Perfil Requerido                               | Responsabilidades Clave  |
|-------------------------|--|--|
| <b>Pasante</b>          | Estudiante de Ing./Física<br>(600h / 10 meses) | Liderar todo el ciclo del proyecto.<br>(Producción, instalación, soporte). |
| <b>Tutor Académico</b>  | Docente U.D. (STEM)<br>(2-4 h/semana)          | Supervisar rigor técnico y académico.<br>Facilitar recursos y evaluar.     |
| <b>Coordinador</b>      | Profesional en gestión<br>(4-6 h/semana)       | Gestionar relación con colegios.<br>Asegurar calidad y logística.          |
| <b>Docente Contacto</b> | Docente del colegio<br>(Dedicación variable)   | Punto de contacto institucional.<br>Coordinar y multiplicar conocimiento.  |

## Recursos: Maquinaria y Equipo

| Tipo de Equipo      | Descripción y Uso Principal   |
|---------------------|---|
| Herramientas Taller | Cautín, multímetro, alicates. Para el ensamblaje electrónico en el laboratorio de la universidad. |
| Equipo de Cómputo   | Computador portátil para programación, análisis de datos y elaboración de informes.               |
| Equipo de Pruebas   | Osciloscopio y generador de señales (opcional) para calibración y verificación del receptor.      |
| Transporte          | Vehículo para el traslado del equipo y del personal al colegio para la instalación y seguimiento. |

- Los ingresos principales provendrán de la venta de radiotelescopios y servicios asociados (capacitación y soporte a escuelas privadas).

## Ingresos Proyectados

---

- **Costo de construcción por unidad:** COP\$ 800.000 (incluyendo enseñanza para estudiantes).
- **Margen de beneficio bruto:** 30 %.
- **Precio de venta por unidad:** Aproximadamente COP\$ 1.142.857.
- **Ventas proyectadas (Año 1):** 3 radiotelescopios en 3 colegios.
- **Ingresos totales (Año 1):**  $3 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 1.142.857/\text{unidad} = \text{COP\$ } 3.428.571.$

## Inversión Necesaria

---



## Inversión Necesaria

- La inversión principal se destinará a la adquisición de materiales y a cubrir los costos asociados con los estudiantes pasantes.
- **Costo estimado por unidad:**
  - Antenas y LNB:
    - Servisistemas: COP\$ 460.000
    - AZ Colombia Store: COP\$ 400.000 (precio de cinco antenas)
    - Mercado Libre Colombia: COP\$ 200.000
  - Arduino R3:
    - TD Electrónica: COP\$ 60.0000
    - Mercado Libre Colombia: COP\$ 150.000
  - Potenciómetro:
    - TD Electrónica: COP\$ 3.000
    - Mercado Libre Colombia: COP\$ 4.000
  - Protoboard:
    - TD Electrónica: COP\$ 20.000
    - Mercado Libre Colombia: COP\$ 25.000

- Cables:
  - TD Electrónica: COP\$ 15.000
  - Vicartechz: COP\$ 10.000
  - Mercado Libre Colombia: COP\$ 30.000
- **Costo promedio por unidad:** Incluye mano de obra (COP\$ 300.000), totalizando COP\$ 800.000 para la construcción y enseñanza.
- **Inversión total (Año 1):**
  - 3 estudiantes pasantes, cada uno responsable de una implementación.
  - Costo de producción para las 3 unidades:  $3 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 800.000/\text{unidad} = \text{COP\$ } 2.400.000$ .

## Gestión de Crédito

---

- Se proponen dos modelos de financiación flexibles para facilitar la adquisición.
- **Modelo 1:** Pago inicial completo por parte del colegio antes del inicio del proyecto.
- **Modelo 2:**
  - El proyecto gestiona un crédito a corto plazo con una entidad bancaria (ej. Bancolombia, Davivienda, Banco de Bogotá).
  - La institución educativa realiza el pago al finalizar la implementación, momento en el cual el proyecto salda el préstamo.

## Gastos y Costos del Proyecto

---

## Costos Directos (Costo de Bienes Vendidos - CBV)

- El costo por unidad es de COP\$ 800.000.
- Los costos directos totales para el Año 1 ascienden a: 3 unidades  $\times$  COP\$ 800.000/unidad = COP\$ 2.400.000.

- **Estipendio del Pasante:** Los estudiantes colaborarán como pasantes y su contribución formará parte de su trabajo de grado. No se ha contemplado un costo salarial directo significativo para el proyecto en este rubro.
- **Capacitación docente:** Ya está incluido en el costo unitario de COP\$ 800.000.
- **Gestión/Supervisión del proyecto:** La supervisión es asumida por tutores docentes adscritos al semillero de Investigación en Energías Renovables de la Universidad.
- **Marketing y divulgación:** Se contactará a la Red Colombiana de Astronomía (RECA) y a los colegios seleccionados directamente. Los costos asociados son mínimos, principalmente de comunicación y desplazamientos.

- **Logística y viajes:** Para el primer año, se seleccionó un clúster de colegios cercanos en el Eje Norte de Bogotá (Usaquén y Suba) para optimizar la logística. Se asumen 3 visitas por colegio implementado (instalación y seguimiento/soporte).
  - Los costos de viaje para el Año 1 se estiman en:  $3 \text{ colegios} \times 3 \text{ visitas/colegio} \times \text{COP\$ } 50.000/\text{visita} = \text{COP\$ } 450.000$ .
- **Gastos administrativos:** Estimados en un 5 % de los costos directos.
  - Los gastos administrativos para el Año 1 son:  $0.05 \times \text{COP\$ } 2.400.000 = \text{COP\$ } 120.000$ .
- **Total de Gastos Operativos (Año 1):**  $\text{COP\$ } 450.000 + \text{COP\$ } 120.000 = \text{COP\$ } 570.000$ .



## Utilidad Bruta y Neta

---

- **Utilidad Bruta (Año 1):** COP\$ 3.428.571 (Ingresos) - COP\$ 2.400.000 (Costos Directos) = COP\$ 1.028.571.
- **Utilidad Neta (Año 1):** COP\$ 1.028.571 (Utilidad Bruta) - COP\$ 570.000 (Gastos Operativos) = COP\$ 458.571.

## Estudio Financiero Proyectado (Años 2-5)

---

- **Ingresos:**  $6 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 1.142.857/\text{unidad} = \text{COP\$ } 6.857.142.$
- **Inversión (Costo de producción) / Costos Directos (CBV):**  $6 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 800.000/\text{unidad} = \text{COP\$ } 4.800.000.$
- **Gastos Operativos:**
  - Costos de viaje:  $6 \text{ colegios} \times 3 \text{ visitas/colegio} \times \text{COP\$ } 50.000/\text{visita} = \text{COP\$ } 900.000.$
  - Gastos administrativos:  $0.05 \times \text{COP\$ } 4.800.000 = \text{COP\$ } 240.000.$
  - Total:  $\text{COP\$ } 1.140.000.$
- **Utilidad Bruta:**  $\text{COP\$ } 6.857.142 - \text{COP\$ } 4.800.000 = \text{COP\$ } 2.057.142.$
- **Utilidad Neta:**  $\text{COP\$ } 2.057.142 - \text{COP\$ } 1.140.000 = \text{COP\$ } 917.142.$

- **Ingresos:**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 1.142.857/\text{unidad} = \text{COP\$ } 10.285.713.$
- **Inversión (Costo de producción) / Costos Directos (CBV):**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 800.000/\text{unidad} = \text{COP\$ } 7.200.000.$
- **Gastos Operativos:**
  - Costos de viaje:  $9 \text{ colegios} \times 3 \text{ visitas/colegio} \times \text{COP\$ } 50.000/\text{visita} = \text{COP\$ } 1.350.000.$
  - Gastos administrativos:  $0.05 \times \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 360.000.$
  - Total:  $\text{COP\$ } 1.710.000.$
- **Utilidad Bruta:**  $\text{COP\$ } 10.285.713 - \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 3.085.713.$
- **Utilidad Neta:**  $\text{COP\$ } 3.085.713 - \text{COP\$ } 1.710.000 = \text{COP\$ } 1.375.713.$

- **Ingresos:**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 1.142.857/\text{unidad} = \text{COP\$ } 10.285.713.$
- **Inversión (Costo de producción) / Costos Directos (CBV):**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 800.000/\text{unidad} = \text{COP\$ } 7.200.000.$
- **Gastos Operativos:**
  - Costos de viaje:  $9 \text{ colegios} \times 3 \text{ visitas/colegio} \times \text{COP\$ } 50.000/\text{visita} = \text{COP\$ } 1.350.000.$
  - Gastos administrativos:  $0.05 \times \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 360.000.$
  - Total:  $\text{COP\$ } 1.710.000.$
- **Utilidad Bruta:**  $\text{COP\$ } 10.285.713 - \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 3.085.713.$
- **Utilidad Neta:**  $\text{COP\$ } 3.085.713 - \text{COP\$ } 1.710.000 = \text{COP\$ } 1.375.713.$

- **Ingresos:**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 1.142.857/\text{unidad} = \text{COP\$ } 10.285.713.$
- **Inversión (Costo de producción) / Costos Directos (CBV):**  $9 \text{ unidades} \times \text{COP\$ } 800.000/\text{unidad} = \text{COP\$ } 7.200.000.$
- **Gastos Operativos:**
  - Costos de viaje:  $9 \text{ colegios} \times 3 \text{ visitas/colegio} \times \text{COP\$ } 50.000/\text{visita} = \text{COP\$ } 1.350.000.$
  - Gastos administrativos:  $0.05 \times \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 360.000.$
  - Total:  $\text{COP\$ } 1.710.000.$
- **Utilidad Bruta:**  $\text{COP\$ } 10.285.713 - \text{COP\$ } 7.200.000 = \text{COP\$ } 3.085.713.$
- **Utilidad Neta:**  $\text{COP\$ } 3.085.713 - \text{COP\$ } 1.710.000 = \text{COP\$ } 1.375.713.$

## Resumen Projectado de Utilidad Neta (Años 1-5)

| Indicador         | Año 1 (COP\$) | Año 2 (COP\$) | Año 3 (COP\$) | Año 4 (COP\$) | Año 5 (COP\$) |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ingresos          | 3,428,571     | 6,857,142     | 10,285,713    | 10,285,713    | 10,285,713    |
| Costos Directos   | 2,400,000     | 4,800,000     | 7,200,000     | 7,200,000     | 7,200,000     |
| Utilidad Bruta    | 1,028,571     | 2,057,142     | 3,085,713     | 3,085,713     | 3,085,713     |
| Gastos Operativos | 570,000       | 1,140,000     | 1,710,000     | 1,710,000     | 1,710,000     |
| Utilidad Neta     | 458,571       | 917,142       | 1,375,713     | 1,375,713     | 1,375,713     |

**Cuadro 4:** Resumen Projectado de Utilidad Neta (Años 1-5).

Este análisis muestra un crecimiento constante en la utilidad neta a medida que el proyecto escala su capacidad de implementación hasta alcanzar su madurez en el Año 3. La estrategia de crecimiento gradual y autofinanciado permite una operación sostenible, generando los recursos necesarios para posibles expansiones futuras, incluyendo la fase de implementación en colegios públicos.



## Análisis Financiero: Proyección a 5 Años

| Concepto                  | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos Totales          | 3,428,571      | 6,857,142      | 10,285,713     | 10,285,713     | 10,285,713     |
| (-) Costos Directos       | 2,400,000      | 4,800,000      | 7,200,000      | 7,200,000      | 7,200,000      |
| <b>Utilidad Bruta</b>     | <b>1028571</b> | <b>2057142</b> | <b>3085713</b> | <b>3085713</b> | <b>3085713</b> |
| (-) Gastos Operativos     | 570,000        | 1,140,000      | 1,710,000      | 1,710,000      | 1,710,000      |
| <b>Utilidad Op. (UAI)</b> | <b>458571</b>  | <b>917142</b>  | <b>1375713</b> | <b>1375713</b> | <b>1375713</b> |

# Indicador Clave: Tasa Interna de Retorno (TIR)

## Definición

Representa la rentabilidad porcentual promedio anual que genera el proyecto sobre la inversión inicial.

## Flujo de Caja Proyectado

- Año 0: -2,400,000
- Año 1: 458,571
- Año 2: 917,142
- Año 3: 1,375,713
- Año 4: 1,375,713
- Año 5: 1,375,713

## Resultado

29.1 %

## Conclusiones de Viabilidad Financiera

- **Alta Rentabilidad:** Una TIR del **29.1 %** es superior a las tasas de oportunidad del mercado (15-20 %), lo que indica que el proyecto es una inversión muy atractiva.
- **Punto de Equilibrio:** El flujo de caja acumulado se torna positivo durante el **tercer año**. La inversión inicial se recupera en su totalidad en este punto.
- **Validación del Modelo:** El hito financiero del Año 3 coincide con el último escalamiento a 9 colegios, validando que este tamaño es sostenible y consolida la viabilidad a largo plazo.

## Conclusiones de Viabilidad Financiera

- **Alta Rentabilidad:** Una TIR del **29.1 %** es superior a las tasas de oportunidad del mercado (15-20 %), lo que indica que el proyecto es una inversión muy atractiva.
- **Punto de Equilibrio:** El flujo de caja acumulado se torna positivo durante el **tercer año**. La inversión inicial se recupera en su totalidad en este punto.
- **Validación del Modelo:** El hito financiero del Año 3 coincide con el último escalamiento a 9 colegios, validando que este tamaño es sostenible y consolida la viabilidad a largo plazo.

## Conclusiones de Viabilidad Financiera

- **Alta Rentabilidad:** Una TIR del **29.1 %** es superior a las tasas de oportunidad del mercado (15-20 %), lo que indica que el proyecto es una inversión muy atractiva.
- **Punto de Equilibrio:** El flujo de caja acumulado se torna positivo durante el **tercer año**. La inversión inicial se recupera en su totalidad en este punto.
- **Validación del Modelo:** El hito financiero del Año 3 coincide con el último escalamiento a 9 colegios, validando que este tamaño es sostenible y consolida la viabilidad a largo plazo.

## Bibliografía

---

## Referencias

---

- [1] Abraham Luna C. et al. ***Manual de Construcción de un Radiotelescopio en la Banda de 12 GHz para Usos Docentes***. Reporte Técnico. © Coordinación de Astrofísica, INAOE. Luis Enrique Erro 1, Sta. Ma. Tonantzintla, 72840, Puebla, México: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), 2021.

- [2] José Gallardo, Ignacio Toledo y Pablo Torres. **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. URL: [https://www.eso.org/public/archives/education/pdf/edu\\_0071.pdf](https://www.eso.org/public/archives/education/pdf/edu_0071.pdf).
- [3] Jaime Pinzón Peñaloza y Julieth Camila Cabrera Bernal. **“Construcción de un radiotelescopio pequeño para la exploración solar en centros de interés”**. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional, 2023.



- [4] Gobierno de México. ***Inauguran la 16ª edición de la Escuela de Astronomía Observacional para Estudiantes Latinoamericanos.*** Consultado el 30 de marzo de 2025. 2024. URL: <https://www.inaoep.mx/noticias/?noticia=1154&anio=2024>.
- [5] Bryan Martinez Anzola 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. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2024.
- [6] Daniel Menor Adame. **“Diseño de un radiotelescopio de bajo coste basado en tecnologías de radio definida por software”.** No Publicado. Madrid, dic. de 2018. URL: <https://oa.upm.es/55238/>.

- [7] Juan Ángel Vaquerizo. ***PARTNeR: Radioastronomía desde el aula***. Consultado el 30 de marzo de 2025. Mayo de 2010. URL:  
<https://www.madrimasd.org/partner-radioastronomia-desde-aula>.
- [8] 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”**. En: *Ciencias Sociales México* (sep. de 2011). Consultado el 30 de marzo de 2025. URL:  
<https://www.dicyt.com/noticias/inaoe-buap-y-victorinox-mexico-firman-convenio-de-colaboracion-para-construir-telescopios-para-escuelas>.

- [9] Boletines BUAP. **“Del Aula al Universo, un telescopio para cada escuela, un programa que acerca los astros a los jóvenes”**. En: *Boletines BUAP* (abr. de 2021). Consultado el 30 de marzo de 2025. URL: <https://www.boletin.buap.mx/node/1971>.

Gracias por la atención

¿Preguntas?