

Acercando las estrellas a la Tierra a través de tecnologías ópticas

Entrevista a: Gilmar Perdomo

Directora encargada del Centro Nacional de Tecnologías Ópticas (CNTO)

Por: Jesús Erazo 

Dando rienda suelta a la imaginación, es posible concebir que, en algún momento de los primeros amaneceres de las sociedades organizadas, tras la labranza o la cosecha, algunos seres humanos observaron las estrellas de un modo distinto al habitual. El cielo nocturno de aquel entonces, con sus luces centelleantes o fugaces y otros fenómenos luminosos, debió ser una fuente de inspiración — en principio mitológica — para aquellas mujeres y hombres que habían dejado de ser recolectores nómadas.

Luego, con el transcurrir del tiempo, la curiosidad evolucionó. Algunos seres humanos empezaron a cuestionarse filosóficamente sobre su origen y destino bajo aquel vasto firmamento. Sus preguntas, inicialmente eran respondidas desde la metafísica y la astrología. Paulatinamente, aquel impulso natural de conocimiento se transformó en interrogantes basadas en la lógica que resultaba de la observación de su entorno inmediato. La cuestión central comenzó a orbitar en torno a una premisa fundamental: ¿Cómo funciona el movimiento celeste?

Es así como, posiblemente desde el neolítico, se empezó a llevar los registros de fenómenos cósmicos como las fases de la Luna, los solsticios, los equinoccios, el paso de cometas, los movimientos de planetas como Venus y Júpiter, entre otros. En principio, estos datos celestes se utilizaban para llevar la cuenta del tiempo, las fechas de siembra, cosecha y la navegación e incluso servían como herramienta adivinatoria para la predicción o interpretación del comportamiento humano y su destino.

Ahora bien, el estudio propiamente científico de la cúpula celeste se inicia a partir de los trabajos de Tycho Brahe (Siglo XVI), quien sistematizó la observación y el registro de las

órbitas planetarias. Este hecho, junto con la gran revolución de Copérnico con su modelo heliocéntrico, permitió a Johannes Kepler deducir que los planetas describen trayectorias elípticas con el Sol en uno de sus focos. Consecuentemente, la teoría de Copérnico y el trabajo matemático de Kepler condujeron a Newton a formular una de las teorías más impresionantes de la mente humana: la Ley de Gravitación Universal. Esta base teórica no solo permitió a Edmund Halley predecir el paso del cometa que hoy lleva su nombre, sino que cimentó los pilares de la astronomía moderna.

Pues, esta fascinación por el cielo y sus astros impulsó el desarrollo paralelo de la matemática, la física y la astronomía. Esta última, ha encontrado un aliado indispensable en la tecnología óptica. Sin el desarrollo de telescopios, lentes y espejos, el estudio (a partir de la luz que emiten o reflejan) de objetos tan distantes como planetas, estrellas, galaxias y nebulosas sería imposible. Estos instrumentos han permitido acercar lo infinitamente lejano a una palma de distancia de los ojos humanos. Por tanto, las grandes teorías que sustentan la comprensión del universo están íntimamente vinculadas al uso, desarrollo e innovación de instrumentos basados en el comportamiento de la luz a través de superficies reflectantes y refractantes.

En la ciudad de Mérida, Venezuela, este legado de búsqueda y construcción de conocimientos e innovación continúa activo en el Centro Nacional de Tecnologías Ópticas (CNTO), unidad adscrita al Centro de Investigaciones de Astronomía y Tecnologías Aplicadas “Francisco J. Duarte” (CIDATA). El CNTO se erige como un referente en Latinoamérica en el desarrollo de instrumentos ópticos de precisión con estándares internacionales, garantizando la soberanía tecnológica y el avance de las ciencias

en el campo de la óptica avanzada en el país.

Indudablemente, la creatividad y la estética están estrechamente vinculadas con las ciencias, en particular con la física óptica. En efecto, un ejemplo significativo de esta sinergia es la trayectoria de la Dra. Gilmar Perdomo. Con una formación base en el campo del diseño gráfico, la Dra. Perdomo ha logrado unir la visión y disciplina creativa con el rigor científico, liderando proyectos que permiten a cientos de niños y jóvenes a ver más arriba de las nubes, para “tocar” los planetas y las estrellas a través de la lente de un telescopio. Como directora del CNTO, su labor representa la vanguardia de las tecnologías ópticas que apuestan por el futuro científico de Venezuela.

A continuación, se presenta el relato testimonial de la Dra. Gilmar Perdomo: un recorrido por su interés por la ciencia, sus experiencias y los aprendizajes que han marcado su camino en el CNTO.

Vocación

Mi nombre es Gilmar Perdomo, directora del CNTO. Mi interés por la ciencia ha sido una constante, un principio orientador que ha estado presente desde que tengo memoria. No existe un “momento exacto” al cual señalar como el origen de todo; sin embargo, hubo un entorno familiar y cotidiano que forjó mi forma de ver el mundo. Crecí inmersa en un hogar donde la ciencia ha estado siempre presente. Mis padres, ambos doctores en Química, participaron en la creación de los Laboratorios de Polímeros y Cristalografía de la Facultad de Ciencias en la Universidad de Los Andes.

En ese sentido, la academia ha sido parte de mi propio hogar. Además, también mi hermano y un tío forman parte del ámbito universitario, de tal manera que mi familia ha sido para mí una fuente de intercambio intelectual. A través de ellos, desarrollé un vínculo con las ciencias naturales. Sin embargo, más allá de la influencia familiar, he tenido en mí una inquietud —desde muy pequeña— sobre: ¿Cómo funciona todo?

¿Cómo ocurren los fenómenos? ¿Qué fenómenos existen? Pues bien, esa búsqueda de respuestas fue lo que finalmente trazó mi formación hacia el estudio de la óptica.

A lo largo de mi formación académica y profesional, una de las influencias más determinantes no provino de una ecuación matemática, sino de una reflexión que escuché del Dr. Nomar Villa, la cual ha fijado mi propósito como científica. Él solía decir: “Si tú quieres saber el porqué del mundo, hay que estudiar teología”. Esta frase me ayudó a comprender que la ciencia no tiene la pretensión —ni es el instrumento— de responder a las razones metafísicas de la existencia; su verdadera misión es interpretar el cómo. La ciencia trata de encontrar leyes, principios y modelos que nos permitan explicar cómo ocurren los fenómenos y bajo qué reglas se rigen. Aparte de explicar el mundo que nos rodea, mi interés por la ciencia se inspira en la idea de que en Venezuela podemos dejar de ser simples usuarios de tecnología para convertirnos en creadores.

Mi camino académico fue la convergencia de varias pasiones. Durante mi juventud, sentí una fuerte inclinación hacia la medicina, la física y el diseño; áreas que, aunque parecen distantes, comparten un objetivo común: entender y mejorar la experiencia humana. Finalmente, decidí cursar Diseño Industrial como carrera de base, atraída por su enfoque tecnológico y sus aplicaciones prácticas, como el desarrollo de nuevos materiales y el diseño de prótesis.

Sin embargo, mi vocación por la física y la ingeniería me llevó a realizar estudios de Maestría y Doctorado en Óptica, un campo donde logré integrar mi visión artística del diseñador gráfico con el rigor científico. Mi trabajo académico se centró en el diseño de binoculares y cámaras fotográficas.

Mi base en el diseño industrial ha permitido desarrollar una sinergia con el campo de la óptica, la cual me ha facilitado la concepción y desarrollo de telescopios con materiales de bajo costo. Esta transición fue natural y sumamente cómoda para

mí; me permitió integrarme activamente en el diseño y desarrollo de lentes y otros instrumentos ópticos de alta precisión.



Figura 1: Dra. Gilmar Perdomo.
Fuente: Gilmar Perdomo (2025)

Trayectoria en CIDATA y liderazgo en el CNTO

Mi historia en el CIDATA comenzó con un correo electrónico que cambiaría el rumbo de mi carrera. En aquel entonces, bajo la gestión del Dr. Camilo Zamora, la institución buscaba conformar un equipo multidisciplinario de alto nivel. Lo que captó poderosamente mi atención fue la visión del centro: necesitaban un diseñador industrial en un ambicioso proyecto para crear una unidad dedicada al diseño, construcción y mantenimiento de instrumentos ópticos de precisión. Se trataba de cubrir las exigencias de soberanía tecnológica en áreas críticas, desde el desarrollo de binoculares para los sistemas teleféricos Mukumbarí en Mérida y Waraira Repano en Caracas, hasta la colaboración con la Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares (CAVIM).

Fui seleccionada por la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho para una beca de

postgrado que me permitió viajar al exterior para especializarme en estas áreas de vanguardia. Regresé a Venezuela formada en el área de la óptica y, con el firme propósito de participar activamente en el desarrollo tecnológico de la nación. Esa combinación de experiencias y formación técnica fue el germen de lo que hoy es mi labor en el CNTO, donde cada lente y cada diseño es un aporte a la independencia científica de nuestro país.

La transición de la investigación pura hacia la dirección estratégica en el CNTO fue un proceso de evolución entre el taller de instrumentos ópticos y la academia. Todo tiene su inicio con mi sed de conocimiento y el objetivo de construir nuestras propias cámaras e instrumentos. En ese camino, mi visión del diseño industrial hizo un “match” perfecto con la vasta experiencia del profesor Franco Della Prugna en la fabricación de instrumentos astronómicos.



Figura 2: Telescopio reflector newtoniano artesanal Sué desarrollado por CIDATA.
Fuente: Jesús Erazo (2026).

El gran salto ocurrió con un gran desafío: la construcción de 600 telescopios para el Plan de Semilleros Científicos. Este proyecto nos obligó a pasar de la teoría óptica a la ingeniería de producción a gran escala. No se trataba solo de

calcular lentes, sino de enfrentar desafíos reales en la selección de materiales, el mecanizado de precisión en el torno, el diseño de portaoculares y la configuración de diafragmas.

Para lograrlo, tuvimos que desarrollar nuestras propias herramientas y realizar constantes modificaciones en el diseño original hasta alcanzar la excelencia. Fue una lección de paciencia y rigor, donde cada pieza debía cumplir con certificaciones de precisión internacionales.

Asumir la dirección estratégica significó entender que la ciencia en Venezuela debe ser capaz de producir sus propios instrumentos. Hoy, ver esos 600 telescopios en manos de niños y jóvenes de todo el país es la prueba de que en el CNTO no solo investigamos la luz, sino que construimos las herramientas para que las nuevas generaciones puedan ver a través de ella.

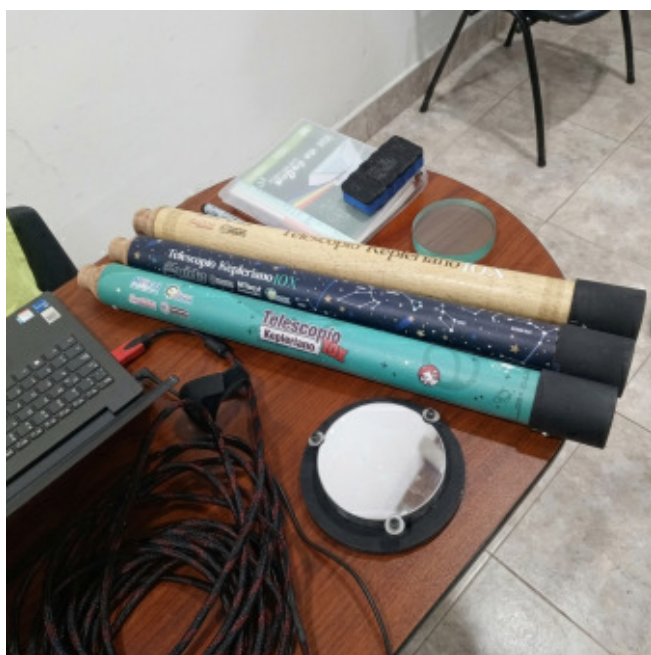


Figura 3: Telescopio kepleriano refractor lunar Chía desarrollado por CIDATA.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

Ahora bien, la evolución de la antigua Fábrica de Instrumentos de Precisión Óptica (FIPO) hacia el actual CNTO fue una transformación necesaria impulsada por la idea visionaria de los doctores Eloy Sira y Camilo Zamora. Se buscaba pasar de ser un centro de mantenimiento

a un complejo científico-tecnológico que diseña, construye y certifica nuestros propios instrumentos ópticos.



Figura 4: Kit del sistema modular de enseñanza óptica desarrollado por CIDATA.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

Es necesario mencionar que Venezuela posee una joya o patrimonio científico excepcional, se trata del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), ubicado en el sector Llano del Hato, en el municipio Rangel del eje Páramo, del estado Mérida. El OAN, cuenta con telescopios de una envergadura que pocos países poseen, y aunque su tecnología data de los años 60, su tecnología sigue vigente.

En tal sentido, entendimos que para mantener su operatividad debíamos producir aquí mismo las piezas ópticas necesarias, como el reductor de lente de capa, y dejar de depender exclusivamente de proveedores externos.

Hoy, Venezuela junto a Brasil y México, somos de los pocos países en Latinoamérica que cuentan con un centro de óptica de este nivel. Nuestra labor busca integrarse en la seguridad y el desarrollo nacional, abarcando desde la fabricación y/o mantenimiento de binoculares para los sistemas teleféricos y miras telescópicas

para CAVIM. Además, establecer alianzas con la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) y la fábrica de pequeños satélites en Borburata, estado Carabobo, para desarrollar las cámaras que estos satélites requieren.

El CNTO se constituye un espacio de certificación de materiales hechos a medida, donde realizamos desde la caracterización de materiales ópticos hasta recubrimientos especializados antirrayas y procesos de aluminizado de alta precisión.

Ha sido un proceso de formación, en gran parte autodidacta y de constante intercambio de saberes, con el único fin de alcanzar la verdadera independencia tecnológica de nuestra nación.

Fundamentos físicos y aplicación tecnológica

La transición entre la física abstracta y la creación de un instrumento óptico es un proceso complejo que se desarrolla en varias fases.

En el CNTO, la primera fase comienza con el diseño óptico (trazado de rayos y modelado 3D en una computadora a través del software de fabricación asistida por computadora) liderado por el profesor Franco Della Prugna, cuya amplia experiencia en la construcción de telescopios Newtonianos (basados en espejos), Keplerianos y de refracción (basados en lentes) permite que las leyes de la óptica geométrica (reflexión y la refracción) dejen de ser conceptos abstractos y sean aplicaciones prácticas.

El desarrollo de un telescopio o una lente de alta precisión requiere de cálculos rigurosos del radio de curvatura, la distancia focal y el diámetro de los lentes y espejos.

Ahora bien, en la segunda fase, se procede con la selección y corte del vidrio. En esta etapa de mecanizado y torneado, trabajamos con una tolerancia de 3 mm. El material óptico seleccionado ingresa al Taller de Mecanizado donde

se utiliza una CNC Leadwell V-40 y un torno convencional Pinacho SP/200 para rectificar las piezas.



Figura 5: Mecanizado CNC. La máquina Leadwell V-40, permite realizar cortes y desbastes con la precisión de 3 mm.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 6: Vidrio óptico tras el corte inicial.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

Para asegurar que el disco sea perfectamente circular y tenga el diámetro requerido se utiliza

una máquina de redondeo y centrado.



Figura 7: Máquina de redondeo y centrado. Eliminación de las irregularidades del lente, para que el centro geométrico coincida con su centro óptico.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 8: Lente con bordes rectificados.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

Para crear el radio de curvatura (cóncavo o convexo), las piezas que han superado el corte inicial y el redondeo se les aplica un desbaste abrasivo a través de la máquina generadora. Una

vez que la lente está esmerilada, pasa a un proceso de pulimento.



Figura 9: Máquinas generadoras de curvatura. Realizan el desbaste abrasivo del vidrio para transformar los discos planos en superficies cóncavas o convexas.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 10: Ingenio soberano: Adaptación mecánica diseñada para optimizar el proceso de generación de superficies. Invención propia desarrollada en el taller del CNTO.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 11: Lente esmerilada y lista para el pulido.
Fuente: Jesús Erazo (2026).

El proceso de pulido se realiza en forma automatizada. Los tiempos de producción se reducen utilizando moldes de pulido múltiple y para un buen acabado final de lentes y espejo se utiliza una herramienta con brea óptica.



Figura 12: Estación de pulido automatizada. Se utilizan agentes abrasivos de granulometría decreciente (óxido de zirconia) para eliminar la rugosidad y lograr una superficie perfectamente lisa y transparente.
Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 13: Molde de pulido múltiple. Bloque utilizado para el pulido simultáneo de varias piezas.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 14: Herramienta de pulido fabricada con brea óptica, un material viscoelástico esencial para el acabado final de lentes y espejos.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

En lo referente a optimizar la fijación y precisión durante el tallado de curvas específicas, el técnico tornero del CNTO, Julio César Dugarte, diseñó y construyó una herramienta para optimizar

el proceso de generación de superficies.



Figura 15: Línea de producción óptica.
Fuente: Jesús Erazo (2026).

Seguidamente, para garantizar que un instrumento funcione correctamente, debemos medir imperfecciones invisibles al ojo humano, situadas en el orden de los nanómetros (10^{-9} metros).



Figura 16: Piezas de vidrio circular para metrología y certificación de calidad.
Fuente: Jesús Erazo (2026).

Para ello, aplicamos técnicas estándar y test clásicos:

- Utilizamos esferómetros de alta precisión para verificar la curvatura de las superficies, asegurando que la geometría se ajuste exactamente a los cálculos teóricos.



Figura 17: Esferómetro digital de alta precisión para la validación geométrica de las piezas.
Fuente: Jesús Erazo (2026).

- En el caso de lentes de cara plana, empleamos el test de los anillos de Newton (fenómeno de interferencia).
- Al colocar una superficie curva sobre una plana, los patrones de luz (anillos) nos permiten detectar desviaciones minúsculas en la uniformidad del material.
- Para evaluar espejos cóncavos, fundamentales en los telescopios, aplicamos la prueba de Ronchi (test desarrollado por el físico italiano vasco Ronchi).
- Al observar el patrón de interferencia generado a través de una rejilla, podemos interpretar si la superficie es una esfera perfecta o si requiere ajustes.
- Pulimento y reforming: Mediante el pulimento y repulimento constante, tallamos la superficie hasta verificar si hemos logrado

la curvatura perfecta (esfera o parábola), esencial para concentrar la luz en un solo punto focal sin aberraciones.

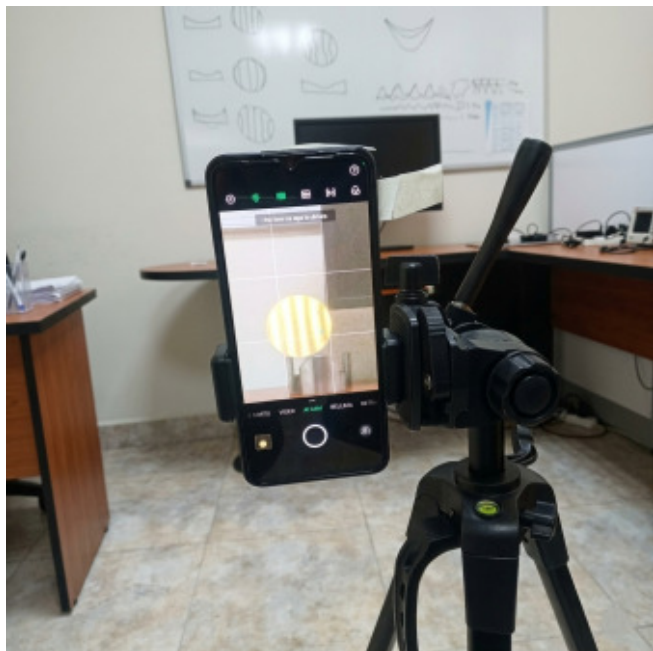


Figura 18: Test de Ronchi. Líneas paralelas (patrones de interferencia) representan una superficie esférica perfecta.

Fuente: Jesús Erazo (2026).



Figura 19: Espejo astronómico obtenido por aluminizado al vacío. Capa de aluminio de apenas 100 nanómetros de espesor.

Fuente: Jesús Erazo (2026).

En el caso de lentes reflectores como los utilizados para los telescopios solares Sué, una vez que la pieza óptica ha superado todas las pruebas de forma y calidad (pulida y certificada), se procede al aluminizado. Este proceso consiste en depositar una capa de aluminio (100 nanómetros de espesor) sobre la superficie pulida, en una cámara de vacío para otorgarle su capacidad reflectante definitiva.

Conocimiento libre

Para nosotros en el CNTO, la decisión de diseñar y fabricar nuestros propios instrumentos en Venezuela representa una ganancia invaluable en capital humano. Además, cultivamos la capacidad de resolver problemas complejos y acumulamos una experiencia técnica.

Es necesario que el país domine la tecnología en todas sus áreas. En nuestro centro, buscamos entender la rigurosidad del control de calidad y cómo este afecta los resultados finales. Asimismo, comprender cada fase del proceso para lograr un escalamiento exitoso. Nuestra meta es que el conocimiento fluya y permanezca en la institución y en su gente.

Desarrollamos nuestros propios protocolos de trabajo y documentamos cada proceso para las futuras generaciones. Compartimos el conocimiento a través de talleres, charlas y pasantías, trabajando con aliados estratégicos como la Escuela Técnica Industrial “Manuel Antonio Pulido Méndez” y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, además de ofrecer visitas guiadas y cursos abiertos al público general.

Somos un equipo multidisciplinario conformado por: ingenieros mecánicos y electrónicos, diseñadores gráficos, técnicos torneros y licenciados en contaduría pública. Aquí, todos participan activamente en todas las fases del desarrollo de un instrumento, demostrando que la ciencia es, ante todo, un esfuerzo colectivo y profundamente humano. Sin conocimiento libre no hay avance de la ciencia.

Un mensaje para la juventud

En las instituciones científicas y tecnológicas del estado, en nuestras universidades y, muy especialmente, en el Centro Nacional de Tecnologías Ópticas (CNTO), existen oportunidades reales para aprender, crecer y transformarse. No importa si por curiosidad o vocación; lo importante es acercarse a la ciencia y a nuestra institución.

Biografía

Gilmar Perdomo, es Licenciada en Diseño Industrial y de Productos por la Universidad de Los Andes (ULA) en 2011, con la distinción honorífica Cum Laude. Tiene formación superior

en la Academia Estatal de Artes de Bielorrusia donde obtuvo los títulos de Magíster en Artes (Diseño e Historia de las Artes) en 2015 y Doctor (PhD) en Estética Técnica y Diseño en 2022. Asimismo, tiene estudios especializados acreditados en modelado 3D y SOLIDWORKS por la Universidad Estatal de Informática y Radioelectrónica de Bielorrusia. Se desempeñó como docente de lengua española en ESOLAB y LinguaGym en Minsk. Tras su regreso a Venezuela, se incorporó al Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA) en Mérida, desempeñándose inicialmente como Investigador Científico en el área de diseño de producto. Desde abril de 2024, ejerce funciones directivas como jefe (E) del Centro Nacional de Tecnologías Ópticas (CNTO).