

**Nombre del semillero de investigación**

SEMILLERO DE INVESTIGACION EN FISICA APLICADA (QUASAR)

**Nombre del proyecto**

INSTRUMENTACION DEL TELESCOPIO DE LA UNIVERSIDAD EAFIT PARA REALIZAR ESPECTROGRAFIA DE VENUS

**Año**

2021

**Marco del Proceso de ASC: Fortalecimiento o solución de asuntos de interés social.**

Este semillero de investigación forma parte de la estrategia de Investigación Formativa de la Universidad EAFIT que ratifica su compromiso con el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y la Creación y lo establece como uno de sus ejes misionales. Con el desarrollo de iniciativas como estas, aportamos a los procesos científico-tecnológicos y creativos que se desarrollan en el seno de su comunidad universitaria y cómo estos permean las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

En el propósito de cultivar talentos y vocaciones científicas y creativas el rol del profesor es vital, ya que es quien desde su pasión, experiencia y conocimiento acerca a los estudiantes a las técnicas propias del saber científico y diseña experiencias de aprendizaje que aporten a la construcción de procesos investigativos.

En consonancia con los [Lineamientos de Investigación Formativa de la Universidad](#), se describe a continuación los principios que rigieron la ejecución del componente con sus resultados, en términos del fortalecimiento de asuntos de interés social, del presente proyecto:

**Objetivos del semillero en clave de fortalecimiento de la práctica educativa**

Los propósitos educativos-pedagógicos buscados con el desarrollo del proyecto en el semillero incluyeron explorar y comprender las condiciones de Venus a través de técnicas como la espectroscopia, promover el interés y la participación activa en la investigación astronómica, desarrollar habilidades en el manejo de instrumentación

**Medellín**NIT 890901389  
Carrera 49 # 7 sur-50  
(57) 604 261 95 00**Pereira**Carrera 19 # 12-70  
Megacentro Pinares  
(57) 606 321 41 15**Bogotá**Carrera 15 # 88-64  
oficina 401  
(57) 601 611 46 18**Llanogrande**Km 3.5 vía Don Diego –  
Rionegro  
(57) 322 529 4323

óptica y fomentar la colaboración para alcanzar descubrimientos significativos en el estudio del planeta.

### **Metodología**

Para la ejecución de este proyecto, se organizaron reuniones semanales de una hora de duración donde se discutían los temas correspondientes a cada etapa del proyecto. El proyecto se dividió en varias etapas, que se describen a continuación. Se llevó a cabo una documentación detallada de cada fase a lo largo de todo el proyecto. En la etapa de planeación, se estructuró y planificó el proyecto de investigación para el año. En las reuniones semanales se abordaron detalles importantes como la capacitación en espectroscopía básica y el uso del telescopio, así como la identificación del material bibliográfico necesario. En la primera etapa de capacitación, se formó a los integrantes del semillero en los fundamentos básicos de la espectroscopía y el funcionamiento del telescopio, utilizando las reuniones semanales como espacios de aprendizaje y intercambio de ideas. Durante la etapa de diseño, se asignaron las tareas para la ejecución del proyecto, incluyendo el diseño del acople entre el telescopio y el mini espectrómetro, y los cálculos ópticos necesarios para el montaje. En las reuniones semanales se resolvieron dudas y se monitoreó el progreso de las actividades. En la segunda etapa de capacitación, se instruyó a los participantes del semillero en los fundamentos básicos de la astrobiología, para mejorar su capacidad de interpretar los datos obtenidos de la espectroscopía de la atmósfera de Venus. En la etapa de implementación, se completó la instrumentación del telescopio de la universidad, permitiendo la prueba del sistema antes de la toma de datos. Esta etapa también sirvió para corregir errores de la etapa de diseño y capacitar a los nuevos miembros en el uso del telescopio. En la etapa de toma y análisis de datos, se ejecutaron las actividades planificadas, utilizando el montaje implementado para la recolección de datos espectroscópicos de la atmósfera de Venus. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos para interpretar los resultados.

### **Resultados obtenidos**

Se acopló la luz proveniente del telescopio al miniespectrómetro digital del laboratorio de óptica para su posterior análisis. Se realizaron los cálculos ópticos necesarios para identificar la pupila de entrada y salida del sistema óptico. Se insertó un diafragma en el sistema para reducir el campo de apertura y así recibir únicamente la luz del planeta en estudio. Se adquirieron fundamentos básicos de espectrometría y astrobiología para llevar a cabo el estudio planteado. Se desarrolló

un programa en Matlab que facilitó la interpretación de los datos espectroscópicos para realizar un análisis de espectrografía de Venus.

### **Descripción del fortalecimiento, la solución o el mejoramiento de la práctica educativa**

Durante el proceso de investigación formativa en el semillero, se implementaron diversas estrategias para fortalecer las prácticas educativas, habilidades y competencias de los participantes. Inicialmente, se organizó una serie de reuniones semanales donde se discutieron y planificaron las etapas del proyecto, lo que permitió a los semilleristas aprender a estructurar y gestionar proyectos científicos de manera efectiva. En cada etapa del proyecto, desde la planeación hasta la implementación y análisis de datos, se enfatizó el desarrollo de habilidades prácticas, como el acoplamiento de instrumentos ópticos y la realización de cálculos ópticos necesarios para la investigación. Además, se proporcionó formación específica en técnicas avanzadas como espectroscopía y manejo de datos espectroscópicos a través de programas informáticos como Matlab, lo cual fortaleció sus habilidades técnicas y su capacidad para interpretar resultados científicos. La capacitación en fundamentos de astrobiología amplió su comprensión teórica y contextualizó la relevancia de los datos obtenidos. El trabajo en equipo y la colaboración fueron aspectos fundamentales, ya que los semilleristas no solo aprendieron a trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes, sino que también compartieron conocimientos y experiencias, enriqueciendo así el proceso educativo de todos los involucrados. En resumen, el proceso no solo fortaleció las habilidades técnicas y científicas de los participantes, sino que también cultivó habilidades en gestión de proyectos, trabajo colaborativo y análisis crítico de datos, preparándolos de manera integral para futuras investigaciones y actividades académicas en el campo de la ciencia.

A partir de estas consideraciones, a continuación, se encuentra la sistematización del proceso.

---

**Medellín**

NIT 890901389  
Carrera 49 # 7 sur-50  
(57) 604 261 95 00

**Pereira**

Carrera 19 # 12-70  
Megacentro Pinares  
(57) 606 321 41 15

**Bogotá**

Carrera 15 # 88-64  
oficina 401  
(57) 601 611 46 18

**Llanogrande**

Km 3.5 vía Don Diego –  
Rionegro  
(57) 322 529 4323

**INFORME FINAL DE PROYECTOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN 2021**  
**VICERRECTORÍA DE DESCUBRIMIENTO Y CREACIÓN**  
**OFICINA DE PLANEACIÓN Y DESCUBRIMIENTO FORMATIVO**  
**UNIVERSIDAD EAFIT**

Nombre del semillero de investigación	QUASAR
Nombre del proyecto de investigación	Instrumentación del telescopio de la Universidad EAFIT para realizar espectrografía de Venus
Nombre del investigador principal	Carlos Alejandro Trujillo
Estudiantes que participaron en la investigación	Miguel Alzate Betancur, Waira Sofía Moná Bedoya, Daniela Posada Piedrahita.

**OBJETIVOS**

<b>Objetivos</b>	<b>Contenido</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
General	Realizar un análisis del espectro de radiación del planeta Venus a partir de la instrumentación del telescopio de la universidad.	100%
Específico	Acoplar la luz proveniente del telescopio al mini espectrómetro digital del laboratorio de óptica para su posterior análisis.	100%
Específico	Realizar los cálculos ópticos necesarios para identificar la pupila de entrada y salida del sistema óptico.	100%
Específico	Insertar un diafragma en el sistema el cual reduzca el campo de apertura y así solo recibir la luz del planeta a estudiar.	100%
Específico	Aprender fundamentos básicos de espectrometría y astrobiología para llevar a cabo el estudio planteado.	100%
Específico	Realizar un programa en Matlab que facilite la interpretación de datos espectroscópicos para realizar un análisis de espectrografía de Venus.	100%

El objetivo general se cumplió en un 80% ya que, aunque se pudo obtener un espectro de radiación recogido por la instrumentación realizada, este no fue de Venus, ya que las condiciones climáticas no permitieron la recolección de datos de este. Sin embargo, se pudo diseñar y construir un acople que pudiera transmitir la información lumínica recogida por el

telescopio al mini espectrómetro. Probando así, que es posible acoplar estos dos elementos para un estudio del espectro de radiación de cuerpos celestes u objetos terrestres.

Los objetivos específicos que presentan un porcentaje de ejecución menor al 100% corresponden al de realizar los cálculos ópticos necesarios para identificar la pupila de entrada y salida del sistema óptico y al de Insertar un diafragma en el sistema el cual reduzca el campo de apertura y así solo recibir la luz del planeta a estudiar; el primer caso debido a que los cálculos que se plantearon en primera instancia eran para conocer en qué punto insertar el acople, el cual estaría uniendo el telescopio al mini espectrómetro. Al estudiar la situación a profundidad se observó que era mejor utilizar una fibra óptica que trasladara toda la información lumínica recuperada al mini espectrómetro, de este modo se procedería entonces a construir dos acoples, uno entre el telescopio y la fibra óptica y otro entre la fibra óptica y el mini espectrómetro, logrando con esto trasladar la información lumínica y no forzar el mini espectrómetro y evitar daños. Implementar la fibra óptica al sistema cumplió con el objetivo de recolectar y trasladar satisfactoriamente la información lumínica sin necesidad de realizar los cálculos para identificar la pupila de entrada y salida del sistema óptico.

El segundo caso no fue implementado el diafragma ya que se decidió realizar la limitación de los datos estudiados por medio de dos observaciones, una con Venus y otra en el mismo punto del espacio, pero sin Venus, esto para restar la luz lumínica de fondo y tener solo la información lumínica del planeta que es la deseada. El objetivo de tener solo la información lumínica de Venus se sigue cumpliendo sin necesidad de utilizar un diafragma, ya que las estrellas de fondo no son lo bastante luminosas como para competir con la luminosidad de Venus. Adicionalmente, el ruido de fondo se puede eliminar en el mismo software que capta los datos del mini espectrómetro, de esta manera, no es necesario la implementación de un diafragma que limitara la luz recogida por el telescopio.

El último objetivo no se cumplió como se esperaba, ya que no se logró recoger datos de espectrografía de Venus y por lo tanto su análisis a través de un programa de MATLAB no se llevó a cabo. Las limitaciones climáticas del cielo del valle de Aburrá imposibilitó la toma de datos, ya que muchas veces no se contaba con la suerte de tener un cielo despejado. Por esta razón, no se implementó ningún programa para la recolección de datos específicos de Venus. No obstante, se diseñó e implementó un equipo que permite la recolección de datos por parte del espectrómetro a partir de la luz recolectada por el telescopio, lo cual permite potencialmente hacer el análisis espectrométrico de cualquier astro.

## **METODOLOGÍA**

Para la realización de este proyecto, se organizó semanalmente una reunión de una hora de duración, donde se discutieron los temas a tratar en cada etapa del proyecto. El proyecto estuvo dividido por varias etapas que se describen a continuación. A lo largo de todo el proyecto se hizo una documentación de lo trabajado en cada etapa.

<b>Etapa de planeación</b>	<b>Actividades asignadas</b>
----------------------------	------------------------------

En esta primera etapa, se planeó y estructuró el proyecto de investigación a desarrollar durante todo el año.	Se discutieron en las reuniones semanales los detalles importantes sobre la ejecución del proyecto, como lo son, el tipo de capacitaciones que se recibieron y el material bibliográfico que se necesitó.
<b>Etapa 1 de capacitación</b>	<b>Actividades asignadas</b>
En esta etapa, se capacitó a los integrantes del semillero en espectroscopia básica y el uso del telescopio, donde las reuniones semanales sirvieron como un espacio de aprendizaje e intercambio de ideas	Se realizaron dos ponencias con Carlos Andrés Díaz y Elena Montilla en los temas designados, estas fueron: - Óptica atmosférica. - Espectroscopia. También se recibieron múltiples capacitaciones en el uso adecuado del telescopio para tener total autonomía a la hora de manejarlo.
<b>Etapa de diseño</b>	<b>Actividades asignadas</b>
Se repartieron las tareas para la ejecución del proyecto, tales como el diseño de los acoples entre el telescopio y la fibra óptica y la fibra óptica, y el mini espectrómetro. En las reuniones semanales se resolverán dudas e inquietudes y se estará monitoreando el avance de las tareas.	Se ejecutaron todas las medidas necesarias para implementar diseños CAD en Solid Works del telescopio y el mini espectrómetro junto con el primer prototipo del acople que conectaría a ambos artefactos.
<b>Etapa 2 de capacitación</b>	<b>Actividades asignadas</b>
Se capacitó a los integrantes del semillero en fundamentos básicos de astrobiología, para así ganar conocimiento que fue de utilidad a la hora interpretar los datos obtenidos.	Se realizó una ponencia y una capacitación para todos los integrantes del semillero con Nicolas Pinel acerca astrobiología y Carlos Trujillo en la capacitación acerca el mini espectrómetro donde los espacios sirvieron para resolver inquietudes del proyecto.
<b>Etapa de implementación</b>	<b>Actividades asignadas</b>
Se busca terminar la instrumentación del telescopio de la universidad, para de esta manera, empezar a probar el sistema en conjunto antes de la toma de datos. Esta etapa, a su vez servirá para corregir errores y resolver problemas que se hayan presentado en la etapa de diseño.	Se evaluó el primer prototipo de acople planteado donde se observó que este debía de corregirse ya que el mini espectrómetro estaba sosteniendo todo su peso en la conexión con el telescopio lo cual produciría un daño, por lo que el sistema se cambió al de dos acoples

	que conectan a los artefactos y entre ellos la fibra óptica.
<b>Etapa de toma y análisis de datos</b>	<b>Actividades asignadas</b>
En esta etapa se ejecutará finalmente lo planeado en el año, donde se hará uso del montaje implementado en las anteriores etapas para la toma de datos espectroscópicos de la atmosfera de Venus. Posteriormente, se realizará un análisis de los datos obtenidos.	Se realizaron los ensayos del sistema de acoples implementado observando que estos funcionan correctamente. Se realizaron las tomas de datos con el mini espectrómetro para realizar los análisis correspondientes.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

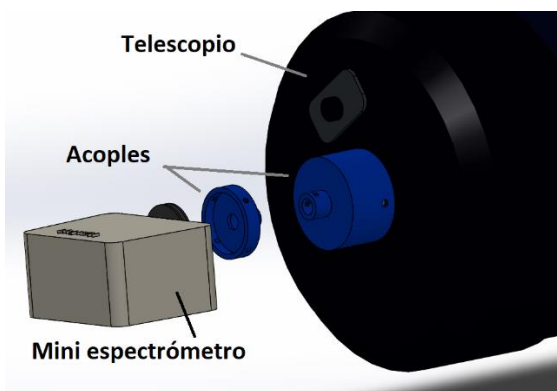


Figura 1. Modelación CAD de la instrumentación

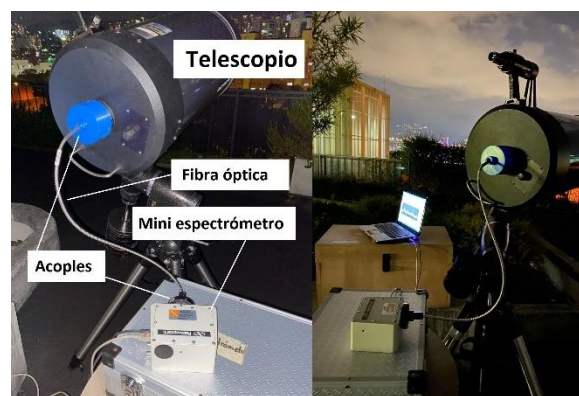


Figura 2. Instrumentación final implementada

En la figura 1, se puede observar la modelación CAD y el acople maquinado para conectar el mini espectrómetro con la fibra óptica y con la salida del telescopio. La pieza fue impresa en 3D en PLA (ácido poliláctico), ya que este es un material poco costoso y resistente para la aplicación del prototipo que se va a usar para el proyecto. De esta manera, se puede acoplar la luz proveniente del telescopio hacia el mini espectrómetro por medio de la fibra óptica y los acoples que mantienen está fija (ver figura 2).

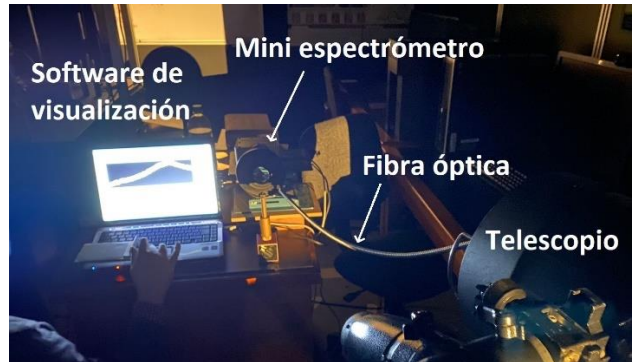


Figura 3. Montaje experimental para pruebas preliminares del sistema.

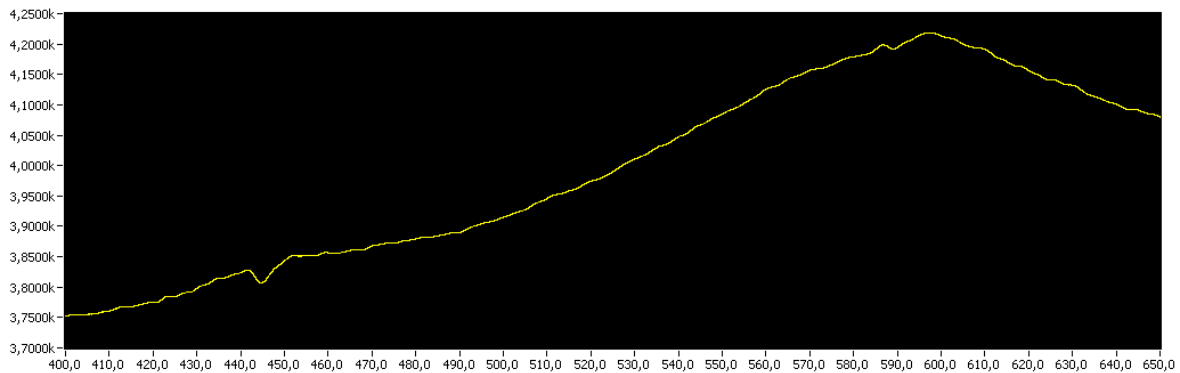


Figura 4. Gráfica del espectro de radiación de una lámpara común del laboratorio de óptica. El eje "y" corresponde a la cantidad de fotones y el eje "x" corresponde a la longitud de onda en nm.

Para probar el funcionamiento de sistema, se hizo una prueba preliminar en el laboratorio de óptica (ver figura 3). Se puede evidenciar cómo hay un pico en la gráfica de la figura 4, que muestra el espectro de radiación de una luz del laboratorio de óptica y este claramente muestra que la mayor cantidad de fotones corresponden al ancho de banda del color amarillo y el naranja (570 nm – 620 nm), que son los colores que se pueden apreciar en la lámpara. De esta manera, se comprobó que el acople estaba funcionando de manera correcta.

Posterior a esta prueba, se probó el sistema en la terraza del bloque 29 de la universidad EAFIT, donde se montó el sistema (ver figura 5). Por la dificultad de las condiciones climáticas, no se pudo probar el sistema con Venus. Sin embargo, se probó el sistema con luces estáticas distantes, lo cual facilitó la toma de datos, ya que no había que hacerle un seguimiento constante al cuerpo celeste en movimiento.

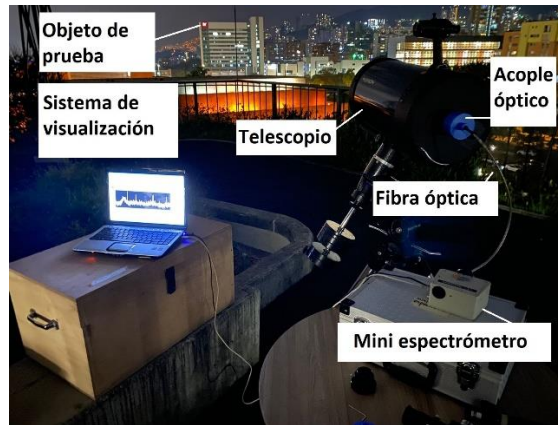


Figura 5. Sistema de instrumentación final implementado en la terraza del bloque 29 de la universidad EAFIT para la recolección de los datos de espectrometría.

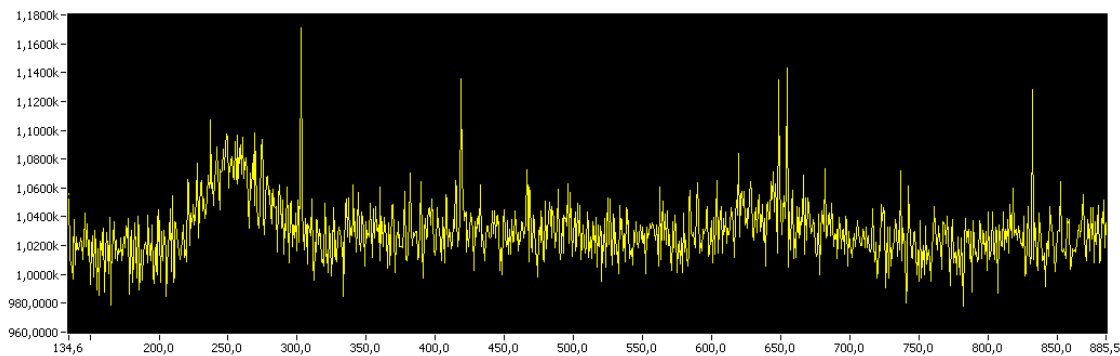


Figura 6. Gráfico del espectro de radiación de una fuente de luz distante perteneciente a un edificio rojo. El eje "y" corresponde a la cantidad de fotones y el eje "x" corresponde a la longitud de onda en nm.

Se apuntó el telescopio a unas luces verdes puntuales en la montaña, pero no se pudo obtener un espectro ya que la intensidad de estas luces no era suficiente y como dicho objeto no estaba en el infinito, el punto focal del telescopio no quedaba en el plano de entrada de la fibra óptica, por lo que la intensidad con la que llegaba la luz era muy poca. Para poder obtener más datos acerca del rendimiento de la instrumentación realizada, se apuntó el telescopio a una fuente de luz roja, proveniente de un letrero de un edificio distante. Esta luz provenía de un objeto relativamente más grande, ocupando un campo de visión mayor, por lo que, aunque el punto focal no estuviera en el plano de entrada de la fibra óptica, llegaba la suficiente cantidad de fotones como para obtener un resultado. Sin embargo, como se puede ver en la figura 6, al compararla con la figura 4, el ruido del sistema fue considerable y dificultó la distinción del espectro a analizar.

Los picos mostrados en la figura 6, corresponden al ultravioleta (200 nm – 300 nm), violeta (~425 nm), rojo (~650 nm), infrarrojo (~840 nm). Es esperable obtener un pico en el ancho de banda del rojo, ya que la fuente de luz claramente se veía roja, aun así, los picos de las otras longitudes de onda no son esperados. Estos picos probablemente son provenientes de otras fuentes luz de los alrededores que recoge el telescopio, por tal razón, para poder mejorar los datos, es necesario tomarlos en un lugar con muy poca contaminación lumínica. Adicionalmente, en este caso, el ruido es comparable en magnitud con la misma señal

óptica que se quiere medir, por lo que los datos obtenidos no son suficientemente confiables para sacar unas buenas conclusiones.

Para finalizar, la variabilidad climática del trópico, imposibilitó la toma de datos preliminares del espectro de radiación de Venus, y por lo tanto no se pudo avanzar en las siguientes actividades que dependían de esta, como la salida de campo para la toma de datos con menor contaminación lumínica (menor ruido ambiental). Aun así, se puede concluir que muy posiblemente la magnitud de luminosidad aparente de Venus no es suficiente para la sensibilidad del espectrómetro, ya que se probó el sistema con fuentes luminosas similares en magnitud. De igual forma, no se puede estar totalmente seguro de esto, hasta que se mida directamente con Venus. Sin embargo, se implementó de manera satisfactoria la instrumentación diseñada, la cual acopló la luz proveniente del telescopio al mini espectrómetro por medio de una fibra óptica para su análisis espectrográfico, obteniendo así gráficos de espectrografía para ser analizados.

## EJECUCIÓN PRESUPUESTAL

A continuación, se muestra una tabla con el presupuesto que se presentó al inicio de año junto a la convocatoria del proyecto en contraste a los gastos verdaderos realizados en el transcurso del proyecto. En dicha convocatoria se especifica para qué iba dirigido cada gasto.

Con respecto a los gastos generales (que hacen referencia al material bibliográfico necesitado y a los materiales comprados para la instrumentación del telescopio). Los materiales bibliográficos usados en su mayoría fueron obtenidos por medio de la biblioteca universitaria y las compras que se usaron de los materiales usados en la construcción de los acoples no fueron posibles ser reembolsados por lo que no se implementaron gastos en este ítem.

Con respecto a los servicios técnicos (hacen referencia a las charlas y ponencias presentadas a los miembros del semillero) a lo largo del año la mayor parte de las ponencias recibidas y las monitorias dadas fueron voluntarias, por lo que el presupuesto que se gastó en estas, con respecto al que se planteó en primera instancia fue solo el 20% del planteado.

En referencia a la salida de campo esta estuvo programada para ser realizada entre 27 y 28 de noviembre, pero por problemas de la inscripción de cuenta bancaria con la Universidad EAFIT y otros problemas logísticos, esta no pudo realizarse.

*Tabla: Presupuesto anual propuesto.*

Tipo de Gasto	2021		Total		
	Recurso Fresco	En Especie	Recurso Fresco	En Especie	Total
<b>Gasto General</b>	455,883.17	0.00	455,883.17	0.00	455,883.17
<b>Salidas de Campo</b>	1,000,000.00	0.00	1,000,000.00	0.00	1,000,000.00

<b>Servicios Técnicos</b>	550,000.00	0.00	550,000.00	0.00	550,000.00
<b>Total</b>	<b>2,005,883.17</b>	<b>0.00</b>	<b>2,005,883.17</b>	<b>0.00</b>	<b>2,005,883.17</b>

*Tabla: Presupuesto anual implementado.*

Tipo de Gasto	2021		Total		
	Recurso Fresco	En Especie	Recurso Fresco	En Especie	Total
<b>Gasto General</b>	0	0.00	0	0.00	0
<b>Salidas de Campo</b>	0	0.00	0	0.00	0
<b>Servicios Técnicos</b>	110,000.00	0.00	110,000.00	0.00	110,000.00
<b>Total</b>	<b>110,000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>110,000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>110,000.00</b>

## LECCIONES APRENDIDAS

De la metodología propuesta para la ejecución del proyecto, se debe tener en cuenta para próximos proyectos, los contratiempos posibles del proyecto que son inesperados. Al prepararse para estos contratiempos, se cuenta con el tiempo adecuado para afrontarlos, analizarlos y resolverlos. En otra situación, si no ocurre algún contratiempo en alguna de las etapas, este tiempo anteriormente designado para resolver estos posibles inconvenientes, se puede utilizar para adelantar las siguientes etapas del proyecto. Al implementar estos tiempos de apoyo se evitan retrasos en el cronograma que al fin y al cabo permiten el desarrollo ordenado y consistente del proyecto. En el caso de este año, hubo múltiples atrasos en las tareas realizadas, lo que no permitió realizar las observaciones suficientes en la toma de datos para poder vencer la aleatoriedad de las condiciones climáticas de Medellín y realizar mediciones en una noche despejada. Una metodología que tuviera en cuenta los contratiempos hubiera servido para ordenar más el cronograma y realizar suficientes observaciones para tomar los datos de Venus en condiciones más favorables.

Con respecto a las tareas repartidas, se debió tener una mejor organización en estas, ya que eran varias y no había un panorama claro de la prioridad de estas tareas. El tiempo de ejecución de las tareas, no fue claro durante la realización de estas, por lo que estas se demoraban más tiempo en realizarse, rompiendo el orden del cronograma global de tareas y de la metodología a seguir. En siguientes proyectos, es recomendable definir unas metas más claras para no desviarse con otras tareas que no tienen tanta prioridad como las principales y de esta manera se puede organizar más la ejecución de estas.

## OBSERVACIONES

De acuerdo con la investigación llevada a cabo, se puede observar que la instrumentación realizada cumplió con los objetivos establecidos, los cuales eran acoplar la luz proveniente

del telescopio al mini espectrómetro, ya que por medio de los experimentos se pudo obtener espectros de radiación de objetos distantes. Aun así, no se pudo obtener un espectro de radiación proveniente del planeta Venus específicamente, ya que los retrasos en el cronograma impidieron realizar suficientes pruebas para tomar los datos espectrográficos de Venus. Ya que, por la aleatoriedad del clima de Medellín, es necesario realizar varias salidas para poder tener mas probabilidades de tener una noche despejada.

Adicionalmente, es importante situar el plano de entrada de la fibra óptica en el mismo lugar del punto focal del telescopio, ya que de esta manera se puede recoger la mayor cantidad de luz posible. Al pasar la luz por la fibra óptica, esta tendrá perdidas, por lo que situar el plano de entrada de la fibra con el punto focal, aumenta la cantidad de luz que entra y así se transmite una mayor cantidad de luz para que el mini espectrómetro alcance a recibir los fotones suficientes para detectar la señal óptica. Finalmente, es importante realizar las medidas en un ambiente con muy poca contaminación lumínica, ya que, la luz proveniente de otras fuentes lumínicas, se puede contaminar la medida, resultando en medidas bastantes ruidosas (ver figura 6), por lo que si se quiere tener un espectro de radiación mas limpio, se debe buscar un lugar alejado de las luces artificiales.