



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
HISTORIA DE LA CIENCIA

**MOVILIZACIÓN, INSTRUMENTOS Y PRÁCTICAS
EN LA ASTRONOMÍA MEXICANA:
LA CONFORMACIÓN DE UN ESPACIO DE CONOCIMIENTO
(1950-1961)**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:
CRISTINA EUGENIA SIQUEIROS VALENCIA

TUTORA:
DRA. SUSANA BIRO MCNICHOL
(DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA)

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi Rucci

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Susana Biro por todo su apoyo incondicional, sus enseñanzas, su solidaridad, su guía y su paciencia.

Al comité que revisó esta tesis: Dra. Gisela Mateos, Dra. Martha Márquez, Dr. Luis Felipe Rodríguez y Dr. Joel Vargas, les agradezco por sus valiosos comentarios y sugerencias, con los que sin duda contribuyeron a mejorar y enriquecer esta tesis.

Quiero agradecer también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme una beca de agosto 2018 a julio 2020.

A mis papás, Javier y Eugenia, gracias por todo lo que han hecho por mí y por todo lo que me han dado.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1. La conformación de dos observatorios astronómicos mexicanos	11
1.1. El Observatorio Astronómico Nacional	12
1.2. El Observatorio Astrofísico Nacional	21
Capítulo 2. La construcción de un nuevo espacio de conocimiento durante la década de 1950	32
2.1. La formación del personal: planes y antecedentes	33
2.2. Proyectos y colaboraciones del personal mexicano	40
2.2.1. <i>Trabajo astronómico mexicano</i>	40
2.2.2. <i>Publicaciones, colaboraciones y congresos</i>	44
2.3. Adquisición de instrumentos	51
2.3.1. <i>Los primeros instrumentos</i>	51
2.3.2. <i>Los nuevos instrumentos auxiliares</i>	52
2.3.3. <i>Un nuevo telescopio</i>	55
Capítulo 3. La convergencia de los caminos trazados por el fotómetro fotoeléctrico y Braulio Iriarte	60
3.1. La formación en la práctica: estancia de Braulio Iriarte en Estados Unidos	60
3.1.1. <i>Antecedentes del contacto entre Iriarte y Johnson</i>	61
3.1.2. <i>Estancia de Iriarte con Johnson: sus prácticas</i>	64
3.2. La trayectoria del fotómetro fotoeléctrico	70
3.2.1. <i>Antecedentes de la adquisición y del fotómetro</i>	71
3.2.2. <i>Los factores involucrados en la construcción del fotómetro</i>	75
3.3. Entrelazamiento del telescopio, fotómetro e Iriarte y las prácticas que se generaron	87
3.3.1. <i>El nuevo telescopio</i>	87
3.3.2. <i>Iriarte y las prácticas con el fotómetro fotoeléctrico</i>	90
Conclusiones	93
Bibliografía	99

Introducción

Este trabajo nació a partir de una investigación previa sobre un método de observación astronómica desarrollado en Tonantzintla, Puebla, a mediados del siglo XX en México (Siqueiros 2017). En dicha investigación, la figura de Braulio Iriarte se puso de relieve como un personaje clave debido a que fungió como un mediador entre Guillermo Haro y William Hiltner, quienes desarrollaron el método mencionado. Durante la investigación sobre este actor salió a la luz la construcción de un fotómetro fotoeléctrico, el cual es un instrumento con el que los astrónomos miden la magnitud del brillo de los astros. Tanto la figura de Iriarte como del fotómetro han sido poco conocidos tanto para los historiadores de la astronomía mexicana como para los astrónomos. Debido a esto, me pregunté primero sobre los usos y las funciones directas del instrumento, poniendo especial atención en las personas que lo usaron, y en cómo aprendieron a usarlo.

Esta tesis es una investigación sobre cómo, por qué y para qué los astrónomos mexicanos adquirieron un fotómetro fotoeléctrico traído de los Estados Unidos a mediados del siglo XX. Para la investigación sobre la adquisición del instrumento, primero reviso el lugar a donde llegó, viendo cómo se conformaron dos observatorios: el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y el Observatorio Astrofísico Nacional (OAT). Después estudio cómo se estableció un nuevo espacio de conocimiento. Finalmente analizo cómo se llevó a cabo la apropiación del instrumento y las prácticas relacionadas con éste; y el proceso de construcción y compra del instrumento. En esta investigación me enfoco en la cultura material y con una perspectiva transnacional. El periodo de estudio es de 1950, cuando Guillermo Haro se convirtió en director del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya, ubicado en la Ciudad de México y del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla, Puebla, a 1961, cuando el fotómetro llegó a México.

En este trabajo de investigación mi objeto de estudio son los instrumentos científicos, revisando no solo sus usos y funciones directas, sino enfatizando su

adquisición y apropiación.¹ De esta manera la investigación se amplía a los usos, significados y valores que las personas le dieron a éste. Las prácticas científicas desarrolladas en torno a los instrumentos también forman parte del análisis. Las prácticas están situadas histórica, social y culturalmente (Minor 2011). Así es como parto del análisis de los instrumentos y las prácticas científicas desde los cambios en sus usos, significados y valores que la cultura científica les han otorgado, centrado en la interacción entre personas y objetos. De tal manera, estudio los instrumentos y la cultura material que producen prácticas científicas y conocimiento. Por ello, la aproximación de los estudios de la cultura material es pertinente para este trabajo.

La perspectiva de la cultura material ha sido usada en múltiples campos de la historia. Ésta se enfoca en las relaciones entre las personas, los objetos y las actividades desarrolladas. Los objetos cambian de significado y función dependiendo del contexto (AHR Conversation 2009).

Los historiadores de la ciencia también han usado el enfoque de la cultura material. Por ejemplo, Otto Sibum se ha basado en la cultura material, fijándose en la relación de la ciencia con el contexto de su cultura (Sibum 1995). Por su parte, Peter Galison retomó el concepto de cultura material de los antropólogos y lo incluyó en su trabajo de *Image and Logic*. La definición de la cultura material que Galison tomó de los antropólogos es “una amplia variedad de formas, desde el estudio de objetos tomados por sí mismos hasta el análisis de objetos junto con sus usos y significado simbólico”(Galison 1997, 4). Galison argumenta que los instrumentos “pueden llamar nuestra atención si se les entiende como llenos de significado, no solo cargados de funciones directas, sino que también incorporan estrategias de demostración, relaciones laborales.”

Es importante destacar que en este trabajo planteo que el estudio de la instrumentación no debe permanecer dentro de las paredes del lugar. Comparto esta idea con Galison a quien le interesan las “conexiones materiales y simbólicas con las culturas externas en las que estas máquinas tienen raíces.” (Galison 1997, 2) De manera similar, Smith y Tatarewickz, quienes reflexionan

¹ Con el término de apropiación me refiero al proceso en el que se construye conocimiento a partir de la adopción de prácticas y conocimiento de otras culturas.

que, si al realizar su análisis se hubieran quedado dentro de las paredes del lugar, las cuestiones sociales, institucionales, políticas y económicas, así como científicas y técnicas del proceso estudiado, no hubieran sido evidentes (Smith y Tatarewickz 1994, 122).

Al estudiar un instrumento es importante estudiar el lugar físico (ubicación geográfica) al que llegó, la comunidad, las prácticas y los intereses con los que fue adquirido el dispositivo. Siguiendo el rastro del fotómetro, busco ver a dónde llegó, fijando mi atención en estos aspectos. De esta manera, no me detuve únicamente en el uso y significado del fotómetro, sino que seguí su rastro preguntándome por qué y cómo fue adquirido, construido y apropiado por los astrónomos mexicanos.

El enfoque de cultura material incorpora a los textos como herramientas de análisis. En ocasiones los objetos han desaparecido o se ha perdido su rastro, sin embargo, por medio de descripciones escritas de los objetos se puede dar cuenta de ellos (AHR Conversation 2009). En el caso particular que reviso en esta investigación no he localizado el fotómetro físicamente, pero tuve acceso a la correspondencia, folletos y planos que dan cuenta de su existencia.

La historia de los instrumentos y la cultura material nos abre preguntas sobre por qué y cómo se adquieren, usan, crean y mueven en determinados lugares con determinadas personas (Cházaro 2018, 12; Galison 1997, 5). Sibum también mira a la cultura material como un “medio complementario para plantear preguntas sociales, económicas, culturales y epistemológicas del pasado” (AHR Conversation 2009). De esta manera estos autores me acompañaron para plantear este tipo de interrogantes sobre la adquisición y llegada del fotómetro, extendiéndome a los instrumentos previos en los observatorios astronómicos mexicanos.

Por otro lado, Laura Cházaro menciona que la materialidad requiere más explicaciones que se identifican en formas de sociabilidad, agencias y jerarquías de poder. Los usos, las prácticas instrumentales y sus significados son fundamentales para explicar la cultura moderna de las ciencias. De la misma manera, considera importante que se reconozca “la dimensión política de la

creación, producción y circulación de los objetos y artefactos de las ciencias” (Cházaro 2018, 12).

El fotómetro, y la mayoría de los instrumentos adquiridos por los astrónomos mexicanos, fueron traídos a México de otros países. Por lo cual, veremos cómo fueron movilizados y atravesaron fronteras. “La movilización de instrumentos a nuevos contextos disciplinares o geográficos genera procesos de apropiación en los que se les otorgan nuevos usos y significaciones” (Minor 2011). De esta manera considero que es pertinente guiar y enmarcar la investigación a través de una perspectiva transnacional.

El enfoque transnacional se ha establecido en múltiples campos de la historia.² Se ha definido la historia transnacional como “el estudio de movimientos y fuerzas que atraviesan las fronteras nacionales” (Iriye 2004). La ciencia es especialmente susceptible a tal análisis, por lo que se propone que se debe hacer una distinción entre dos concepciones diferentes de lo que es “transnacional” en la ciencia. El primer concepto se refiere a la idea de universalismo epistémico, que entiende a la ciencia como una actividad trascendente y de búsqueda de la verdad que, en principio, no debería verse afectada por diferencias nacionales, de clase o étnicas. El segundo aborda las interacciones sociales que definen a la ciencia como una actividad transnacional transfronteriza. (Turchetti, Herran, y Boudia 2012, 323) En este trabajo nos enfocaremos en la segunda concepción. La astronomía es una ciencia formada a través de redes con las que establecen comunicaciones y conexiones entre diversas personas, espacios e instituciones científicas en un contexto de complejos cambios políticos (Horta 2013).

El conocimiento, visto como “información” y “know-how” se mueve y cruza fronteras de diferentes maneras a través de medios impresos, dispositivos e instrumentos (Krige 2019, 2) y de persona a persona. Existen términos que los historiadores de la ciencia han utilizado para definir el movimiento del conocimiento como circulación, flujos y transferencia, sin embargo, se ha discutido ampliamente que no problematizan el movimiento en sí, además

² Para ver ejemplos de trabajos dedicados a la historia transnacional desde distintas disciplinas ver: (AHR Conversation 2006; Lake y Curthoys 2005)

desdibujan las contingencias sociales y materiales que impiden o facilitan el movimiento (Krige 2019). El término "corriente" (análogo al término de flujo de energía), de acuerdo con Krige, minimiza el papel de la agencia humana y la intencionalidad. La "circulación" da la sensación de un movimiento circular por lo que puede percibirse un regreso del conocimiento. En el caso del término "transferencia" se visibiliza como un modelo lineal seguido de una adaptación selectiva por parte de los actores locales en el "extremo receptor" (Krige 2019, 4–5). Por estas razones en esta investigación cuando me refiero al movimiento, hago uso del término de movilización. De acuerdo con Minor, el término movilización "a la vez se refiere a una lógica de dinamismo, también remonta las alianzas, estrategias, y en general, las complejas relaciones políticas, sociales y culturales que se generaron en relación con el instrumento"³ (Minor 2018, 345–46).

El enfoque transnacional busca desdibujar las fronteras por las que se moviliza el conocimiento, los instrumentos y las personas. Uno de los motivos de su creciente utilidad es: por un lado, quitar a Europa y Estados Unidos del centro de las narrativas, para así enfocarse en investigaciones más particulares que enriquecieran a la historia en general. Además, al descentralizar el Estado-Nación como unidad de análisis, la lente transnacional magnifica las complejas relaciones entre las personas y los lugares que cruzan las fronteras nacionales. Sin embargo, esto no implica que la nación deje de jugar un papel importante en las redes como actor principal (Krige 2019). El hecho de que las naciones sigan siendo centrales en el enfoque no implica que no investigue más allá de las fronteras de la nación. Aunado a esto Adriana Minor menciona que "una de las virtudes de la aproximación transnacional es que no pretende borrar la agencia de la nación, ni de las organizaciones internacionales, pero busca expandir a otros ámbitos las maneras de conectar entre diferentes contextos nacionales" (Minor 2016). En ese sentido, la historia de la astronomía en México se desarrolló y creció con la conformación del estado-nación por lo que las historias de la astronomía y de la conformación de la nación comparten un contexto político,

³ Para ver inextenso el uso que Minor le confiere al término "movilización", ver la nota al pie 2 del mismo texto.

económico y cultural, el cual está profundamente ligado a las conexiones transnacionales.

Considero importante enfatizar que los instrumentos funcionan como mediadores entre dos o más culturas científicas. Las personas también se desempeñan como mediadoras; en particular en esta investigación, fungiendo como actores transnacionales; es decir, actores móviles capaces de articular y crear conexiones científicas que cruzan fronteras nacionales. En otras palabras, tienen la capacidad de transitar y conectar entre diversos contextos nacionales, comunidades y culturas científicas (Minor 2016).

Por otro lado, el lugar es esencial para la generación del conocimiento. De esta manera el sitio, su creación, así como lo que lo convierte en un espacio de conocimiento es relevante para este estudio (Livingstone 2003). Por lo cual, el tercer eje analítico que utilizo en esta investigación es el de espacio de conocimiento.

Aubin *et al.* (2010) caracterizan los observatorios como espacios de conocimiento mediante las técnicas de observatorio durante el siglo XIX. Estas son sociales, físicas y metodológicas e incluyen las prácticas para el manejo y uso de los instrumentos; métodos de obtención de datos, reducción y tabulación con análisis matemáticos. También incluyen las representaciones materiales, numéricas y textuales del cielo. Por último, estas técnicas también incorporan el manejo social del personal entre ellos y entre colaboraciones internacionales. En ese sentido, los científicos de observatorio crearon un espacio de conocimiento que trascendió las paredes del observatorio (Aubin, Bigg, y Sibum 2010). Por otro lado, Andrea Luna plantea que para que sucediera la transformación de los ingenieros mexicanos a astrónomos, usaron y se apropiaron de los siguientes cinco elementos: lugar, prácticas, instrumentos, publicaciones y redes (Luna 2019).

Los espacios de conocimiento específicos se han abordado de una manera estática y descriptiva, sin embargo, los espacios no son estáticos, ni estables (Livingstone 2003; Raposo 2013). El espacio establecido cambia constantemente desde la perspectiva de su cultura material, cultura científica y hasta de su lugar geográfico. Es decir, el lugar es diferente dependiendo del

contexto. De esta manera, compartimos las siguientes preguntas que plantea Raposo: “¿cómo evolucionaron esos espacios en sí mismos? ¿Qué tipo de prácticas de conocimiento estuvieron involucradas en su diseño, construcción y reconfiguración? ¿Cómo se relaciona la formación de un sitio específico de conocimiento con otros sitios, y qué tipo de intercambios y mediaciones tienen lugar entre ellos? ¿Qué sucede con las prácticas, habilidades, instrumentos y programas de investigación en estos procesos?” (Raposo 2013).

Por otro lado, en estos lugares establecidos se desarrollan culturas científicas. Entiendo cultura como una combinación de lo que propone Peter Burke, en un sentido material, quien adopta la definición de los antropólogos como “lo que comprende artefactos, bienes, procesos técnicos, ideas, hábitos y valores heredados.” (Burke 2008). Y desde un sentido simbólico de Knorr Cetina, quien define a la cultura como la manera de actuar, de proceder, es decir, destaca los aspectos simbólicos de los modos de vida (Knorr Cetina 1999).

Para referirme a la cultura científica en particular, considero que: “las normas y los valores sirven como elementos que denotan una delimitación entre el campo científico y otros campos. Sin embargo, [en esta investigación hago] énfasis en la centralidad de la dimensión práctica, incorporada o tácita de la actividad científica” (Chapa Silva 2020, 34). Es decir, cuando me refiero a la actividad científica, no me limito a estudiar la parte cognitiva (o del pensamiento) de la cultura científica, sino que también considero su parte social y de esta manera complemento “la noción de cultura al incluir habilidades y relaciones sociales, instrumentos de medición, así como hechos científicos, teorías y prácticas simbólicas” (Chapa Silva 2020, 35). En ese sentido, coincido con Chapa, en que “la ciencia se reproduce como una actividad cognitiva -teórica, metodológica- y al mismo tiempo como una actividad social” en la que los límites dependen principalmente de las configuraciones de las redes sociales (Chapa Silva 2020, 40).

El estudio de la llegada del fotómetro fotoeléctrico, Braulio Iriarte y el nuevo telescopio es relevante porque arroja luz sobre la conformación de un espacio de conocimiento, donde se llevaron a cabo la formación del personal, la adquisición de instrumentos y el desarrollo de las prácticas científicas. La indagación de cómo fue adquirido y apropiado el instrumento dio como resultado

ver cómo se consolidó un espacio de conocimiento dentro del periodo. En este trabajo de investigación, en el siglo XX, encuentro que para que se estableciera un nuevo espacio: los astrónomos tuvieron un lugar donde generaron conocimiento, con instrumentos y prácticas y se conectaron con otras culturas científicas y formaron redes. Esto además ilustra los contextos científico, político y económico de la astronomía mexicana en el siglo XX.

Existen pocas investigaciones sobre la historia de la astronomía mexicana en el siglo XX. Ésta ha sido escrita desde diferentes perspectivas. Los astrónomos mexicanos generalmente han escrito su propia historia en ocasiones especiales como aniversarios u homenajes y también ha realizado un ejercicio de revisión del pasado para después mirar hacia el futuro (Biro 2013). De esta manera los astrónomos Manuel Peimbert, Paris Pişmiş, Bart Bok y Luis Felipe Rodríguez, entre otros han escrito sobre el trabajo astronómico de Guillermo Haro y sobre la astronomía mexicana durante la primera mitad del siglo XX (Peimbert 1983; 2011; Pişmiş 1986; Bok 1986; Rodríguez 2000).

El astrónomo Marco Moreno, que se ha dedicado a la historia, ha realizado extensos trabajos sobre la historia de la astronomía mexicana de finales del siglo XIX a mediados del siglo XX, ahondando en la historia del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla. Sin embargo, su trabajo fue hecho antes de la organización de los archivos históricos de astronomía como el Fondo del Observatorio Astronómico Nacional y del Archivo histórico del Instituto de Astronomía de la UNAM (M. Moreno y Hernández 2015; M. Moreno 1986).

Por su parte el sociólogo Jorge Bartolucci realizó un estudio de los astrónomos mexicanos desde finales del siglo XIX y hasta principios de la década 1990, enfocándose principalmente en la fundación del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla y la figura de Luis Enrique Erro. Su perspectiva de estudio es la modernización de la astronomía con la llegada de la astrofísica a México (Jorge Bartolucci 2000).

Acercas de los estudios de la historia de la astronomía mexicana a finales del siglo XIX, vale la pena mencionar los trabajos de tesis en historia de la ciencia de Luna y De la Guardia. Con estos trabajos pude contrastar el periodo de mi

investigación. Mónica de la Guardia, quien principalmente hace historia cultural, a través de su trabajo doctoral realizó una profunda investigación sobre el Anuario del Observatorio Astronómico Nacional. Para este trabajo aporta con contexto cultural, político, económico y social del periodo así como información sobre la fundación del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) (de la Guardia 2018). Además la investigación de Andrea Luna estudió la transformación de los ingenieros geógrafos en astrónomos a partir de sus prácticas e instrumentos; su perspectiva se enfoca en la cultura material y la historia de los instrumentos (Luna 2019).

Finalmente, Susana Biro ha realizado numerosas investigaciones de historia de la astronomía desde una perspectiva de historia cultural y de comunicación de la ciencia. Se ha enfocado principalmente en el periodo del OAN con Joaquín Gallo como su director centrando su atención en la primera mitad del siglo XX (Biro 2014; 2010).

En este panorama, mi trabajo se inserta en un periodo que ha sido poco estudiado, como lo es el siglo XX. Otra de las aportaciones de este trabajo es la utilización de los archivos históricos: el Fondo del Observatorio Astronómico Nacional (FOAN) y del Consejo Universitario en el AHUNAM; el Fondo Arcadio Poveda y el Fondo Harold Johnson en el Archivo Histórico del Instituto de Astronomía. En particular es importante hacer mención del archivo histórico de Guillermo Haro (AGH) que se encuentra resguardado por la maestra Elena Poniatowska, el cual no es de fácil acceso y el que conserva correspondencia, documentos institucionales, publicaciones, fotografías, entre otros, y el cual pude usar para realizar esta investigación.

Esta tesis está dividida en tres capítulos. En el primer capítulo se aborda la conformación del Observatorio Astronómico Nacional del siglo XIX y Observatorio Astrofísico Nacional en la década de 1940. Además, analizando cómo y por qué fueron adquiridos los instrumentos y desarrolladas las prácticas en torno a estos. Encuentro que hubo similitudes entre el periodo de finales del

siglo XIX y el de mediados del siglo XX, como la agencia⁴ de los astrónomos mexicanos, también los intereses científicos y políticos. Además de que muestro que hubo un cambio de prácticas, instrumentos y objetos de estudio.

En el segundo capítulo analizo el proceso de Haro para renovar y fortalecer la astronomía mexicana. El plan consistió en formar al personal de los observatorios astronómicos mexicanos; colaborar y trabajar en programas astronómicos de talla internacional; y la adquisición de nuevos instrumentos, en particular de un telescopio reflector de 40 pulgadas de diámetro, el cual sería el telescopio más grande que tendrían los mexicanos y que les permitiría ampliar las investigaciones astronómicas.

Finalmente, en el tercer capítulo reviso cómo fue la apropiación de los fotómetros que usó Iriarte en diversos observatorios de Estados Unidos; así como la construcción y adquisición del fotómetro fotoeléctrico para el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla. De esta manera, primero veo la formación en la práctica de Braulio Iriarte en el país vecino. Después, cómo se llevó a cabo la adquisición del fotómetro fotoeléctrico. Finalmente, muestro el entrelazamiento del telescopio, fotómetro e Iriarte y las prácticas que se generaron en torno a éste.

⁴ Con esto me refiero a la iniciativa que tuvieron los astrónomos para actuar y llevar a cabo su objetivo.

Capítulo 1. La conformación de los observatorios astronómicos mexicanos

En este capítulo analizaré cómo sucedió la conformación de dos espacios de conocimiento. Veremos el acercamiento que hubo entre culturas astronómicas ubicadas en distintas naciones, a través de dos ejemplos. Esto se dio a partir del plan de establecer un observatorio astronómico y así introducir en México la astronomía que había en el resto del mundo en dos momentos distintos. De esta manera, haré una breve revisión de la conformación de los dos observatorios astronómicos más relevantes del país dentro del periodo de estudio de esta tesis; estos son: el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya (OAN) y el Observatorio Astrofísico de Tonantzintla (OAT). Dentro del análisis me centraré en el estudio de las comunidades astronómicas, las adquisiciones de los instrumentos y las prácticas astronómicas que fueron principalmente provenientes de otros países.

Estudiar las adquisiciones que hicieron los astrónomos mexicanos dentro de estos periodos no consiste en verlas como una acción pasiva donde se involucran solo un “vendedor” y un “comprador”. La adquisición es parte de la cultura material que va tomando significados diferentes porque cuando se movilizan los instrumentos y las prácticas, van cambiando su uso, su significado, se transforman, adoptan e interpretan de manera diferente (Vermij 2002). También será pertinente ver cómo se formó la cultura científica en estos lugares a través de este proceso.

Al analizar bajo qué circunstancias aprendieron a usar los instrumentos y quiénes los usaban, me enfocaré en las prácticas. Otro punto de interés que estudiaré son los motivos por los que fueron erigidos los observatorios. Se pueden distinguir dos, uno que refleja intereses políticos que concibieron el establecimiento de un observatorio como un símbolo de modernidad, progreso y prestigio para el país y, por otro lado, están los intereses científicos con proyectos que se promovieron en la conformación de éstos. Las redes establecidas con las comunidades internacionales identificadas en los dos ejemplos que mostraré jugaron un papel fundamental en la generación de los espacios de conocimiento. Además, en cada uno de los casos que expondré, el

contexto político, económico y social jugó un papel diferente y favoreció las condiciones para que sucediera la conformación de los observatorios.

En la primera sección estudiaré el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) poniendo especial interés en la figura de Ángel Anguiano director del Observatorio entre 1878 y 1899, quien realizó un viaje al extranjero donde adquirió la mayoría de los instrumentos para el recién inaugurado OAN; a partir de los cuales se formó una comunidad astronómica y un espacio de conocimiento. En la segunda sección analizaré la fundación del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla fijando mi atención en la conformación de una nueva comunidad astronómica, la adquisición del instrumento clave y su conexión con Estados Unidos.

1.1 El Observatorio Astronómico Nacional

El Observatorio Astronómico Nacional (OAN) fue creado en 1878. Éste fue el primer recinto fijo en el que se realizaron actividades astronómicas en México. El observatorio fue instalado primero en el Castillo de Chapultepec. Cinco años después, en 1883, por decreto presidencial, el Observatorio fue trasladado al ex Arzobispado de Tacubaya que se encontraba en el poblado de Tacubaya a diez kilómetros al poniente del centro de la Ciudad de México (Biro y Mateos 2011).

El OAN se fundó durante la presidencia de Porfirio Díaz (1876-1911), quien apoyó su construcción. En este periodo la ciencia estaba vinculada con la concepción de modernidad y progreso, por lo que una de las principales razones del gobierno para crear esta institución científica fue que representaría la modernización del país. De esta manera México obtendría reconocimiento de otros países por su política de apoyo a la ciencia (de la Guardia 2018).

En la construcción de varios observatorios europeos, las instituciones científicas también eran vistas como símbolos de modernidad y progreso. Un ejemplo de esto es el Observatorio de Pulkovo en Rusia, el cual fue fundado en 1839 por órdenes del Zar Nicholas I. Uno de sus objetivos principales fue brindar prestigio al país a través de su apoyo a las ciencias (Werrett 2010). Otro ejemplo fue el establecimiento del Observatorio Astronómico de Lisboa en Portugal, cuya

construcción inició en 1861 con la orden del rey Pedro V, quien estaba convencido de que “el no tener un observatorio sería un motivo para vergüenza nacional” (Raposo 2013).

Los ingenieros geógrafos mexicanos, quienes usaban la astronomía de posición para desarrollar sus trabajos geográficos, fueron los principales impulsores del establecimiento del Observatorio. Desde la independencia de México se volvió indispensable demarcar las fronteras de la nueva nación independiente. Los ingenieros geógrafos fueron los encargados de esta labor; se apoyaban en observaciones astronómicas para realizar trabajos geodésicos, para hacer mapas del recién conformado país. Algunos ingenieros geógrafos fueron adquiriendo un creciente interés en la astronomía independientemente de sus prácticas geográficas. Un ejemplo de ese interés fue reflejado en 1864, cuando el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias⁵ promovió la instalación de un observatorio en el Castillo de Chapultepec, que dejó de funcionar por la invasión francesa⁶ (Luna 2019).

Otra muestra del creciente interés de los mexicanos en la astronomía fue la expedición que realizaron a Japón para observar el tránsito de Venus de 1874. Un grupo de ingenieros cabildaron y negociaron con el gobierno el apoyo para realizar dicha expedición. Finalmente, con el apoyo del gobierno formaron una comisión astronómica y se envió a cinco ingenieros mexicanos, entre ellos a Francisco Díaz Covarrubias y al ingeniero geógrafo Francisco Jiménez, a observar el tránsito de Venus. La expedición se consideró exitosa, es decir, los ingenieros hicieron las observaciones y las mediciones pertinentes (Biro 2010). Con esto vemos que un grupo de interesados en la astronomía que se estaba conformando se acercó a comunidades astronómicas establecidas. En el viaje de regreso a México, visitaron varios observatorios de Europa formando relación con otros astrónomos internacionales (Luna 2019). De ahí creció el interés en establecer el Observatorio el cual se incrementó por el hecho de que un segundo tránsito de Venus sería visible en México en 1882. De acuerdo con el primer

⁵ Francisco Díaz Covarrubias (1833-1889) ingeniero geógrafo que estudió en el Colegio de Minería, impartió clases de Astronomía, Topografía y Geodesia. Desempeñó cargos públicos y formó parte de comisiones científicas del país.

⁶ La revisión de este periodo está principalmente centrada en la tesis de maestría de Andrea Luna, quien realizó una profunda investigación sobre la conformación de los astrónomos en México, estudiando así minuciosamente el contexto de este periodo.

director del Observatorio, el ingeniero civil y arquitecto Ángel Anguiano, fue el principal motor científico para establecer el observatorio (Anguiano 1882).

Antes de ser director, Anguiano había ejercido como Inspector de Caminos del Estado de Michoacán. Parte de su labor era determinar, por medio de métodos astronómicos, las posiciones geográficas de los lugares comprendidos dentro de la zona que le correspondía. Durante esos años de su vida profesional, Anguiano adquirió y desarrolló conocimientos sobre astronomía con Francisco Díaz Covarrubias (de la Guardia 2015). La determinación de coordenadas geográficas por medio de métodos astronómicos era parte de su trabajo como inspector de caminos; sin embargo, su interés por la astronomía iba más allá de lo requerido en su trabajo y “con frecuencia realizaba observaciones de fenómenos astronómicos en el observatorio particular de Covarrubias” (de la Guardia 2015).

Desde su fundación, el personal del Observatorio estuvo formado principalmente por ingenieros geógrafos, quienes se transformaron en astrónomos a través de un proceso que involucró diversos elementos. Los elementos que se conjugaron para dar pie a una autoconstrucción de los astrónomos mexicanos⁷ fueron, de acuerdo con Luna (Luna 2019): el establecimiento de un observatorio, la adquisición de instrumentos, la inserción de la recién conformada comunidad astronómica mexicana en el medio internacional, las publicaciones que intercambiaron con la comunidad astronómica internacional y la adquisición de las prácticas astronómicas.

Los primeros instrumentos con los que contaron en el OAN, durante los primeros años de funcionamiento, fueron heredados de instituciones donde eran utilizados para hacer tareas de los ingenieros geógrafos (Luna 2019). De acuerdo con De la Guardia, el OAN no tenía un programa astronómico específico para llevar a cabo en el recién inaugurado observatorio:

Las funciones específicas del OAN no fueron explicitadas de manera clara y precisa en ninguno de los documentos fundacionales y los motivos expresados son bastante generales y ambiguos. En las instrucciones dadas a Anguiano para la formación del proyecto del OAN en 1876 sólo se mencionó que el Observatorio

⁷ Para conocer a profundidad el proceso de transformación de los ingenieros geógrafos a astrónomos, ver Luna 2019.

debería cumplir “un objeto digno y útil, y que corresponda á las exigencias actuales de la ciencia y á nuestra cultura.” (de la Guardia 2018, 51)

Desde antes de iniciar la instalación y construcción del Observatorio, Anguiano y Francisco Jiménez⁸ le escribieron al astrónomo italiano y director del Observatorio Colegio Romano, Ángelo Secchi para pedirle consejos e instrucciones sobre cómo conformar el observatorio (Luna 2019). Esta carta no permite ver si a partir de este intercambio epistolar elaboró su lista de compras antes de salir a Europa, pero da a conocer que no había un programa científico concreto para desarrollar en el Observatorio.

La preparación para observar el tránsito de Venus, que sucedería el 6 de diciembre de 1882, consistió principalmente en la adquisición de instrumentos necesarios para la observación astronómica, con este objetivo, Anguiano viajó a Europa. El viaje⁹ duró seis meses y, aunado al objetivo de comprar los instrumentos en talleres de renombre, visitó varios observatorios de países europeos como: Inglaterra, Francia, España, Alemania y Bélgica. En esas visitas Anguiano estudió detalles de la construcción de los observatorios, cómo funcionaban y cómo estaban instalados los instrumentos. Asimismo, en la memoria sobre este viaje escribió detalles como los trabajos que hacían y los métodos para realizarlos. Este viaje también sirvió para establecer relaciones con astrónomos de otros países (Anguiano 1882; Luna 2019). En este viaje, Anguiano tuvo un acercamiento con las comunidades astronómicas europeas que le permitió mirar otros observatorios y otras prácticas astronómicas que se estaban llevando a cabo; a diferencia del observatorio mexicano donde se llevaban a cabo prácticas más similares a las de los ingenieros geógrafos. Este acercamiento también sirvió para que los astrónomos le aconsejaran a Anguiano cuáles instrumentos adquirir y dónde.

Anguiano compró los instrumentos en los talleres de Troughton & Simms (en Inglaterra) y de Grubb (en Irlanda). Entre los instrumentos que compró estaban: un telescopio ecuatorial refractor de 15 pulgadas de diámetro, un ecuatorial

⁸ Francisco Jiménez (18 1881) ingeniero militar y geógrafo. Director del Observatorio Astronómico Central en 1865

⁹ Los recursos económicos para la adquisición de los instrumentos y para realizar el viaje al continente europeo fueron cabildados por Anguiano con el gobierno del presidente Porfirio Díaz que finalmente accedió.

refractor de 6 pulgadas de diámetro, un círculo meridiano de 8 pulgadas de diámetro, un fotoheliógrafo e instrumentos auxiliares como un espectroscopio para adaptarlo al ecuatorial de 15 pulgadas y un ocular para observaciones solares para el ecuatorial de 6 pulgadas. El ecuatorial de 6 pulgadas de diámetro fue adquirido exclusivamente para las observaciones del tránsito de Venus, ya que así le recomendaron en la comunidad astronómica internacional, pues querían estandarizar los instrumentos, las observaciones y mediciones del tránsito (Luna 2019). En ese sentido se estaban integrando a un proyecto internacional; adoptando instrumentos y prácticas traídas del extranjero.

INSTRUMENTOS QUE SE DEBEN COMPRAR
PARA EL
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CHAPULTEPEC.

Un ecuatorial de 15 pulgadas de diámetro en el objetivo, 6 yardas de distancia focal, montado según el sistema moderno en un solo pié central de fierro, incluyendo el mismo pié, provisto de espectroscopios y de todo lo que exige la ciencia moderna, debiendo estar concluido á los ocho meses de recibir la órden de trabajo, incluyendo envase.....	12,500
Un círculo meridiano de 8 pulgadas de diámetro en el objetivo y 3 yardas próximamente de distancia focal, con sus respectivos postes de fierro, los cuales deberán llevar un mecanismo para dar á todo el aparato y según convenga pequeños movimientos; provisto del aparato cambiador todo de fierro, y de otro especial con la vasija para el mercurio como colimador, incluyendo dos anteojos colimadores de 6 pulgadas de abertura; llevando dos círculos meridianos de 3 piés de diámetro y otros dos más destinados á los cuatro anteojos micrométricos que debe haber de cada lado; un aparato necesario para examinar los pivotes; dos sistemas de retícula; oculares de varios poderes, incluyendo envase.....	8,000
Una cúpula giratoria para el ecuatorial de 8 yardas próximamente de diámetro, esqueleto de fierro y revestida de lana con preparación especial, sistema moderno; incluyendo el mecanismo propio para moverla.....	3,000
Un cronógrafo de cilindro, mecanismo enteramente moderno y regularizado su movimiento por medio de un péndulo de movimiento cónico.....	1,300
Dos péndulos siderales.....	1,000
Diez cronómetros por lo ménos, necesarios para establecer como en Greenwich un sistema de observaciones á distintas temperaturas, á \$200 cada uno.....	2,000
Un aparato fotográfico con todos los accesorios para la astronomía física.....	300
Para un barómetro patron, instrumentos meteorológicos, envase y otros menores imprevistos.....	1,900
Total.....	30,000

Londres, 17 de Julio de 1881.

A. ANGUIANO.

Figura 1. La lista de instrumentos, en las Memorias de Anguiano. (Anguiano 1882)

Como se puede ver de la lista anterior (Fig. 1), no todos los instrumentos que Anguiano compró fueron para llevar a cabo el plan de observar el tránsito. Incluso, mientras Anguiano estaba en los talleres se le informó que el gran ecuatorial¹⁰ no estaría terminado a tiempo para observar el tránsito de Venus y sin embargo lo adquirió porque complementarí­a las actividades en el observatorio. Durante su permanencia en Europa, Anguiano esperó la aprobación del presupuesto por parte del gobierno para la compra de los instrumentos y expuso los motivos para adquirir los diferentes instrumentos. También sobre el ecuatorial de 6 pulgadas, aunque fue una compra exclusiva para el tránsito, argumentó que lo podrí­an seguir utilizando para realizar otras observaciones como planetarias o de cometas (Anguiano 1882). Anguiano estaba argumentando que la compra de los instrumentos serí­a importante más allá de la observación de diciembre de ese año. Es decir, estaba buscando equipar el observatorio, aunque no tuviera un plan de trabajo establecido formalmente además del tránsito.

En el siglo XIX, se acostumbraba a imitar a los observatorios ya establecidos, realizando un viaje para ver cómo estaban conformados dichos observatorios. Este tipo de viaje se denominó como “El Gran Tour” el cual se empezó a realizar desde el siglo XVII y se continuó hasta finales del siglo XIX. A lo largo del siglo XIX, los astrónomos se involucraban cada vez más en viajes internacionales, sobre todo por Europa, para visitar lugares relevantes a sus especialidades como observatorios y talleres de instrumentos. El “Grand Tour” cambió el tipo de aprendizaje de los astrónomos viajeros donde aprendí­an a través de la imitación de lo que veí­an en los recintos que visitaban y también amplió la conformación de redes internacionales (Raposo 2013). El viaje de Anguiano puede considerarse como un Grand Tour. Otro personaje que realizó un viaje dentro del marco de los Grand Tour en el siglo XIX fue el astrónomo portugués Frederico Augusto Oom.

Cuando se tomó la decisión de fundar un Observatorio Astronómico en Portugal, se determinó enviar al teniente Oom al Observatorio de Pulkovo en Rusia. Su misión serí­a comprar los instrumentos necesarios para el nuevo

¹⁰ El ecuatorial refractor de 15 pulgadas.

observatorio y aprender astronomía y todo lo necesario para la construcción y manejo del nuevo Observatorio Astronómico de Lisboa (OAL). El interés por la construcción del observatorio portugués vino tanto de los portugueses como del astrónomo alemán Wilhem Struve, director del Observatorio de Pulkovo.

En el Observatorio de Pulkovo, considerado como la capital astronómica del mundo en ese periodo, se llevaban a cabo programas de observación de astronomía estelar. El director del Observatorio¹¹, Wilhem Struve, estaba interesado específicamente en las mediciones de paralaje estelar.¹² Struve había reconocido a Lisboa como un sitio óptimo para realizar estas mediciones debido a que la gran distancia de Portugal a Rusia permitía las mediciones de paralaje.

Durante su estancia de cinco años en Pulkovo, Oom adquirió los instrumentos, que le indicó Struve en el taller que le recomendó. También aprendió a usar los instrumentos, que había en el observatorio ruso, desde cero y tomó clases de astronomía teórica. De esta manera, fue enviado como aprendiz, fungió como un intermediario y regresó a Portugal como un astrónomo consolidado (Raposo 2013).

Si se comparan los viajes de Anguiano y Oom, se puede destacar que los dos compartieron el objetivo de adquirir instrumentos para sus respectivos nuevos observatorios. En ambas situaciones sus observatorios se fundaron con miras a la modernidad y no había la figura de astrónomo en su país. Los dos estaban construyendo un observatorio y para esto era necesario obtener los instrumentos con los que llevarían a cabo las prácticas del resto de la comunidad astronómica internacional. La combinación de intereses científicos y políticos fueron lo que movilizó y permitió la creación de los dos observatorios. Sin embargo, Oom se quedó para aprender las prácticas astronómicas de los rusos. En cambio, el viaje de Anguiano fue breve, de menos de un año de duración y no hizo ninguna estancia para aprender a usar los instrumentos ni adoptar las prácticas astronómicas. Podríamos decir que salvo los instrumentos que adquirió para observar el tránsito, los demás los obtuvo para montar un observatorio sin

¹¹ En ese periodo dicho observatorio estaba considerado como la capital astronómica del mundo. (Werrett 2010)

¹² Las mediciones de paralaje estelar se utilizaban en la astrometría para determinar varias distancias como la distancia entre la Tierra y el Sol y entre las estrellas y la Tierra.

tener un programa astronómico en particular, y sin saber usarlos. No obstante, estando en Europa pudo presenciar algunas técnicas y métodos de trabajo que se realizaban en los observatorios que visitó. Entonces a pesar de que Anguiano y Oom hicieron el Grand Tour después de la mitad del siglo XIX, sus circunstancias fueron distintas. En un principio ambos compartieron el mismo objetivo: visitar una comunidad establecida y adquirir instrumentos.

Lo que podemos destacar entre ambas situaciones es que el viaje que realizó Oom estaba dentro del marco de un proyecto, es decir, había un plan a seguir que involucraba su aprendizaje para ser astrónomo. Mientras que Anguiano compró casi todo para irlo insertando en el nuevo lugar de conocimiento que estaban construyendo y con estos ir desarrollando proyectos astronómicos. Por último, Oom se formó como astrónomo profesional durante su viaje mientras que Anguiano se formó mediante otras vías además del viaje que realizó¹³. Finalmente, en ambos casos estos viajes fueron fundamentales en la constitución de ambos observatorios. Podemos decir que son la semilla que permitiría el florecimiento de un nuevo espacio de conocimiento. Con esta comparación vemos que hubo una planeación y adquisición por parte del grupo de mexicanos interesados, sin embargo, aún no se había conformado una comunidad astronómica mexicana.



Figura 2. Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya en 1900. (AHUNAM)

¹³ Para estudiar más a fondo sobre la formación en torno a la legitimación que tuvo Anguiano como astrónomo ver: (de la Guardia 2015)



Figura 3. Observatorio Astronómico de Lisboa en Tapada da Ajuda. (Raposo 2013, 92)

Una vez que regresó Anguiano de Europa, la mayoría de los instrumentos fueron llegando para observar el tránsito que sería visible en la Ciudad de México el 6 de diciembre de 1882. La observación del tránsito llevada a cabo en el Observatorio Astronómico Nacional de Chapultepec no se logró pues las condiciones climáticas en el OAN no estuvieron a favor de los astrónomos (Biro 2010). Sin embargo, es importante recalcar que la ocurrencia de este tránsito en sí trajo al menos dos ventajas para los astrónomos mexicanos, como el viaje que realizó Anguiano del cual se derivó la obtención de los instrumentos que fueron fundamentales para el desarrollo de la astronomía del siglo XIX y principios del siglo XX; y además su contacto con el medio internacional. El tránsito de Venus¹⁴ y el viaje que Anguiano realizó a Europa dieron pie a la conexión que los astrónomos mexicanos establecieron con el medio internacional.

Los astrónomos mexicanos de finales del siglo XIX “construyeron y adoptaron una nueva profesión” (Luna 2019, 102). Entonces esta nueva comunidad adoptó y se apropió de los elementos, mencionados por Luna, que son: los instrumentos, las prácticas científicas, las publicaciones, el observatorio y una red científica internacional para autoconstruirse. Con éstos pudieron construir un observatorio

¹⁴ Es importante señalar que el instrumento que se adquirió estaba estandarizado en la comunidad astronómica internacional.

y apropiarse de las prácticas astronómicas. Entonces la conformación de una comunidad de astrónomos mexicanos se dio a través de un largo proceso de transformación con el que se fueron insertando en proyectos astronómicos internacionales, con la adopción de instrumentos y prácticas astronómicas.

Hemos visto que el viaje que realizó Anguiano fue fundamental para el establecimiento y consolidación del observatorio astronómico. Lo que se contrasta y diferencia con los astrónomos portugueses y mexicanos es el orden de la planeación. Sin embargo, también es importante que se conformara una comunidad de astrónomos que aprendiera a usar los instrumentos y que llevara a cabo la práctica científica y este viaje conllevó a las adquisiciones de instrumentos y prácticas astronómicas. Como señala Sibum, análogamente a los experimentos, la adquisición de instrumentos y prácticas no se determina únicamente mirando la cultura material sino también las habilidades de los actores para interactuar apropiadamente con los objetos y entre ellos mismos (Sibum 1995).

Los astrónomos mexicanos del siglo XIX que se estaban conformando a partir de un grupo de ingenieros geógrafos interesados fueron quienes planearon el establecimiento de un observatorio; impulsados con la observación del tránsito de Venus que sería visible en México. Para esto realizaron un acercamiento a los observatorios ya establecidos con comunidades astronómicas de Europa, adquirieron instrumentos y desarrollaron prácticas astronómicas heredadas de Europa, todo esto en un contexto que favoreció las condiciones para que esto sucediera.

1.2 El Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla

La astronomía mexicana de finales del siglo XIX continuó desarrollándose sin sufrir cambios durante la primera mitad del siglo XX. Esta situación sucedió principalmente por las circunstancias políticas que atravesó el país durante este periodo. Primero dio inicio la Revolución Mexicana en 1910 y este conflicto bélico repercutió en la falta de apoyo institucional al Observatorio (Biro 2014), lo cual desencadenó que en este periodo no hubiera renovaciones ni adquisiciones

destacables de instrumentos y proyectos. Asimismo, el personal continuó siendo reducido y conformado principalmente por ingenieros geógrafos; por lo que las prácticas astronómicas en este difícil periodo no tuvieron un crecimiento y desarrollo notable.

Luego de la Revolución vino un periodo de reestructuración del país. De esta manera los apoyos del gobierno a la ciencia se vieron reducidos hasta ser casi nulos. El Observatorio Astronómico Nacional había dependido de la Secretaría de Fomento y Agricultura desde su fundación hasta el año 1929 cuando fue incorporado a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), durante el periodo en que el ingeniero Joaquín Gallo fue director del OAN, (1915-1946). Sin embargo, Gallo tampoco logró conseguir recursos económicos por parte de la UNAM para la adquisición de instrumentos para poder ampliar e introducir las nuevas prácticas astronómicas que estaban desarrollándose en el resto de la comunidad astronómica. De tal forma que las actividades dentro del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya consistieron principalmente en dar la hora, publicar el *Anuario*, continuar con el proyecto Carta del Cielo¹⁵ de donde se desprendió la elaboración del Catálogo Astrofotográfico y se practicaba principalmente la astrometría.¹⁶

Por un lado, hubo un estancamiento por los problemas políticos, económicos y sociales del país y, por otro lado, esto ya había sucedido en otros observatorios fundados durante el siglo XIX, antes del auge de la astrofísica, como los observatorios de Pulkovo y Lisboa (Werrett 2010; Raposo 2013). El abandono de los observatorios a principios del siglo XX fue común debido a que los gobiernos perdieron el interés en estos recintos al no proporcionar beneficios relevantes que se aplicaran directamente a la sociedad. Por lo que el desarrollo de la astronomía mexicana se desaceleró en contraste con el periodo anterior.

Mientras tanto, desde mediados de la década de 1930, el destacado político Luis Enrique Erro estaba interesado en construir una nueva estación

¹⁵ El proyecto Carta del Cielo surgió en 1887 para elaborar un mapa de cielo y un catálogo de posiciones de las estrellas, usando la fotografía. Este proyecto internacional, impulsado por Ernest Mouchez, director del Observatorio de Paris, y David Gill, director del Observatorio Real del Cabo Buena Esperanza, se realizó con la participación de dieciocho observatorios de diversos países (Luna 2019).

¹⁶ La astrometría, también conocida como astronomía de posición, es la rama de la astronomía que se encarga de estudiar las posiciones de los astros.

astronómica más moderna que el OAN. Erro era aficionado a la astronomía y su objetivo era introducir y desarrollar en México el campo de la astrofísica¹⁷ que se estaba desarrollando en el resto de la comunidad astronómica internacional. Durante ese periodo el presidente Lázaro Cárdenas (1934-1940) había adoptado una política nacionalista con el fin de reformar la situación socioeconómica de México. Es decir, estaba interesado en promover el desarrollo de la industria en el país, lo cual estaba ligado al desarrollo de la ciencia (Casas 1985). De esta manera, el gobierno de Cárdenas buscaba fomentar la investigación científica en México.

Erro desempeñó el cargo de diputado del gobierno federal de 1934 a 1936 durante los primeros tres años de la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940). También participó en la iniciativa de Cárdenas en la reforma al artículo 3º de la Constitución Mexicana y en la creación del Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica (CNESIC).¹⁸ Después fue comisionado como Primer Secretario en la embajada de México en París, Francia y luego en Washington, Estados Unidos. A finales de 1939, el presidente Cárdenas aprobó el proyecto de la construcción del nuevo observatorio del país impulsado por Erro (Coca 2009). A pesar de que Cárdenas dejó la presidencia antes de que se concretara el proyecto del Observatorio Astrofísico, el siguiente presidente de la República Mexicana Manuel Ávila Camacho (1940-1946) continuó con el apoyo a la construcción del nuevo observatorio. El sitio elegido por el gobierno fue el poblado de Santa María Tonantzintla, localidad del municipio de San Andrés Cholula, en el estado de Puebla¹⁹. Durante la gestión del gobierno de Ávila Camacho se sostuvo la postura que había respecto a la importancia del impulso de la investigación científica mexicana (Casas 1985). En ese sentido el nuevo observatorio sería un símbolo progreso para el país, como

¹⁷ -A fines del siglo XIX y principios del XX se empezaron a usar varias técnicas y conceptos de física teórica en el estudio de lo celeste, y a esto se le llamó "astrofísica"- en (Biro y Mateos 2011) en (Clerke 1902)

¹⁸ Para profundizar sobre la creación del CNESIC y otros organismos dedicados a las políticas científicas en México ver (Casas, 1985)

¹⁹ De acuerdo con Bartolucci (Bartolucci 2002), la elección del sitio fue enteramente del gobierno. Este sitio, habría sido escogido en Puebla, el estado natal del presidente y del gobernador de Puebla. Tomando en consideración esta referencia, se podría decir que la elección del sitio del Observatorio fue política.

en el caso del OAN en el siglo XIX. Una vez más, se puede ver que el contexto político favoreció las condiciones para la construcción de un nuevo observatorio.

Por otro lado, naturalmente también había un interés científico en la fundación del observatorio, ya que Erro quería impulsar la astrofísica²⁰ en el país. Erro, tenía experiencia como astrónomo aficionado: perteneció a la Sociedad Astronómica de México desde el año 1912 (Espinosa 2010) y a mediados de la década de 1930 se volvió miembro de la Asociación Estadounidense de Observadores de Estrellas Variables (AAVSO, por sus siglas en inglés, *American Association of Variable Star Observers*). También mantuvo una relación de amistad con el astrónomo estadounidense Leon Campbell quien pertenecía a y fue presidente de la AAVSO y trabajaba en el Observatorio de Harvard College de Estados Unidos. Quizá por su amistad con Campbell, Erro contactó al astrónomo estadounidense Harlow Shapley, director del Observatorio del Harvard College (1921-1952). De esta manera, Erro permaneció durante un año en el Observatorio de Harvard para aprender astronomía y publicó dos artículos de investigación sobre estrellas variables en el Boletín del Observatorio de Harvard; en uno de estos artículos colaboró con el astrónomo Sergei Gaposchkin²¹. Vemos entonces que Erro había establecido una estrecha relación con los astrónomos de Harvard en particular, llegando a conocer y establecer contacto con el director Harlow Shapley (Coca 2009; Jorge Bartolucci 2000).

El Observatorio Astrofísico de Tonantzintla (OAT) se inauguró en 1942, con Luis Enrique Erro como su fundador y director. A la inauguración asistieron el presidente Ávila Camacho y el gobernador del estado de Puebla, Gonzalo Bautista entre otros mandatarios. Como parte de los festejos de la inauguración se celebró un simposio de astrofísica al que asistieron personalidades científicas estadounidenses como los astrónomos Harlow Shapley, Bart Bok, Donald Menzel, Fred Lawrence Whipple, Cecile Payne-Gaposchkin y Sergei Gaposchkin de la Universidad de Harvard; el profesor Henry Norris Russell, director del observatorio de la Universidad de Princeton; el doctor Walter Sydney Adams,

²⁰ En el siguiente capítulo estudiaré más a profundidad el desarrollo y entrada de la astrofísica a Estados Unidos y a México.

²¹ Sergei Gaposchkin Astrónomo ruso que trabajaba principalmente en el estudio de estrellas variables en el Observatorio de Harvard College y esposo de la célebre astrónoma británico-americana Cecilia Payne-Gaposchkin.

director del observatorio de Monte Wilson; el doctor Otto Struve²², director del observatorio de Yerkes, de la Universidad de Chicago; y el matemático George D. Birkhoff de la Universidad de Harvard (Pişmiş 1986).

La activa participación de Estados Unidos en la inauguración y en la construcción del instrumento clave del OAT, refleja el interés del país vecino por establecer un vínculo estrecho con México en su conformación. Esta conexión se dio “en un contexto en donde el gobierno de Estados Unidos promovía el establecimiento de vínculos con países de América Latina” (Minor 2011). La Segunda Guerra Mundial afectó profundamente la estructura de las redes internacionales de comunicación científica, cuya inserción estuvo relacionada con la nueva Política de Buena Vecindad del presidente Roosevelt. De esta manera algunos sectores culturales de los Estados Unidos se interesaron en el establecimiento de relaciones con diferentes sectores de las elites locales de América Latina. En el sector de la ciencia, por ejemplo, el astrónomo Shapley implementó el intercambio y la cooperación con México (Ortiz 2003). Esto tuvo efectos en el desarrollo científico de varios países de América Latina, en el que participaron tanto personalidades de la ciencia como las fundaciones privadas e instituciones académicas de Estados Unidos (Ortiz 2003).²³

En el contexto de la Segunda Guerra Mundial, el gobierno de Estados Unidos se preocupó por fortalecer las relaciones interamericanas, para acercar a las naciones de América Latina a sus intereses geopolíticos, económicos y culturales. El objetivo de asegurar los mercados latinoamericanos fue reforzado con la “defensa hemisférica” (Jorge Bartolucci 2000, 123). En ese sentido, una de las finalidades del acercamiento que los Estados Unidos con América Latina fue contener la influencia del nazismo y el fascismo europeo en los países latinoamericanos. Para conseguirlo, se crearon mecanismos diversos, como el fomento a intercambios intelectuales y culturales, incluyendo aspectos científicos (Ortiz 2003). De esta manera, la visita que realizaron los astrónomos estadounidenses se puede mirar como un acercamiento con un fin diplomático, el cual es entablar buenas relaciones entre ambos países.

²² Nieto de astrónomo alemán Wilhelm Struve.

²³ Para ver otros ejemplos del fomento a la cooperación y colaboración de los científicos estadounidenses con los países latinoamericanos, ver (Ortiz 2003) y (Minor 2016).

El OAT contó desde su inauguración con el telescopio Cámara Schmidt. Este tipo de telescopio,²⁴ había sido diseñado por primera vez en 1932 por Bernard Schmidt. La parte mecánica fue construida en el Observatorio Harvard College y la parte óptica fue fabricada por la compañía estadounidense Perkin Elmer. Los instrumentos que le recomendó Shapley a Erro además de la Cámara Schmidt fueron: dos cámaras Ross de 4 pulgadas y una de 10 pulgadas; dos prismas objetivo, uno de 4 pulgadas y otro de 10 pulgadas; un fotómetro Schlit; un monocrómetro; una máquina para medición de las velocidades radiales del prisma objetivo; y dos microscopios para el estudio de las placas estelares (Jorge Bartolucci 2000). De esta lista de instrumentos recomendada por Shapley, aparentemente únicamente adquirieron el telescopio cámara Schmidt, y el prisma objetivo se obtendría tres años después. En ese sentido, al parecer Erro no había desarrollado un plan conciso para equipar el OAT, y se puede ver la fuerte influencia de los estadounidenses en la planeación de la construcción del OAT.

El diseño de la Cámara Schmidt combinaba los sistemas ópticos reflector y refractor.²⁵ Por sus características y estructura, tenía una mayor distancia focal con menor tamaño y esto era una ventaja sobre los telescopios ya conocidos. Otra ventaja era el hecho de que la Cámara Schmidt tenía un campo de observación más grande²⁶; con lo cual, por ejemplo, se podía fotografiar toda la galaxia de Andrómeda. También, por la combinación de los dos tipos de sistemas ópticos, permitía eliminar las aberraciones²⁷ que se presentaban con los telescopios anteriores. Una característica importante era que, al ser una cámara astrofotográfica, no contaba con un ocular, sino únicamente un buscador para enfocar el objeto (Siqueiros 2017). Cuando se instaló el telescopio presentó fallas ópticas que dificultaron su operación por lo que fue enviado de vuelta a Estados Unidos para arreglarlo, regresando a Tonantzintla en 1945 (Bok 1986).

Cuando se adquirió el telescopio aún no había programas de investigación definidos ni un grupo de astrónomos que dominara el nuevo instrumento. Los

²⁴ Este telescopio es una cámara catadióptrica, es decir, es una cámara compuesta de un espejo con una lente correctora que combina los sistemas ópticos reflector y refractor.

²⁵ Los sistemas ópticos refractores son sistemas compuestos por lentes, en cambio los sistemas ópticos reflectores se caracterizan por estar compuestos de espejos.

²⁶ De 5.3 por 5.3 grados.

²⁷ Las aberraciones ópticas son defectos ópticos.

esfuerzos de Erro por conseguir personal profesional que trabajara en Tonantzintla fueron frustrados en varias ocasiones. Por ejemplo, Erro había integrado al físico Carlos Graef²⁸ al Observatorio desde 1941, quien fue nombrado subdirector del OAT desde su fundación, pero solo tres años después abandonó el Observatorio para asumir la dirección del Instituto de Física de la UNAM en 1945. Otro ejemplo de los intentos de Erro por reclutar personal profesionalizado sucedió con Félix Recillas a quien mandó a estudiar astronomía a la Universidad de Harvard EUA, pero éste desistió de dedicarse a la astronomía y se inclinó por estudiar el doctorado en matemáticas en la Universidad de Princeton en Estados Unidos (Pişmiş 1986; Ramirez de Arellano, s/f).

El astrónomo aficionado Guillermo Haro, abogado y filósofo por la UNAM, conoció a Erro a finales de la década de 1930 y se integró al OAT desde su fundación. Luego de la inauguración del OAT trabajó en Estados Unidos aproximadamente dos años. En ese periodo estuvo en la Universidad de Harvard para realizar estudios y trabajos de astrofísica a lado de los astrónomos Shapley y Bok por un año. Sus temas de investigación fueron estrellas variables y rojas; en 1944 publicó una nota en el *Proceedings of the National Academy of Sciences* y un artículo de investigación en el *Astronomical Journal* ambos sobre el descubrimiento de una estrella roja. En ese periodo también visitó otros observatorios estableciendo contacto con varios astrónomos estadounidenses (Siqueiros 2017). Con este viaje, Haro empezó su formación como astrónomo al mismo tiempo que empezó a formar redes internacionales.

A su regreso a México Haro continuó trabajando en el OAT y en 1947, por diferencias con Erro, renunció y se integró al Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. En el OAN fue nombrado subdirector hasta 1949 cuando asumió la dirección. Un año después Erro le ofreció la dirección del OAT y Haro aceptó. Entonces a partir de 1950 Haro sería director de ambos observatorios.

En su mayoría, el personal que estaba trabajando en ese momento en el OAT, no tenía una formación profesional en astronomía. La astrónoma turca Paris Pişmiş, por ejemplo, era la única astrónoma profesional, es decir, con

²⁸ Estudió física en la Escuela Nacional de Ciencias y Matemáticas y después había hecho el doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) de 1937 a 1940.

doctorado en astronomía trabajando en México. Pişmiş se había incorporado al OAT en 1942 pero renunció en 1948 por diferencias con Erro; se mudó a la Ciudad de México y se integró al OAN. El personal del OAT en 1950, estaba formado por Braulio Iriarte (sobrino de Erro), Enrique Chavira,²⁹ Graciela y Guillermina González (hermanas), Luis Münch (hermano del astrónomo mexicano Guido Münch³⁰) y el ingeniero civil Luis Rivera Terrazas, quien realizó estudios de posgrado en astrofísica en el Observatorio Yerkes de la Universidad de Chicago entre 1945 y 1947 (Martínez 1999).



Figura 4. Fotografía del personal de Yerkes, 13 de agosto de 1945.

Arriba de izquierda a derecha: Guido Münch, Carlos Cesco, Luis Rivera Terrazas, Rev. Walter Miller, Armin Deutsch, George Van Biesbroeck, Subrahmanyan Chandrasekhar; Abajo de izquierda a derecha: Jorge Sahade, Marjorie Hall Harrison, Edith Janssen, Merle E. Tuberg, William A. Hiltner. (En University of Chicago Photographic Archive, [apf digital item number, e.g., apf12345], Special Collections Research Center, University of Chicago Library.
<http://photoarchive.lib.uchicago.edu/db.xqy?one=apf6-04459.xml>.)

²⁹ Haro lo contrató en el OAN en 1948, y en 1950 se integró al OAT. Para más información sobre Enrique Chavira ver (Fuerbringer 2000).

³⁰ Primer astrónomo mexicano con doctorado en astronomía quien trabajó y radicó en EUA.

Las primeras observaciones y trabajos astronómicos que se hicieron en el OAT fueron principalmente con el telescopio Cámara Schmidt y con un prisma objetivo³¹ de 4° para realizar observaciones espectroscópicas. Estas investigaciones “consistieron principalmente en hacer estudios de los colores estelares, de las magnitudes y espectros de la Vía Láctea austral.” (Bok 1986). De esta manera, con un observatorio, personal e instrumentos ya estaban adoptando los proyectos que se estaban desarrollando en los Estados Unidos.

De acuerdo con Haro, los programas de observación más importantes llevados a cabo con la Cámara Schmidt y el prisma objetivo consistieron en estudios espectroscópicos estelares en la región azul del espectro electromagnético. Este estudio fue realizado principalmente por Münch, Iriarte y Graciela y Guillermina González. Al respecto Haro reportó a la comunidad astronómica internacional³² que se trataba de un estudio similar, pero independiente, al que se estaba llevando a cabo por los astrónomos estadounidenses J. Nassau y W. W. Morgan en el Observatorio Warner and Swasey de Cleveland Ohio. Otro programa de observación relevante, según Haro, fue el estudio espectroscópico en la región rojo e infrarrojo del espectro electromagnético de objetos como galaxias, centro de la vía láctea y estrellas tipo TTauri. Sobre estas observaciones en la región roja e infrarroja, Haro comentó que Luis Münch había colaborado con el astrónomo puertorriqueño Víctor Blanco³³ quien trabajaba en el Observatorio Warner and Swasey. Por otro lado, se habían realizado observaciones con fotografía directa, es decir, sin el uso del prisma objetivo, utilizando filtros de diferentes colores para tomar las placas fotográficas (Haro 1956). Con esto se pone en evidencia que se estaba conformado un grupo de mexicanos que estaban trabajando y desarrollándose como astrónomos en torno a la Cámara Schmidt. Y además estaban incorporando las prácticas de la astronomía estadounidense principalmente, colaborando con astrónomos estadounidenses, en su mayoría, y haciendo, de manera independiente, programas similares a observatorios establecidos de

³¹ Adquirido por Erro en 1945. El prisma era de 4 grados de desviación y servía para observar y fotografiar espectros de los objetos astronómicos.

³² Esta publicación consiste en un informe que Haro presentó en Alemania en 1956 (Haro 1956).

³³ Víctor Blanco (1918-2011) estudió la maestría y doctorado en astronomía en la Universidad de California, Berkeley en 1949.

Estados Unidos. Esto permite ver el proceso de apropiación de las prácticas astronómicas norteamericanas llevada a cabo por los astrónomos mexicanos.

Los astrónomos estadounidenses habían cooperado con los mexicanos principalmente con fines diplomáticos y científicos en el establecimiento del OAT. La combinación creada por la posición geográfica más al sur de Tonantzintla en comparación con los demás observatorios estadounidenses, y la adquisición del telescopio Cámara Schmidt, que había sido creado recientemente y había pocos construidos en el resto del mundo, el OAT fue reforzado como un sitio atractivo para los astrónomos estadounidenses. Esto permitió que reconocidos astrónomos internacionales se interesaran en venir a México, fomentando de esta manera relaciones de colaboración científica, a diferencia de la relación con fines diplomáticos que había mencionado antes.

Un ejemplo de esto sucedió con el astrónomo estadounidense William Hiltner, quien trabajaba en el Observatorio de Yerkes, en Chicago. En diciembre de 1950 le pidió a Haro permiso de visitar Tonantzintla para continuar su programa de observación de polarización de estrellas que había dado inicio en 1949, pues “su instrumento tiene un alcance de magnitudes más débiles que cualquier otra Schmidt.”³⁴ Haro aceptó con gusto y le recomendó trabajar con Luis Münch. Hiltner visitó en varias ocasiones el OAT y estableció una estrecha relación con los astrónomos mexicanos, que repercutió de manera amplia en las prácticas astronómicas durante al menos los siguientes quince años del OAT (Siqueiros 2017). Con esto se puede percibir que había no sólo una cooperación con fines diplomáticos para fortalecer las relaciones interamericanas que estaban entablando los estadounidenses con los países latinoamericanos, sino que había también una colaboración con fines científicos, es decir, los fines científicos eran políticos también. De esta manera los mexicanos y estadounidenses empezaban a trabajar, publicar y compartir responsabilidad en un trabajo en conjunto (Beatty 1993).

³⁴ Archivo Guillermo Haro (AGH, en adelante), Carta de William Hiltner a Guillermo Haro, 8 diciembre de 1951. “since your instrument has a fainter limiting magnitude than any other Schmidt”.

Los primeros años de funcionamiento del OAT, bajo la dirección de Erro, habían sido difíciles. La Cámara Schmidt tuvo problemas ópticos al inicio y sólo fueron solucionados tres años después de su instalación. Por otro lado, al inicio no había una comunidad astronómica establecida ni mucho menos un grupo de interesados en los fines científicos del observatorio. A pesar de que Erro tenía planeado reclutar personal y enviarlo a Estados Unidos a estudiar astronomía, para que luego se integraran a trabajar al OAT, aparentemente sólo logró ese objetivo con Haro.

Vimos cómo los acercamientos que realizaron los astrónomos mexicanos y extranjeros les ayudaron a iniciar la astronomía en México, específicamente en la conformación de dos observatorios astronómicos en dos periodos diferentes. En los dos casos predominó la adquisición de instrumentos sin un programa de astronómico preestablecido, en el caso de Erro le interesaban las estrellas variables, pero no estaban llevando a cabo proyectos astronómicos en torno a estos objetos; mientras que en el siguiente capítulo se verá que la adquisición de instrumentos sucedió como resultado de los proyectos que ya se estaban haciendo. Además, los astrónomos mexicanos fueron afianzando y fortaleciendo más sus relaciones internacionales, principalmente con los astrónomos estadounidenses. De esta manera, impulsaron su propio trabajo con su apoyo.

Capítulo 2. La construcción de un espacio de conocimiento durante la década de 1950

En este capítulo pretendo mostrar el proceso de consolidación de un nuevo espacio de conocimiento que se dio por la combinación de: la formación de los astrónomos mexicanos, el uso de los instrumentos y el desarrollo de las prácticas astronómicas. También revisaré cómo es que se articularon conexiones científicas con comunidades astronómicas internacionales, en particular, de Estados Unidos.

Una vez que el astrónomo Guillermo Haro se convirtió en director del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OAT), se dio a la tarea de impulsar el trabajo realizado en el OAT y de renovar el trabajo astronómico que se hacía en el OAN; además de continuar con su propio desarrollo como astrónomo. En este capítulo abordaré las actividades que Haro realizó para lograr un renacimiento de la astronomía mexicana durante la década de 1950. Para esto analizaré la formación del personal, las prácticas astronómicas y, el uso de los instrumentos en Estados Unidos y la adquisición de instrumentos con el objetivo de ver cómo fue la conformación de la comunidad astronómica mexicana en la década de 1950.

Haro estaba interesado en renovar la astronomía mexicana e introducir las prácticas astronómicas que había en el resto de la comunidad astronómica internacional. Para esto planeó formar un grupo de astrónomos con conocimientos y experiencia en astronomía, realizando dos estrategias; por un lado, integrando personal con estudios de posgrado en astronomía, y por otro, formando al personal que había, que no tenía estudios previos relacionados con la ciencia o astronomía, a través de la experiencia con astrónomos extranjeros en sus sitios de trabajo. Mientras tanto, el personal de los observatorios mexicanos (OAN y OAT) comenzó a producir trabajo astronómico, dando a conocer sus resultados tanto en el *Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya* como en revistas de Estados Unidos como la *Astrophysical Journal (ApJ)*; también viajando y asistiendo a congresos internacionales. Además, buscaron apoyo y colaboración con la comunidad astronómica internacional. El

personal mexicano usó los instrumentos que había en el OAN, los cuales eran casi obsoletos y los que se adquirieron en la creación del OAT, de los cuales había únicamente un telescopio competitivo a nivel internacional, la Cámara Schmidt. Esto pone de manifiesto que se necesitaban más instrumentos para poder complementar las observaciones llevadas a cabo en Tonantzintla y también necesitaban dispositivos como espectrógrafos y fotómetros fotoeléctricos que les ayudarían a ampliar la investigación astronómica que ya se estaba llevando a cabo en México.



Figura 5. Guillermo Haro Barraza. (AGH)

2.1 La formación del personal: planes y antecedentes

Haro quería formar gente para desarrollar la investigación astronómica mexicana y de esta manera mandó a parte del personal a Estados Unidos. Esto dio como resultado una movilización transnacional (Minor 2016) con intereses científicos entre los astrónomos de las dos naciones vecinas. Esta movilización se dio, por

un lado, con los mexicanos enviados a estudiar el posgrado en astronomía. Por otro lado, la movilización se hace notoria con Hiltner, quien vino a México para usar el telescopio y las instalaciones de Tonantzintla, y con Iriarte quien fue a Estados Unidos para trabajar y aprender fotometría fotoeléctrica mediante la experiencia. De esta manera, los astrónomos mexicanos se formaron profesionalmente y también mediante la colaboración con otros astrónomos y estancias en Estados Unidos. Entonces Haro interesado en introducir y desarrollar la astrofísica en México, planeó profesionalizar al personal, teniendo así uno de los elementos necesarios para la consolidación de una comunidad astronómica mexicana en este periodo.

Como se vio en el capítulo anterior, la mayor parte del personal con el que se conformó el OAT y el que había en el OAN no estaba formado profesionalmente. Haro quería integrar un grupo de personas que tuviera una formación con estudios académicos como un posgrado en astronomía. Esto se había intentado desde que Gallo fungió como director del OAN. En 1942, Guido Münch que trabajaba como ayudante en el OAN, fue invitado por Otto Struve al Observatorio de McDonald, Texas³⁵. Durante su estancia, Münch se trasladó al Observatorio de Yerkes donde tomó cursos de astronomía, y después decidió estudiar el doctorado en astronomía en la Universidad de Chicago con una beca Guggenheim.³⁶ De esta manera, fue el primer mexicano en obtener el doctorado en astronomía; sin embargo, desarrolló el resto de su carrera astronómica en Estados Unidos. Después, en 1948, enviaron al estudiante de matemáticas Luis Zubieta a la Universidad de Harvard a realizar también el posgrado en astronomía. Pero por problemas con el inglés y el trabajo académico, no completó sus estudios y regresó a México (Jorge Bartolucci 2000, 178), donde se reincorporó al OAN.

³⁵ Entrevista a Guido Münch, por David DeVorkin en el Observatorio Palomar, el 7 julio de 1977. Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4789

³⁶ La *John Simon Guggenheim Memorial Foundation* es una organización norteamericana filantrópica, creada por el político, filántropo y hombre de negocios John Simon Guggenheim y su esposa Olga, que ha otorgado becas a estudiantes estadounidenses, canadienses y latinoamericanos, provenientes de las ciencias naturales, sociales, humanidades y artes, desde 1925. Algunos mexicanos que han recibido esta beca son Manuel Sandoval Vallarta, Carlos Graef, Nabor Carillo y Alberto Barajas.

Desde 1950, Haro mantuvo una relación cercana con Münch quien estaba en el Observatorio de Yerkes. Haro le había expresado que quería “aplicar toda la fuerza e influencia de nuestra institución hacia la preparación de nuevos astrónomos debidamente entrenados.” De esta manera había contemplado abrir “las puertas de Tacubaya a los estudiantes de la Facultad de Ciencias” y, para atraer su atención, había otorgado dos becas de \$200.00 a \$300.00 pesos. “Estas dos becas se tendrán por término de un año y son rotatorias, con esto quiero decir que cada año pasarán a otros estudiantes que muestren interés por la Astronomía.”³⁷ De acuerdo con este plan, la selección de los estudiantes sería mucho más cuidadosa para evitar lo sucedido con Zubieta, y saldría principalmente del grupo de estudiantes que asistieran a los seminarios y clases a cargo de la astrónoma Paris Pişmiş.

La intención de Haro fue, además de prepararlos para poder llevar a cabo investigación astronómica competitiva en México, formar un grupo de al menos cuatro personas con doctorado en astronomía y, con la ayuda de la doctora Pişmiş y el profesor Luis Rivera Terrazas, desarrollar la carrera de astronomía en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Al inicio tuvo la necesidad de enviar estudiantes al extranjero, específicamente Estados Unidos para formarse profesionalmente, pero su plan era en un futuro cercano abrir la carrera de astronomía en México y así no verse en la necesidad de trasladar a los estudiantes al extranjero.

De esta manera ya tenía previsto que al siguiente año se escogería a dos estudiantes que fueran a hacer estudios a los Estados Unidos. Uno de los Observatorios en el que habían pensado fue el de Yerkes, de la Universidad de Chicago³⁸. La elección fue, además de los contactos que habían tenido con el personal de ahí, quizá porque en ese periodo era uno de los tres observatorios de Estados Unidos que eran líderes en la disciplina(Devorkin 2000).³⁹

³⁷ AGH, Carta de Haro a Münch, n.d. de 1950.

³⁸ AGH, Carta de Haro a Münch, n.d. de 1950.

³⁹ Los Observatorios de Yerkes y McDonald, Monte Palomar y Wilson, y el Observatorio de Lick eran las tres instituciones que tenían en ese periodo los telescopios más grandes y los mejores cielos en Estados Unidos. (Devorkin 2000)

En 1951, Arcadio Poveda, quien había estudiado la carrera de física en la Facultad de Ciencias de la UNAM, fue el primer estudiante en ser enviado a la Universidad de Berkeley, para cursar el posgrado y así obtener el doctorado en astronomía. El astrónomo estadounidense de origen alemán Otto Struve, quien había sido director de los Observatorios de Yerkes y McDonald, se había trasladado a la Universidad de Berkeley como jefe del departamento de astronomía, y es probablemente la razón de que ahí fuera enviado Poveda.

Dos años después, en 1953, Eugenio Mendoza, también egresado de la carrera de física de la Facultad de Ciencias, fue enviado a la Universidad de Chicago para estudiar el posgrado en astronomía. Durante su estancia también trabajó en el Observatorio de Yerkes⁴⁰. Los intereses de ambos mexicanos tuvieron diferentes enfoques en la astronomía; por un lado, Poveda se centró en la astronomía teórica, mientras que Mendoza se centró en la astronomía observacional.

Desde que Mendoza cursó la carrera de Física en la Facultad de Ciencias (1949-1952), se había incorporado a trabajar al OAN (en 1949) y al OAT (en 1952). Durante este periodo publicó dos veces⁴¹ en el Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya (BOTT) al lado de Enrique Chavira. Durante su estancia en Estados Unidos, Haro le pidió “sería muy importante que usted tuviera experiencia por lo que se refiere a la fotometría fotoeléctrica y que además nos hiciera toda clase de sugerencias y recomendaciones que le permitan en el curso de su trabajo y estudios.”⁴²

Entonces los estudiantes enviados a Estados Unidos no sólo formarían un grupo de profesionales trabajando en México; sino que Haro buscaba complementar, por medio de ellos los temas de investigación que en México aún no se trabajaban. De tal manera que fungirían como “consejeros” gracias a su experiencia en el país vecino.

Otra manera de complementar la formación del personal de Tonantzintla fue con el impulso de estancias para algunos miembros del personal, también en

⁴⁰ AGH, Carta de Mendoza a Haro, 8 mayo de 1953

⁴¹ BOTT, Volumen 1, Números 3 y 4.

⁴² AGH, Carta de Haro a Mendoza, 28 noviembre de 1953.

Estados Unidos. Un ejemplo de esto fue la colaboración con el astrónomo William Hiltner⁴³. Cuando este astrónomo vino a México por primera vez, en diciembre de 1951, estableció una estrecha relación con el personal del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla. A su regreso a Estados Unidos, le escribió en febrero de 1952 a Haro para decirle que estaba interesado en que Braulio Iriarte fuera su asistente en el Observatorio de Yerkes, por tres meses, de abril a junio de ese mismo año y agregó: “Como sé que el Sr. [...] Iriarte ha expresado su deseo de aprender fotometría fotoeléctrica, le escribo para preguntarle si desea o no enviarlo a Yerkes durante unos meses.”⁴⁴ Hiltner además ofreció ayuda financiera de 150 dólares el mes. Haro aceptó la oferta y le agradeció la generosa oportunidad que le había ofrecido a Iriarte de aprender, practicar y hacer fotometría fotoeléctrica. Con esto vemos que, con las visitas de Iriarte a Estados Unidos, hubo un intercambio. Primero vino Hiltner, a cambio ofreció que fuera Iriarte. Esto resultó de gran conveniencia para los astrónomos mexicanos porque Iriarte podría aprender una nueva práctica que no había en México, la fotometría fotoeléctrica⁴⁵. La idea de movilizar al personal a los sitios de los expertos se puede ver con la definición que propone Collins de conocimiento tácito, esta es: “Conocimientos o habilidades que pueden transmitirse entre científicos por contacto personal, pero que no pueden, o no han sido, establecidos o transmitidos en fórmulas, diagramas o descripciones verbales e instrucciones para la acción.” (Collins, 2001, p. 72)

⁴³ William Albert Hiltner (1914 – 1991) astrónomo estadounidense, quien mediante observaciones fotométricas había descubierto la polarización de la luz emitida por las estrellas, en 1949 junto al astrónomo John S. Hall.

⁴⁴ AGH, exp. Hiltner, Carta de Hiltner a Haro, 27 de febrero, 1952. Traducción original: “In a recent conversation with Dr. Strömgren he asked me whether or not I was interested in appointing someone as an assistant for a few months. Since I know Sr. Broulio [sic] Iriarte has expressed a desire to learn photoelectric photometry I am writing you to ask whether or not you would be interested in sending him to Yerkes for a few months.”

⁴⁵ La fotometría es la disciplina que se encarga de la medición de la magnitud del brillo de los objetos que emiten luz. En el caso de la astronomía se utiliza para medir la magnitud del brillo de los astros. En el siguiente capítulo profundizaré en el tema.



Figura 6. Braulio Iriarte Erro (AGH expediente Braulio Iriarte).

Durante su estancia, Iriarte publicó sobre una curva de luz de la estrella variable DY Peg (Braulio Iriarte 1952) en la revista estadounidense *Astrophysical Journal* (*ApJ*). Hiltner le había expresado a Haro que Iriarte había trabajado duro y había aprendido rápidamente sobre fotometría⁴⁶. Al terminar su estancia, Haro se mostró muy agradecido con Hiltner por la hospitalidad brindada a Iriarte y la oportunidad de publicar en el *ApJ*. Estas movilizaciones entre Hiltner e Iriarte, fueron provechosas porque Iriarte tuvo experiencia y tuvo oportunidad de aprender a través del astrónomo y en el lugar de trabajo de Hiltner con los instrumentos adecuados. Con estas ventajas, Haro le extendió una invitación a Hiltner para regresar a México en diciembre de 1952, por un mes con sueldo por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México, interesado en continuar la colaboración con él.⁴⁷

A mediados de 1953, Hiltner volvió a extender la invitación a Iriarte y ahora también a Chavira para ir al Observatorio de McDonald en septiembre de ese mismo año. Hiltner había hecho partícipe a Haro de la elección de tareas para que hicieran durante su estancia en el observatorio, había pensado en que midieran la polarización, color y el espectro de una lista de estrellas de clasificación espectral OB (es decir, estrellas luminosas)⁴⁸. Al final solamente fue Iriarte y a su regreso a México, Hiltner comentó que disfrutó la estancia, que

⁴⁶ AGH, Carta Hiltner a Haro, 20 agosto 1952

⁴⁷ AGH, Carta Haro a Hiltner, 13 agosto 1952

⁴⁸ AGH, Carta Hiltner a Haro, 20 agosto 1952.

trabajó duro y por largas horas, además esperaba que hubiera sido provechoso y agradable. Hiltner continuó visitando el OAT para realizar observaciones con la Cámara Schmidt y también les daba clases sobre fotometría al resto del personal de Tonantzintla⁴⁹. De esta manera con la colaboración de Hiltner se complementaba la formación del personal de Tonantzintla además de los estudiantes enviados a Estados Unidos a estudiar el posgrado de astronomía.

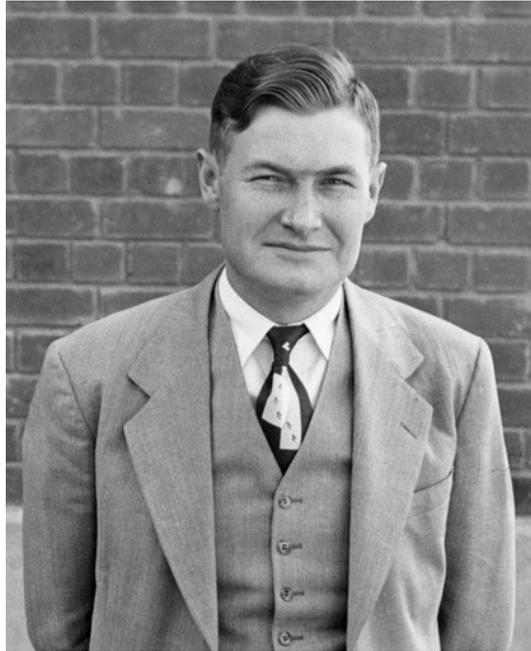


Figura 7. William Albert Hiltner (1948).

(En University of Chicago Photographic Archive, [apf digital item number, e.g., apf12345],
Special Collections Research Center, University of Chicago Library.
<http://photoarchive.lib.uchicago.edu/db.xqy?show=browse6.xml|126>)

Hiltner había mencionado, en sus cartas, que el director de los dos Observatorios, Yerkes y McDonald, el astrónomo danés Bengt Strömberg estaba entusiasmado con las estancias de Iriarte,⁵⁰ y Haro mencionaba que la UNAM estaba dispuesta a pagarle un sueldo de profesor por dos meses a Hiltner para cubrir sus visitas a México.⁵¹ En ese sentido, se pueden ver reflejados los intereses científicos apoyados por sus respectivas instituciones.

Otro miembro del personal del OAT que realizó al menos dos estancias en Estados Unidos, fue Luis Münch, hermano del astrónomo Guido Münch, quien al

⁴⁹ AGH, exp. Hiltner, Carta Hiltner a Haro, 6 agosto 1952.

⁵⁰ AGH, exp. Hiltner, Carta de Hiltner a Haro, 27 febrero de 1952.

⁵¹ AGH, exp. Hiltner, Carta de Haro a Hiltner, 13 agosto de 1952.

igual que Iriarte no había realizado estudios universitarios. La primera fue a principios de la década de 1950, en el Observatorio de Yerkes la cual, de acuerdo con Haro, fue muy útil y adquirió experiencia en clasificación espectral.⁵² En 1956, Münch hizo otra estancia de un año en los Observatorios Monte Wilson y Monte Palomar trabajando en problemas de clasificación espectral y gozando de la Beca Guggenheim.⁵³ Sobre la formación que tuvieron Iriarte y Münch como astrónomos mediante sus estancias en Estados Unidos vemos cómo, de acuerdo con Peter Galison, “el problema de la transferencia de conocimiento era complejo, en varios niveles. La única solución parecía ser a través del intercambio de personal” (Galison 1997).

El dinero con el que se iban los mexicanos a Estados Unidos fue con un sueldo de “ayudante del OAN y del OAT” principalmente. Después, en 1957, Haro fue nombrado vocal del Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC)⁵⁴ con lo que propuso como becarios a los integrantes del personal del OAN y del OAT, en particular, a Mendoza, Iriarte, Chavira y Poveda.

2.2 Proyectos y colaboraciones del personal mexicano

2.2.1 Trabajo astronómico mexicano

El estudio de la astrofísica se dio mediante desarrollos teóricos, como el conocimiento de las líneas espectrales, y técnicos como el desarrollo de la fotografía, el espectrógrafo y el fotómetro fotoeléctrico. Mediante la precisión de la medición de las magnitudes de los astros se ha podido definir y precisar más el análisis de las clasificaciones espectrales de las estrellas y de otros objetos como nebulosas o galaxias. A principios del siglo XX, se introdujeron los detectores fotoeléctricos para aumentar la precisión en las mediciones fotométricas, es decir, la medición de la magnitud del brillo de los objetos

⁵² AGH, exp. Guido Münch, Carta de Haro a Guido Münch, n.d. de 1950

⁵³ AGH, exp. Eugenio Mendoza, Carta de Haro a Mendoza, 27 diciembre de 1957.

⁵⁴ El INIC fue un organismo mexicano creado para el apoyo a la investigación científica.

astronómicos.⁵⁵ En ese sentido, durante este periodo, el análisis y clasificación espectral junto con las mediciones de la luminosidad de los astros tuvieron un desarrollo importante en la recién desarrollada disciplina astrofísica. Por lo que, en este periodo, los astrónomos observacionales usaban principalmente la espectroscopia y la fotometría. En palabras del autor Tsuko Nakamura: “el matrimonio de la espectroscopia y fotometría dieron como nacimiento a la astrofísica” (A. Nakamura 2017). En México, a diferencia de Estados Unidos o Alemania, no había ni la tecnología ni el conocimiento de estas dos ramas de la astrofísica.

Desde que se desarrolló el análisis espectral,⁵⁶ la comunidad astronómica internacional centró sus intereses en realizar clasificaciones espectrales estelares. Después se logró fotografiar los espectros⁵⁷ y así fue como surgió el interés de los astrónomos por realizar extensos catálogos de estas clasificaciones espectrales (Hearnshaw 1986). El estudio y análisis de los espectros de las estrellas brindaba información no sólo de sus compuestos químicos sino otras propiedades como la temperatura y velocidad radial. Con el estudio de las líneas espectrales y la relación periodo-luminosidad de las estrellas, los astrónomos empezaron a conocer sobre la evolución estelar. Inclusive, en 1920, con el estudio de los extensos catálogos⁵⁸, Harlow Shapley pudo determinar que el Sol no se encontraba en el centro de la galaxia (Hearnshaw 1986). Con estas búsquedas y estudios los astrónomos descubrieron diversos tipos de estrellas y profundizaron su conocimiento sobre la evolución estelar. Finalmente, mediante el estudio de estrellas luminosas de tipo espectral O y B principalmente, esperaban poder determinar la distribución de los brazos de nuestra galaxia, la Vía Láctea, y la posición del Sol en ésta.

⁵⁵ En el próximo capítulo profundizaré más en el tema.

⁵⁶ El análisis espectral es el estudio de la absorción o emisión de radiación electromagnética a ciertas longitudes de onda. En el caso particular de la astronomía, es el estudio de absorción o emisión de la luz que emiten los objetos astronómicos (estrellas, galaxias, nebulosas, nebulosas planetarias).

⁵⁷ Henry Draper, aficionado estadounidense, fue la primera persona en fotografiar exitosamente un espectro estelar (Hearnshaw 1986).

⁵⁸ El catálogo de espectros estelares de mayor importancia y extensión fue el “Henry Draper Catalog”, realizado en el Observatorio Harvard College, impulsado por la viuda Draper, Mary Anna Palmer Draper.

En este contexto, en la década de 1950, los astrónomos continuaron haciendo amplias búsquedas, estudios y catálogos para definir la estructura de la galaxia y profundizar su conocimiento sobre la evolución estelar. La Cámara Schmidt brindaba ventajas para realizar observaciones sistemáticas que abarcaran ciertas áreas del cielo que estaban en una latitud más al sur (Abt 2011). En Tonantzintla se encontraron y estudiaron a profundidad varias novas, nebulosas, nebulosas planetarias, estrellas variables, estrellas TTauri y se dedicaron a buscar estrellas de alta luminosidad, es decir de tipo espectral OB, tanto en el halo como en el centro de la galaxia (Peimbert 1983) para hacer catálogos y realizar estudios. En torno a las estrellas de alta luminosidad Haro dijo:

Todas las investigaciones que se han realizado sobre estrellas de alta luminosidad tienen por objeto el estudiar la distribución espacial dentro de nuestra galaxia de estrellas lejanas con mira a poder establecer con mayor precisión la existencia y forma de los brazos espirales de nuestro sistema estelar y la posición del Sol respecto a ellos.⁵⁹

Haro se había enfocado en el estudio de estrellas peculiares, así como estrellas en etapas tempranas; utilizaba la Cámara Schmidt y el prisma objetivo con filtros para observar diferentes colores. Lo que le interesaba era la astronomía estelar dentro de la Vía Láctea, así como la evolución estelar. Sin embargo, también se enfocó en otros objetos como nebulosas planetarias, la nebulosa de Orión y otros objetos fuera de la Vía Láctea, como otras galaxias (Peimbert 1983).

El resto del personal de Tonantzintla continuó trabajando durante la década de 1950. Chavira ingresó desde una edad temprana al OAN fungiendo como jardinero y después se integró al OAN como ayudante de la astrónoma Paris Pişmiş (Fuerbringer 2000). En 1950 se incorporó al OAT también. Estudió la carrera de física en la Facultad de Ciencias, pero no la concluyó. Sin embargo, continuó trabajando en ambos observatorios. Desde que empezó la década de 1950 se mantuvo trabajando y publicando constantemente artículos en el *BOTT* colaborando con Haro, Iriarte y Münch en las publicaciones y tomando placas principalmente. En 1955 descubrió un cometa con Haro.

⁵⁹ AGH, Informe de actividades de 1953-1954 elaborado por Guillermo Haro, dirigido a Alberto Barajas, coordinador científico de la UNAM, 13 diciembre de 1954.

Luis Münch, quien se incorporó al OAT en 1950, colaboró e hizo un gran número de publicaciones en su mayoría sobre elaboraciones de catálogos de estrellas de tipo espectral OB. En 1954 colaboró y trabajó, -además de con el astrónomo William Wilson Morgan⁶⁰- con el astrónomo puertorriqueño Víctor Blanco, quien se estaba trabajando en el *Case Institute* como becario de la Fundación Guggenheim, y quien visitó Tonantzintla.⁶¹ Luis Münch también colaboró en diversos artículos de investigación a lado de su hermano Guido Münch.

Iriarte continuó visitando a Hiltner en Estados Unidos. Durante este periodo continuó publicando sobre temas de fotometría fotoeléctrica tanto en el *ApJ* como en el *BOTT* a lado de Chavira. En 1957, fue a hacer una estancia de siete meses al Observatorio de McDonald y posteriormente al Observatorio de Yerkes, ahí Iriarte trabajaría “única y exclusivamente problemas de fotometría fotoeléctrica con Hiltner.” Haro no quería que “se desvíe hacia ningún otro problema.”⁶² Con esto vemos el gran interés que tenía Haro por introducir la fotometría fotoeléctrica en México.

En 1956, Arcadio Poveda regresó a México, siendo el primer mexicano con doctorado en astronomía en trabajar en los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya. Eugenio Mendoza regresó dos años después y también se integró a los observatorios mexicanos. Durante su estancia en Estados Unidos, Mendoza trabajó y mantuvo una relación cercana con astrónomos como Subrahmanyan Chandrasekar, Morgan y Hiltner. Haro le pedía consejos a él y que les pidiera consejos a los astrónomos estadounidenses. Haro también les solicitaba a Poveda y Mendoza diversos favores como la consulta de bibliografía y ayuda con observaciones espectroscópicas. Las estancias de ambos no se limitaron a estudiar un doctorado en astronomía, sino que Haro aprovechó su estancia allá para que hicieran una conexión más sólida con el país vecino.

⁶⁰ William Wilson Morgan (1906 - 1994) astrónomo estadounidense que creó -junto con el astrónomo Phillip Keenan- un sistema de clasificación estelar basado en el tipo espectral de las estrellas el cual fue adoptado internacionalmente.

⁶¹ BOTT, Vol. 2, No. 12.

⁶² AGH, exp. Eugenio Mendoza, Carta de Haro a Mendoza, 26 febrero 1957.

2.2.2 Publicaciones, colaboraciones y congresos

Para dar a conocer los resultados de los trabajos que se estaban realizando en el OAN y el OAT, Haro retomó el *Boletín de Tacubaya* que se había publicado hasta 1942, y fundó el *Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya* (BOTT) del cual fue editor. El primer número del *Boletín* fue publicado en enero de 1952 con un sólo artículo de Haro sobre nebulosas planetarias. En este artículo Haro narra que utilizó la Cámara Schmidt junto con el prisma objetivo para obtener el material de su investigación. El siguiente número consistió en un artículo de Luis Münch sobre una lista de estrellas B de luminosidad baja e intermedia.

El *BOTT* fue tomando mayor importancia para los astrónomos mexicanos en el medio internacional. Desde la primera publicación se integró el resumen de los artículos en inglés, pues Haro estaba consciente de que el *Boletín* ayudaría a fomentar el desarrollo de la astronomía mexicana dando mayor difusión al trabajo mexicano dentro la comunidad astronómica internacional. Incluso, en marzo de 1952, Haro envió estos dos primeros números al astrónomo estadounidense Morgan del Observatorio de Yerkes, Chicago, y quien había sido editor de *Astrophysical Journal* (*ApJ*) entre 1947 y 1952. Morgan le expresó la importancia de esta nueva publicación “Estos dos primeros números muestran que ha dado un paso importante en astronomía al organizar esta publicación. Sin duda, su valor para los astrónomos será muy grande.”⁶³

En esta revista se reflejaría el trabajo de los astrónomos mexicanos que se estaba conformando. Además, la manera en la que se estaban situando en el medio internacional no era únicamente repartiendo la revista a los demás observatorios. También invitaron a astrónomos estadounidenses a publicar en el *BOTT*. Asimismo, varias de las colaboraciones que hicieron los mexicanos con ellos fueron publicadas en el boletín mexicano.

Haro y el resto del personal continuaron publicando su trabajo en las revistas astronómicas estadounidenses de alcance internacional como la *ApJ*, el *Boletín*

⁶³ AGH, exp. W. W. Morgan, Carta de Morgan a Haro 18 marzo de 1952. “These first two issues show that you have made an important step in astronomy in organizing this publication. Its value to astronomers will certainly be very great.”

del *Observatorio de Harvard College* y otras revistas de sociedades astronómicas estadounidenses. Haro continuó presentando su trabajo y el trabajo desarrollado en los observatorios mexicanos en congresos internacionales. En 1953, la Unión Astronómica Internacional organizó en Groninga, Países Bajos, el primer simposio sobre la coordinación de las investigaciones de la galaxia. En esta conferencia estuvieron representados distintos países europeos, los Estados Unidos y México. Durante ese mismo viaje, Haro fue invitado por la Academia de Ciencias de Polonia para asistir a la conferencia conmemorativa de Nicolás Copérnico. Después visitó los Observatorios de Moscú, Leningrado y de Crimea invitado por la Academia de Ciencias de la Unión Soviética, en donde sustentó algunas conferencias. Éstas fueron sobre su trabajo principal, el cual en ese momento se centraba en estrellas TTauri y también sobre el resto de los trabajos que se estaban desarrollando en México⁶⁴. Haro continuó viajando a los simposios organizados por la Unión Astronómica Internacional, tal fue el caso del evento organizado en Dublín, Irlanda, en 1955 (Siqueiros 2017). También asistió a eventos organizados por las sociedades astronómicas estadounidenses. Por ejemplo, en 1956 visitó Ohio, Estados Unidos, para asistir a una reunión organizada por la Sociedad Astronómica Estadounidense (AAS por sus siglas en inglés, *American Astronomical Society*)⁶⁵. De esta manera, además de llegar a la comunidad astronómica internacional por medio de las colaboraciones, los trabajos astronómicos publicados tanto en el *BOTT* como en las revistas internacionales, Haro estuvo presente en varios puntos tanto de Europa como de Estados Unidos no sólo para dar a conocer y promover los proyectos astronómicos mexicanos, sino que le sería útil para ver estos sitios en funcionamiento.

⁶⁴ AGH, Carta de (n.d.) a Vera Nikoláevna Kutéishikova, 2 septiembre de 1953.

⁶⁵ AGH, exp. Eugenio Mendoza, Carta de Haro a Mendoza, agosto de 1956.



Figura 8. Congreso de la Unión Astronómica Internacional no. 1, 1953. Haro es el primero a la izquierda. (En <https://www.iau.org/public/images/detail/1953-vosbergen-iau-no-1/>)

Como vimos en la sección anterior, uno de los vínculos más relevantes dentro de este periodo se hizo con el astrónomo Hiltner. En palabras de Haro: “La colaboración que nos ha prestado Hiltner ha sido verdaderamente extraordinaria.”⁶⁶ La relación que habían establecido fue más allá de una colaboración, brindó al personal de Tonantzintla consejos y apoyo, además les ayudó a conseguir un nuevo motor para el telescopio Cámara Schmidt. Sobre el intercambio de conocimiento que establecieron con el astrónomo, Haro mencionó que: “El Dr. Hiltner utilizando los datos sobre estrellas de alta luminosidad que le hemos proporcionado, ha determinado paralajes espectroscópicos, magnitudes fotoeléctricas y grado de polarización para las estrellas de nuestras listas.”⁶⁷ Con esto se pone de manifiesto que el material producido en Tonantzintla fue utilizado por el colaborador Hiltner. De esta manera podemos ver que estaban trabajando y beneficiándose los dos lados,

⁶⁶ AGH, Informe de actividades de 1953-1954 elaborado por Guillermo Haro, dirigido a Alberto Barajas, coordinador científico de la UNAM, 13 diciembre de 1954.

⁶⁷ AGH, Informe de actividades de 1953-1954 elaborado por Guillermo Haro, dirigido a Alberto Barajas, coordinador científico de la UNAM, 13 diciembre de 1954.

por lo que vemos que “nadie hace nada sin sacar algo a cambio” (Mateos y Suárez 2016, IX).

En lo que sigue, mostraremos ejemplos de colaboración e intercambio de conocimiento, e información entre los mexicanos y los estadounidenses. En 1951, el astrónomo estadounidense George Herbig publicó en la revista *Astrophysical Journal* (ApJ) sobre unos objetos que encontró simultáneamente con Haro, que fueron denominados Herbig-Haro. Debido a esto, en enero de 1952, Haro contactó al entonces editor del ApJ, el astrónomo estadounidense Morgan, para decirle que él también había estado trabajando en los mismos objetos que Herbig. En esa misma carta, Haro aprovechó para comentarle, que “Luis Münch y otros dos miembros del personal de Tonantzintla están trabajando en la clasificación espectral siguiendo el criterio que usted estableció. Muy pronto tendrá un aviso más formal sobre este trabajo.”⁶⁸ Es decir que, Haro además de decirle que él ya había desarrollado antes y de manera independiente el trabajo que había publicado Herbig en Estados Unidos, también usó el contacto establecido con él para darle a conocer que en México estaban trabajando un tema de su interés. En esa misma carta, Haro añadió

Nos gustaría tener una relación más estrecha con usted y hemos pensado que, ya sea enviando a un miembro de nuestro personal a visitarlo en Yerkes o tener su visita personal a Tonantzintla en un futuro cercano, sería la mejor manera de lograr ese deseo. Sobre este asunto, me gustaría escribirle después.⁶⁹

Con esto vemos que Haro estaba interesado en establecer una relación de trabajo con el astrónomo.

Morgan se interesó en el trabajo de Luis Münch y le respondió a Haro que Münch y alguien más podrían visitar el Observatorio de Yerkes: “Si fuera posible, sería de gran valor tanto para nuestro trabajo como para el suyo, si pudiera visitar Yerkes y traer el material de las estrellas de emisión y las fotografías infrarrojas

⁶⁸ AGH, exp. W. W. Morgan, Carta de Haro a Morgan 5 de enero de 1952. “Luis Münch and two other members of the Tonantzintla staff are working in spectral classification following the criterion you established. Pretty soon you will have a more formal notice on this work.”

⁶⁹ AGH, exp. W. W. Morgan, Carta de Haro a Morgan 5 de enero de 1952. “We would like to have a closer relationship with you and have thought that, by either sending a member of our staff visit with you at Yerkes or having your personal visit at Tonantzintla in a near future, would be the best way to achieve such wish. About this matter I would like to write to you later.”

de la región de Orión.”⁷⁰ A esto añadió que recientemente habían encontrado evidencia definitiva de la estructura espiral en la galaxia en la zona cercana al sol, por lo que

El trabajo de Luis Münch al elegir estrellas B débiles se está volviendo más importante en todo momento. Ahora sería posible sugerir ciertas áreas en las que se podrían encontrar estrellas B débiles, y si desea que Münch y cualquier otro miembro del grupo Tonantzintla discutan estos problemas con nosotros, estaremos felices de recibirlos.⁷¹

Es así como Morgan se interesó en colaborar y en hacer partícipes a los mexicanos en su investigación académica.

Morgan visitó Tonantzintla en 1953, en su estancia colaboró con el personal del OAT. Publicó con Haro en el *ApJ* sobre una investigación en estrellas variables rápidas, también publicó con Münch en el *BOTT* y en el *ApJ* sobre los catálogos que estaban elaborando de estrellas de tipo espectral OB, asimismo colaboró con Guillermina y Graciela González publicando en el *ApJ* también sobre estrellas de tipo espectral OB. Morgan había trabajado y desarrollado una importante manera de clasificación estelar con base en el tipo espectral de las estrellas observadas, con el astrónomo estadounidense Phillip Keenan. Con este estudio que realizó Morgan se reflejaba la necesidad de estudiar más a fondo las estrellas encontradas con espectrografía y fotometría (Osterbrock 1997).

Por otro lado, en 1951, el astrónomo suizo Fritz Zwicky, del Observatorio Monte Palomar, le escribió a Haro para comentarle que deducía, por una publicación en el *Boletín del Observatorio de Harvard College*, que estaba “trabajando duro nuevamente buscando novas”⁷². Como Zwicky tenía planeado continuar con su búsqueda de novas en verano de ese mismo año, le preguntó

⁷⁰ AGH, exp. W. W. Morgan, Carta de Morgan a Haro, 12 enero de 1952. “If it were at all possible, it would be of great value both for our work and your own, if you could pay a visit to Yerkes and bring the material on the emission stars and the infrared photographs of the Orion region.”

⁷¹ AGH, exp. W. W. Morgan, Carta de Morgan a Haro, 12 enero de 1952. “Luis Münch in picking out faint B stars is becoming more important all the time. It would now be possible to suggest certain areas where faint B stars would possible found, and if you would care to have Münch and any other of the Tonantzintla group discuss these problems with us we should be very happy to have them.”

⁷² AGH, exp. Fritz Zwicky, Carta de Zwicky a Haro, 15 marzo de 1951. “you are hard at work again searching for novae”.

a Haro cuáles campos pensaba cubrir para no “duplicar esfuerzos” como ya les había ocurrido anteriormente cuando descubrieron simultáneamente y por separado, tres novas en Escorpio.⁷³ De esta manera, Zwicky había tomado en cuenta el trabajo desarrollado en Tonantzintla, y concluyó: “Por lo tanto, me interesaría mucho saber en qué partes de la Vía Láctea pretende buscar a fondo y por cuánto tiempo. Al regresar de Europa en julio, puedo tomar una decisión sobre el programa que debemos adoptar en Palomar.”⁷⁴

Haro le respondió que: “Es un placer informarle que he estado trabajando en la región del Centro Galáctico con dos propósitos principales, que son: primero, la búsqueda de nuevas [nebulosas] planetarias y objetos de emisiones peculiares; y segundo, el descubrimiento de novas.”⁷⁵ Con esto primero, Haro aprovechó para recalcar que los trabajos llevados a cabo en Tonantzintla eran aún más extensos que la mera búsqueda de novas. Luego añadió que “He cubierto con placas de larga exposición con nuestra Schmidt y el prisma (con filtro rojo) la región del Centro Galáctico comprendida dentro de la longitud galáctica 305° a 345° y latitud galáctica aproximada -15°. En promedio, este material básico alcanza la magnitud 17.5.”⁷⁶ De esta manera, estaba validando los proyectos astronómicos con los instrumentos que tenían.

Por último, Haro expresó que:

Este plan comenzó a principios de marzo como un programa regular y sistemático y finalizará a fines de octubre. Tengo la intención de mantener este programa durante, al menos, 3 años. Creo que ayudará a establecer un buen valor para las novas en la región del Centro Galáctico. Sin embargo, debo decirle que aquí en Tonantzintla, el clima no es muy propicio de marzo a octubre.⁷⁷

⁷³ Ibidem

⁷⁴ AGH, Carta de Zwicky a Haro, 15 marzo de 1951. “I should therefore be much interested to learn in which parts of the Milky Way you intend to search thoroughly and for how long. Returning from Europe in July I can make a decision as to the program we should adopt at Palomar.”

⁷⁵ AGH, Carta de Haro a Zwicky, 19 marzo de 1951. “It is my pleasure to inform you that I have been working in the region of the Galactic Center with two main purposes, which are: first, the search for new planetaries and peculiar emission objects; and second, the discovery of novae.

⁷⁶ AGH, Carta de Haro a Zwicky, 19 marzo de 1951. “I have covered with long exposure plates with our Schmidt and the prism on (red filter) the region of the Galactic Center comprised within galactic longitude 305° to 345° and approximate galactic latitude -15°. In the average, this basic material reaches magnitude 17.5.”

⁷⁷ AGH, Carta de Haro a Zwicky, 19 marzo de 1951. “This plan started on the beginning of March as a regular and systematic program and will end at the end of October. I intend to maintain this program during, at least, 3 years. I believe it will help to establish a good value for novae in the

Con esto, Haro puso de relieve que podrían llevar a cabo el programa de búsqueda de novae de manera profesional. También en esta respuesta de Haro yace un intento de atraer al astrónomo suizo para ver si le interesaba colaborar en dicho programa observacional y así establecer un vínculo con él.

Otro ejemplo de colaboración e intercambio de conocimiento sucedió mediante el método de tres colores que fue desarrollado por Haro en Tonantzintla para observar los colores de objetos astronómicos con mayor facilidad. Dicho método fue sugerido por Hiltner debido a que facilitaría la búsqueda de estrellas OB que se estaba desarrollando en Tonantzintla. Éste resultó atractivo para el resto de la comunidad astronómica internacional.⁷⁸ El nuevo método les permitió producir una importante cantidad de trabajo e investigaciones, a pesar de la escasez de instrumentación y poco personal que había en Tonantzintla. La mayor colaboración, a raíz del método de los tres colores, se dio con el astrónomo estadounidense de origen neerlandés Willem Luyten.⁷⁹ Además utilizando el método, Haro colaboró también con Herbig en 1955, publicando en el *BOTT* su investigación conjunta (Haro y Herbig 1955).

En esta sección se pudo apreciar el trabajo astronómico que se estaba llevando a cabo en México dentro del periodo; realizando publicaciones, colaborando y viajando. Esto permitió que se formaran fuertes vínculos entre los astrónomos mexicanos y el medio internacional. Estos vínculos ayudaron a que los mexicanos se establecieran en el medio internacional y de esta manera validaran su trabajo astronómico. Durante este periodo, a pesar de no contar con instrumentos auxiliares o con otro telescopio para complementar la Cámara Schmidt, lograron mantenerse publicando y llamando la atención del resto de la comunidad internacional, en particular, la estadounidense. De esta manera, al establecer contacto y relaciones con la comunidad internacional, los astrónomos mexicanos “tenían que buscar en esa comunidad problemas que valieran la pena resolver y que los reconocieran cuando los habían resuelto” (Brush 1979).

region of the Galactic Center. However, I must tell you that here in Tonantzintla, the weather is not very propitious from March to October.”

⁷⁸ Para conocer con mayor profundidad sobre el desarrollo y trabajo con el método de tres colores desarrollado en Tonantzintla, ver (Siqueiros 2017; Peimbert 2011)

⁷⁹ Ibidem.

2.3 Adquisición de instrumentos

2.3.1 *Los primeros instrumentos*

Desde que Haro tomó la dirección del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya, en 1949, tenía el interés de construir un nuevo Observatorio y trasladar algunos de los instrumentos de Tacubaya al nuevo inmueble, como el telescopio reflector fotográfico utilizado para el proyecto Carta del Cielo (telescopio Carta del Cielo de aquí en adelante). Esto debido a que el OAN de Tacubaya, además de contener instrumentos prácticamente obsoletos, la situación geográfica no permitía hacer observaciones astronómicas por la cercanía con la ciudad, provocando una mala visibilidad astronómica por la contaminación lumínica de la Ciudad de México. Al no contar con los recursos económicos para levantar el nuevo Observatorio, en 1951, Haro trasladó algunos instrumentos de Tacubaya a Tonantzintla, Puebla, en terrenos que adquirió la UNAM⁸⁰ los cuales eran colindantes con el OAT, teniendo así, desde 1952, dos estaciones astronómicas en Tonantzintla, el OAN perteneciente a la UNAM y el OAT adscrito a la Secretaría de Educación Pública (SEP).

De esta manera fue trasladado el telescopio Carta del Cielo del OAN Tacubaya a la nueva estación del OAN en Tonantzintla. Fue usado para complementar las observaciones hechas con la Cámara Schmidt haciendo observaciones simultáneas para poder comparar, y también poder añadirle instrumentos auxiliares y hacer fotografía directa, ya que con el telescopio Cámara Schmidt, al ser una cámara astrofotográfica no se le podía añadir instrumentos accesorios.

⁸⁰ Por medio de una donación del astrónomo aficionado Domingo Taboada, en (M. Moreno y Hernández 2015).



Figura 9. Edificio del telescopio Carta del Cielo en el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla en 1957. (Acervo fotográfico del Instituto de Astronomía)

2.3.2 Los nuevos instrumentos auxiliares

Mientras Iriarte estuvo desde la primera vez con Hiltner en Estados Unidos, Hiltner se ofreció a construirles un fotómetro en el taller del Observatorio de Yerkes⁸¹ y dicho instrumento lo instalarían en el telescopio Carta del Cielo para que se pudiera realizar y practicar la fotometría fotoeléctrica en México. El fotómetro fue encargado en 1952, lo adquirieron con un precio de 2,000 dólares, la compra la autorizó el Rector de la UNAM y dicha institución cubrió el gasto total. Cuando llegó el fotómetro, Haro le pidió a Hiltner que viniera y les ayudara a instalarlo⁸². Iriarte y Chavira estuvieron trabajando con dicho fotómetro, y de acuerdo con Haro, no iban “muy adelantados” y esperaba que con alguna visita de Hiltner les “diera un empujón”⁸³. Dos años después de haber comprado el fotómetro, Haro dijo que había encomendado a Iriarte a aprender a usarlo y dedicarse exclusivamente al instrumento. En 1954, en una carta enviada a Hiltner le comentó que: “De hecho, Braulio se dedica exclusivamente, bajo mi sugerencia, a trabajar con el fotómetro del instrumento Carte du Ciel.”⁸⁴ Haro había adquirido el instrumento, pero necesitaba a alguien que aprendiera a usarlo y se dedicara exclusivamente a dicho instrumento. “A pesar de haber

⁸¹ AGH, exp. William Hiltner, Carta de Haro a Hiltner, 6 mayo de 1952.

⁸² AGH, exp. William Hiltner, Carta de Haro a Hiltner, 19 mayo de 1952.

⁸³ AGH, exp. Eugenio Mendoza, Carta de Haro a Mendoza, 28 noviembre de 1953.

⁸⁴ AGH, exp. William Hiltner, Carta de Haro a Hiltner, 9 diciembre de 1954.

tenido muchas dificultades, espero que la solución de las mismas lo ayude a controlar el fotómetro” y agregó “Mientras tanto, le he pedido que no piense en ningún otro problema que no sean los relacionados con el fotómetro y solo espero que no envejezca demasiado antes de dominar dicho instrumento.”⁸⁵ Con esto se muestra una forma de aprendizaje similar al periodo del capítulo anterior, es decir, mediante la experiencia directa con el instrumento. Entonces, como vemos, Iriarte estaba complementando su formación en Estados Unidos con el manejo del fotómetro en México.

Los trabajos astronómicos que estaban realizando los mexicanos necesitaban ser complementados con observaciones espectroscópicas y fotométricas. En diversas ocasiones, los astrónomos mexicanos pedían a los colegas estadounidenses ayuda con dichas observaciones para sus investigaciones. Era evidente la necesidad de adquirir más instrumentos para poder seguir desarrollando trabajo astronómico y a su vez ampliar los proyectos astronómicos con nuevos instrumentos como los espectroscopios o fotómetros, los cuales no podrían ser utilizados en la Cámara Schmidt y con la Carta del Cielo no era suficiente. La necesidad de las observaciones fotométricas fotoeléctricas se vio reflejada en diversas publicaciones del *BOTT*, especialmente a partir del desarrollo del método de los tres colores. Un ejemplo de esto es la publicación de Iriarte y Chavira de 1957, sobre la búsqueda de estrellas azules en el casquete galáctico norte, del listado que obtuvieron sugirieron “la conveniencia de una determinación fotoeléctrica de sus magnitudes y colores.” De esta manera, los autores añadieron que Iriarte había iniciado en el Observatorio de McDonald, “la determinación fotoeléctrica de los colores de algunas de las estrellas listadas.” Para fortalecer la necesidad de las mediciones fotométricas establecieron esta misma publicación que: “Seguramente, la determinación de algunas de las características físicas de estas estrellas y el ulterior estudio de su distribución espacial, contribuirán a esclarecer algunos de los problemas que nos presenta el halo de nuestra galaxia” (Brauilo Iriarte y Chavira 1957).

⁸⁵ Ibid.

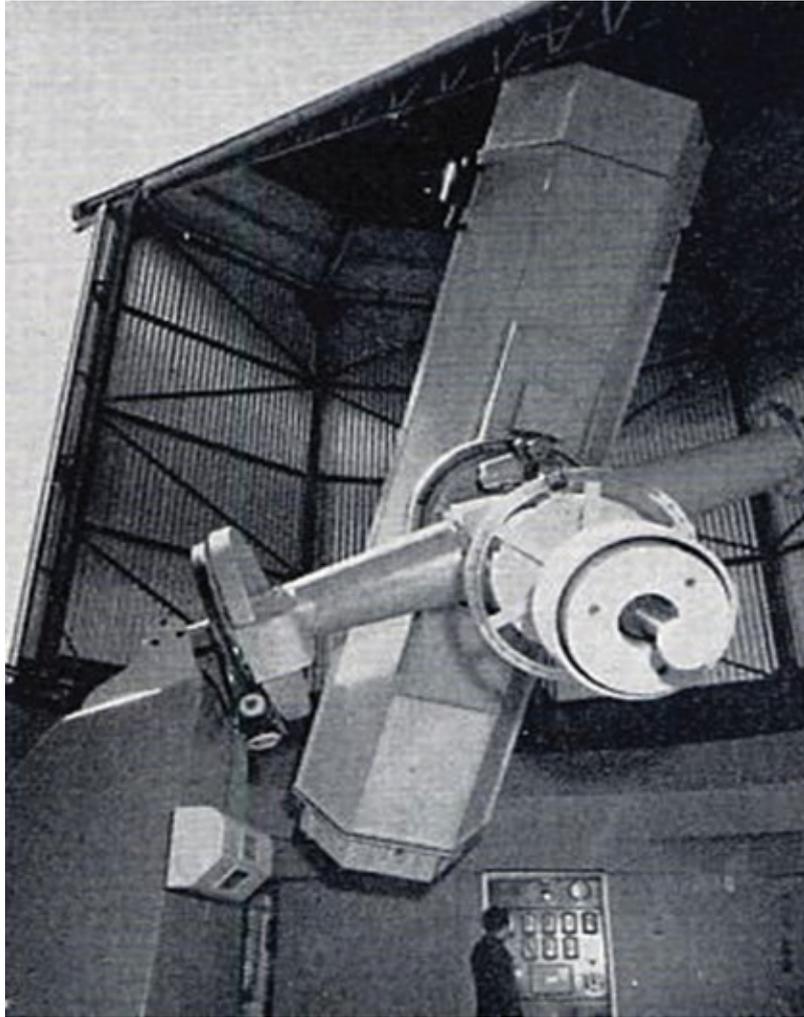


Figura 10. Telescopio Cámara Schmidt. (Acervo fotográfico Instituto Astronomía)

Los instrumentos que estaba utilizando el personal durante este periodo para observar en Tonantzintla eran: los telescopios Cámara Schmidt y Carta del Cielo, una Cámara Ross de 3 pulgadas, el prisma objetivo de 4 pulgadas, y también diversos filtros de distintos colores.⁸⁶ De los instrumentos recién mencionados, el único telescopio que lograba cubrir las necesidades de los astrónomos era la Cámara Schmidt. Sin embargo, durante este periodo se hicieron algunas adquisiciones: “Con el objeto de completar el instrumental que posee el Observatorio Astronómico Nacional, se pensó la conveniencia de adquirir nuevos instrumentos, especialmente dedicados a trabajos de fotometría de alta precisión”. Se adquirieron en 1954 un “tubo Sensitométrico”, cuyo uso sería dado para la calibración del material fotográfico, es decir, con este instrumento se podría estudiar la fotosensibilidad de las placas fotográficas y un

⁸⁶ Esta información la obtuve a través de la revisión de los ejemplares del BOTT.

“Astrofotómetro” que sería utilizado para la medición de intensidades de las imágenes estelares logradas en las placas fotográficas. Otro instrumento que se compró fue un “Microfotómetro” que, de acuerdo con Haro, no solamente sería utilizado por el Observatorio, sino también por el Instituto de Física y por algunas otras Instituciones de la UNAM. El dinero con el que se adquirieron la mayoría de los instrumentos fue proporcionado por Instituciones privadas.⁸⁷ Haro no sólo tenía conexiones con los astrónomos extranjeros, en quienes se apoyaba con su cooperación, sino que también cabildeaba con las instituciones del sector privado, un ejemplo de esto es la compañía Casa Steel.⁸⁸ El OAN había proporcionado el servicio de la hora desde principios del siglo XX. En este periodo, el OAN continuó proporcionando el servicio de la hora a diversas compañías privadas como la Casa Steel y la corporación de radio XEW, consiguiendo así más apoyos económicos⁸⁹. Por este motivo me parece muy importante recalcar la necesidad de dinero que ha habido en el desarrollo de la ciencia, en este ejemplo, se ve en particular con la astronomía mexicana.

2.3.3 *Un nuevo telescopio*

Como vimos en la sección anterior, queda en evidencia la necesidad de un nuevo telescopio, ya fuera otra Cámara Schmidt o un telescopio reflector. La obtención de una segunda Cámara Schmidt serviría para realizar fotografías simultáneas, con un filtro diferente para cada una, o para tomar con una, fotografías espectrales y con la otra, fotografías directas. Un telescopio reflector en cambio “les permitiera ampliar su trabajo espectroscópico y fotométrico” (Haro 1956). Ya fuera con otra Cámara Schmidt o con un telescopio reflector podrían complementar la Cámara Schmidt que ya tenían. Desde aproximadamente 1954, Haro empezó nuevamente a cabildar apoyo económico para adquirir el nuevo telescopio.

En 1956, Haro con la asesoría de sus colegas como G. Münch, Hiltner, Mendoza y Morgan había pensado que el tipo de instrumento ideal para equipar

⁸⁷ AGH, Informe de actividades de 1953-1954 elaborado por Guillermo Haro, dirigido a Alberto Barajas, coordinador científico de la UNAM, 13 diciembre de 1954.

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ FOAN, sección Correspondencia, caja 167, Correspondencia de Haro.

los Observatorios de Tonantzintla era un reflector de 36 pulgadas, similar al que se estaba construyendo para el Observatorio Nacional de Estados Unidos. De esta manera, con este propósito Haro contactó al Dr. Harry M. Miller, Jr., director asociado de la Fundación Rockefeller. El Dr. Miller mostró interés en la posibilidad de que dicha fundación cooperara con \$60,000.00 dólares del proyecto cuyo presupuesto había sido calculado de \$110,000.00 dólares. El presupuesto se calculó para la compra del instrumento y sus accesorios (como espectroscopios y fotómetros).

Desde principios de la década de 1940, México había sido uno de los países latinoamericanos más cercanos a la Fundación Rockefeller. La Fundación había colaborado y trabajado en México, principalmente en áreas como Salud y Agricultura (Vargas Domínguez 2016). Estas áreas fueron, de hecho, la prioridad de la Fundación durante décadas en América Latina (Minor 2019). Sin embargo, la fundación también apoyó otras disciplinas científicas, como la física y las matemáticas (Minor 2019). Y como vemos en este capítulo, la fundación brindó recursos a la astronomía mexicana, aunque fueron menores en términos de los fondos recibidos por los sectores de Agricultura y Salud (Minor 2019). Esto quizá porque la Fundación no tenía un interés especial en apoyar a la astronomía, tal como sucedió con la física mexicana (Minor 2019). Entonces la condición de la Fundación Rockefeller fue que el resto del monto fuera pagado por la UNAM o por el gobierno mexicano. Asimismo, Miller le pidió a Haro que les solicitara “a dos o tres astrónomos extranjeros prominentes”⁹⁰, mencionando particularmente al Dr. Harlow Shapley, que le escribieran una carta respaldando el proyecto y que dieran una opinión sobre el trabajo astronómico que habían desarrollado en Tonantzintla, así como sobre su capacidad para utilizar el nuevo instrumento.

Derivado de esta petición, Haro le escribió una carta a Shapley solicitándole su “amable colaboración” para hacer la recomendación a la Fundación Rockefeller. Lo primero que le dijo en su carta fue que había asistido recientemente a una reunión de la Sociedad Astronómica Americana, en Ohio, Estados Unidos. Le comentó que en dicha reunión presentó una nota preliminar sobre las Galaxias Azules con Emisión Nuclear. Haro aprovechó para enviar a

⁹⁰ FOAN, sección Correspondencia, caja 147, Carta de Haro a Shapley, 6 abril de 1956.

Shapley una copia impresa del artículo presentado, alegando que era consciente de su gran interés en todo lo relacionado con el estudio de las galaxias. De esta manera, Haro se presentó, enseñándole su trabajo más reciente y relacionado con su interés científico. De aquí se ve la manera de Haro de solicitar el apoyo a Shapley, para que diera el visto bueno con la Fundación Rockefeller; primero se presentó con lo que estaba trabajando y para validar aún más su trabajo comentó que lo presentó en Estados Unidos.

Después, Haro añadió que un telescopio reflector sería de gran utilidad porque “Tenemos programas concretos para desarrollar y en muchas ocasiones, hemos tenido que solicitar una colaboración especial del extranjero para algunos de nuestros estudios, debido a la falta de equipos adecuados.”⁹¹ Con este argumento se refleja claramente que los mexicanos debían pedir ayuda a astrónomos extranjeros, en su mayoría estadounidenses, para poder trabajar debido a la escasez de instrumentos apropiados.

Para fundamentar el uso apropiado del nuevo instrumento de los astrónomos mexicanos, Haro argumentó que: “Este año, nuestros dos estudiantes que fueron enviados a las universidades de California y de Chicago regresarán a México y completarán ventajosamente el personal actual de nuestra institución.” En ese sentido, Haro recalcó que pronto tendría ya a dos estudiantes graduados con doctorado obtenido en Estados Unidos y por lo tanto el personal de Tonantzintla estaría más preparado. Finalmente le dijo que dicho telescopio podrían usarlo también los estadounidenses, argumentando que:

Este nuevo equipo en Tonantzintla nos permitiría recibir la visita de astrónomos extranjeros interesados en observar desde nuestra latitud no solo con una cámara Schmidt sino también con un reflector de tamaño mediano y espectrógrafos y fotómetros adecuados. Estas visitas complementarían nuestra ganancia en cuanto a la adquisición de nuevos instrumentos.⁹²

⁹¹ FOAN, sección Correspondencia, caja 147, Carta de Haro a Shapley, 6 abril de 1956. “We have concrete programs for development and on many occasions, we have had to request especial collaboration from abroad for some of our studies, owing to the lack of adequate equipment.”

⁹² FOAN, sección Correspondencia, caja 147, Carta de Haro a Shapley, 6 abril de 1956. “This new equipment in Tonantzintla would permit us to receive the visit of foreign astronomers interested in observing from our latitude not only with a Schmidt Camera but also with a medium size reflector and suitable spectrographs and photometers. These visits would complement our gain as regards the acquisition of new instruments.”

De esto último vemos una vez más que Haro para fundamentar su petición estaba proponiendo un intercambio, donde los estadounidenses aportarían dinero, y a cambio podrían usar el nuevo telescopio cuya ventaja era también la latitud más al sur en la que se encontraba Tonantzintla.

El presupuesto fue aprobado por la Fundación Rockefeller en 1957.⁹³ Luego, Haro negoció el resto del financiamiento con la UNAM diciendo que Estados Unidos ya había aportado más de la mitad del presupuesto total.⁹⁴ Por otro lado, Haro estuvo consultando con todos sus contactos astrónomos mexicanos como Guido Münch, Mendoza, Poveda y astrónomos extranjeros como Struve, Hiltner y Morgan para pedir consejos sobre dicho telescopio.⁹⁵ También consultó a William Hiltner, a quien le pedía muchos consejos a través de Iriarte⁹⁶ cuando estaba allá con él. Finalmente se decidió por un telescopio reflector de foco Cassegrain de 39 pulgadas de diámetro (más adelante se referirían a este como el telescopio de 1 metro). Haro por recomendación del astrónomo holandés Jan Hendrick Oort, director del observatorio de Leiden, Holanda, compró el telescopio en la compañía Radermakers de Rotterdam, Holanda. Oort había mandado comprar ahí los instrumentos cuando el taller de su observatorio no podía construir algún instrumento y les había recomendado a más astrónomos de países como Japón, Indonesia entre otros dicha compañía (A. Nakamura 2017). Haro aprovechó para utilizar parte del presupuesto del nuevo telescopio para reconstruir y renovar por completo la parte mecánica de la Cámara Schmidt también con la compañía Radermakers (Siqueiros 2017).

Como mencioné antes, parte de las negociaciones que hizo Haro con la Fundación Rockefeller había incluido la ventaja de que los astrónomos estadounidenses podrían utilizar el nuevo telescopio y las instalaciones de Tonantzintla. Referente a esto, Mendoza vio esta situación como poco favorable y le expresó a Haro, en 1958, que el nuevo instrumento daría “mayor beneficio a observatorios extranjeros que al nuestro.”⁹⁷ Sin embargo, Haro estaba

⁹³ AGH, exp. Eugenio Mendoza, Carta de Haro a Mendoza, 9 enero de 1958.

⁹⁴ FOAN, sección Correspondencia, caja 147, exp. 1031, carta de Haro a Nabor Carrillo, 10 abril 1956.

⁹⁵ FOAN, sección Correspondencia, caja 147, exp. 1031.

⁹⁶ AGH, expediente Braulio Iriarte.

⁹⁷ AGH, exp. Eugenio Mendoza, Telegrama de Mendoza a Haro, 9 febrero de 1958.

consciente de la ventaja que sería conseguir la ayuda financiera del país vecino. Esta situación reflejada por Mendoza y Haro señala tensiones de los mexicanos con los estadounidenses, derivada de una clara asimetría de poder entre ambos países. No obstante, es probable que Haro estaba consciente de esta asimetría, pero buscaba una relación de carácter recíproco, de la cual, esperaba obtener un instrumento nuevo a cambio de permitirles el uso del instrumento y las instalaciones de Tonantzintla.

Como vimos en esta sección, los astrónomos habían utilizado los pocos instrumentos que tenían junto con el único telescopio moderno competente para realizar su trabajo que fuera relevante para el resto de la comunidad internacional. Por ese motivo, Haro se interesó en adquirir un nuevo telescopio, así como instrumentos auxiliares para complementar la astronomía que estaban realizando.

Capítulo 3: La convergencia de los caminos trazados por el fotómetro fotoeléctrico y Braulio Iriarte

En 1961, los astrónomos mexicanos estaban estrenando un nuevo telescopio reflector y un fotómetro fotoeléctrico en el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla, Puebla, México. El fotómetro fotoeléctrico fue comprado y construido en Estados Unidos con la intermediación del astrónomo mexicano Braulio Iriarte. En este capítulo estudiaré cómo fue la construcción, adquisición y apropiación del fotómetro; que cruzó fronteras y trajo consigo una nueva práctica de la astrofísica a México. El periodo de estudio de este capítulo será de 1957 cuando Iriarte llega a Estados Unidos hasta 1961 cuando Iriarte regresa a México y trae consigo el fotómetro fotoeléctrico.

Para introducir la fotometría fotoeléctrica en México fueron necesarios varios elementos como: la adquisición de un fotómetro, un intermediario que orquestara la compra y se apropiara de las prácticas relacionadas con el fotómetro, y un telescopio reflector de 40" (1 metro) de diámetro donde colocar el fotómetro. De esta manera, la unión de Iriarte y el fotómetro con el telescopio de un metro dieron como resultado la introducción de la fotometría en México. Estos tres elementos se dieron de manera sincrónica.

En este capítulo estudio las trayectorias por las cuales fueron movilizados Iriarte y el fotómetro en el territorio estadounidense, me enfoco en las prácticas generadas en torno al instrumento que fueron apropiadas y movilizadas por Iriarte. Además, la construcción del instrumento fue producto de diversas contingencias. Finalmente veo la llegada del fotómetro e Iriarte a México. El fotómetro sería utilizado en el nuevo telescopio e Iriarte usaría el fotómetro.

3.1 La formación en la práctica: estancia de Braulio Iriarte en Estados Unidos

Como vimos en el capítulo anterior, Iriarte había realizado estancias en Estados Unidos en varias ocasiones con Hiltner, principalmente para aprender fotometría

fotoeléctrica y realizar observaciones fotométricas, las cuales no podían realizar los astrónomos mexicanos por no contar con los instrumentos necesarios. Estos eran: un telescopio que tuviera las características físicas y ópticas para adaptarle un fotómetro fotoeléctrico, éstas consistían en que fuera reflector y tuviera, de preferencia, un foco Cassegrain⁹⁸ y un equipo fotométrico (A. Nakamura 2017; H. L. Johnson 1962). En esta sección veremos, cómo se movió Iriarte entre distintos espacios además de cómo se formó y se apropió de las prácticas concernientes a la fotometría fotoeléctrica.

3.1.1 Antecedentes del contacto entre Iriarte y Johnson

A mediados de 1957, Iriarte fue con Hiltner al Observatorio de McDonald en Texas y al Observatorio de Yerkes, ambos a cargo de la Universidad de Chicago, para realizar observaciones fotométricas de un listado de estrellas azules en el casquete norte galáctico que había publicado recientemente en el *Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya (BOTT)* (Brauilto Iriarte y Chavira, 1957). Los resultados que obtuvo de las observaciones fotométricas fueron publicados en el *ApJ* en marzo de 1958. Durante esta misma estancia publicó dos veces en colaboración con Hiltner sobre la polarización de galaxias azules encontradas por Haro (1956) y sobre mediciones fotométricas de nebulosas extragalácticas (Hiltner y Iriarte 1958a, 1958b).

Durante su estancia en 1957, Iriarte colaboró también con el astrónomo estadounidense Harold Johnson⁹⁹ del Observatorio de Lowell, Flagstaff Arizona, a quien había conocido desde las primeras visitas que realizó. Hiltner, Iriarte y Johnson trabajaron en observaciones fotométricas en tres colores¹⁰⁰ del cúmulo galáctico, NGC6633 y publicaron en el *ApJ* (Hiltner, Iriarte, y Johnson 1958). En esta estancia, Johnson invitó a Iriarte a trabajar y a aprender fotometría fotoeléctrica con él en el Observatorio de Lowell, durante el año 1958.

⁹⁸ El sistema óptico del telescopio reflector Cassegrain tiene un espejo primario parabólico y un espejo secundario hiperbólico que refleja la luz hacia abajo a través de un agujero en el primario.

⁹⁹ Harold Lester Johnson (1921-1980) nacido en Denver, Colorado.

¹⁰⁰ Con tres colores nos referimos a la exposición del mismo objeto usando tres filtros de tres colores diferentes.



Figura 11. Harold Lester Johnson. (De Vaucouleurs 1995)

Johnson obtuvo la licenciatura en matemáticas en la Universidad de Denver, Colorado, en 1942. Durante la Segunda Guerra Mundial (SGM), se integró al *Radiation Laboratory* del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), donde trabajó en las técnicas de interferencia de los radares. Ahí conoció al físico y astrónomo estadounidense Albert Whitford, uno de los personajes clave en el desarrollo de fotómetros fotoeléctricos de alta precisión (De Vaucouleurs 1995).

Los fotómetros fotoeléctricos, usados para medir el brillo emitido por los astros, habían sido creados desde finales del siglo XIX cuando vieron que podrían medir la intensidad de luz con materiales fotosensibles¹⁰¹. Así se fueron desarrollando los fotómetros fotoeléctricos y durante la primera mitad del siglo XX, los astrónomos fueron mejorando los materiales fotosensibles de estos aparatos, usando celdas foto-emisivas, es decir, celdas que tenían componentes que conducían los electrones emitidos por los fotones capturados de los astros. En 1930, Whitford desarrolló un amplificador que era capaz de incrementar la sensibilidad y ampliar la corriente emitida en las fotoceldas para poder medir con más precisión la corriente de las celdas foto-emisivas. Luego, en 1945 el

¹⁰¹ Para entender mejor este fenómeno, es necesario tener conocimiento del efecto fotoeléctrico.

ingeniero mecánico y astrónomo Gerald Kron, del Observatorio de Lick, tuvo la oportunidad de tener contacto con los tubos fotomultiplicadores que recién se habían desarrollado en la compañía *Radio Corporation of America* y los aplicó a los fotómetros fotoeléctricos.¹⁰²

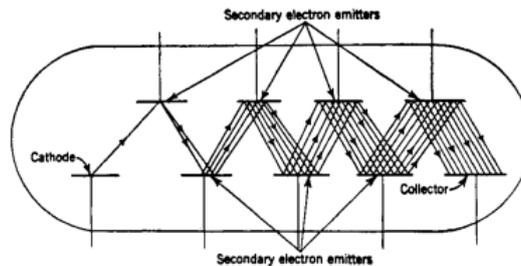


Figura 12. Diagrama del concepto de multiplicador de emisiones secundarias, en el que se basa el fotomultiplicador RCA 1P21. (DeVorkin 1985, 1213)



Figura 13. Diagrama y fotografía del fotomultiplicador RCA 1P21. (Miles 2007, 180)

Durante la Segunda Guerra Mundial, Kron trabajó en el *Naval Ordnance Test Station*¹⁰³, Inyokern, California. Ahí conoció a Johnson quien se incorporó a dicha institución hacia el final de la Segunda Guerra Mundial. Kron introdujo a Johnson

¹⁰² Para conocer más a fondo la historia de los fotómetros fotoeléctricos ver: (Hearnshaw 1996; DeVorkin 1985).

¹⁰³ La Estación de Prueba de Artillería Naval (*Naval Ordnance Test Station*) fue establecida, en noviembre de 1943, para la prueba y evaluación de los cohetes que el Instituto de Tecnología de California (CalTech) estaba desarrollando para la Marina de Estados Unidos, así como para llevar a cabo pruebas para toda la artillería de aviación.

al campo de la fotometría fotoeléctrica y lo impulsó a estudiar el doctorado en astrofísica en la Universidad de Berkeley (terminó en 1948). Al igual que todas las ciencias, la astronomía salió profundamente modificada después de la guerra.¹⁰⁴

Entre 1950-1952 Johnson se integró al Observatorio de Yerkes donde conoció y trabajó con el astrónomo estadounidense William Wilson Morgan. Johnson, en colaboración con este último y D. L. Harris, introdujeron un nuevo sistema estándar de fotometría estelar, el denominado sistema de filtros U, B, V; que básicamente consiste en utilizar los filtros de banda ancha en el espectro electromagnético: ultravioleta (U), azul (B) y visible (V), para clasificar astros en función de sus colores. El sistema fue dado a conocer entre los años 1953 y 1955, y fue aceptado y adoptado internacionalmente como uno de los sistemas de mediciones fotométricas (De Vaucouleurs 1995, 248). En 1952, Johnson abandonó Yerkes y se incorporó al Observatorio de Lowell (De Vaucouleurs 1995).

3.1.2 Estancia de Iriarte con Johnson: sus prácticas

Mientras Iriarte estuvo con Johnson en el Observatorio de Lowell, continuó visitando el Observatorio McDonald utilizando los telescopios de 82 y 36 pulgadas de diámetro, que había usado desde que estaba con Hiltner; y en Lowell utilizaba un telescopio de 42 pulgadas. Estaba adquiriendo experiencia como observador y en el manejo de diversos telescopios de gran tamaño. Esto es relevante porque recordemos que en México sólo había el telescopio tipo Cámara Schmidt de 30 pulgadas.

En 1958 Iriarte trabajó con Johnson sobre mediciones fotométricas de estrellas tempranas (H. Johnson y Iriarte 1958). Luego, en colaboración con Johnson y R. de F. Neville desarrollaron un método para incrementar los límites

¹⁰⁴ Un ejemplo sobre las modificaciones que sufrió la física estadounidense en el periodo de la posguerra se puede ver en (Forman 2001) donde el autor argumenta que: "la física estadounidense, acelerando su histórico crecimiento cuantitativo, experimentó un cambio cualitativo en sus propósitos y carácter, un alistamiento e integración del grueso de sus practicantes y su práctica en la búsqueda de la seguridad de la nación a través de. tecnologías militares cada vez más avanzadas." p. 186.

fotográficos con composiciones de hasta 10 fotografías para incrementar la magnitud de 18 a 19.7 con el método propuesto (H. Johnson, Neville, y Iriarte 1959). Los dos trabajos fueron publicados en el *Boletín del Observatorio Lowell*.

Desde mediados de 1958, Johnson consideró la posibilidad de que Iriarte construyera un amplificador, principalmente con la finalidad de que aprendiera y adquiriera experiencia sobre todo con las partes electrónicas del equipo fotométrico. Iriarte empezó a practicar con una “alta fidelidad” (equipo de sonido) y así podría aprender y adquirir experiencia, primero en actividades como soldar y conocer los circuitos electrónicos. De esta manera, Johnson pensaba que más adelante Iriarte podría construir incluso un equipo fotométrico con su ayuda.¹⁰⁵ Esto le permitiría familiarizarse con el instrumento, además de aprender a usarlo. Iriarte estaba aprendiendo astronomía, a ser observador y a usar los instrumentos, y muy importante, aprendería algunas cuestiones sobre la electrónica, la cual en ese periodo era relativamente nueva en la astronomía.

Desde finales de la Segunda Guerra Mundial, incluso un poco antes, la relación del astrónomo con los instrumentos se estaba transformando mediante la introducción de la electrónica a sus prácticas científicas (McCray 2009). Esto ocurrió también con los físicos (Galison 1997). Los astrónomos dentro de este periodo eran diseñadores y en algunas ocasiones constructores de sus propios instrumentos. Esto nos muestra las prácticas de diseño y construcción de los instrumentos en la cultura que había en la comunidad astronómica estadounidense, como podemos ver con Whitford, Kron y que veremos más adelante con Johnson. De hecho, en ese periodo Johnson construyó una computadora análoga para la reducción de los datos obtenidos con su fotómetro fotoeléctrico.¹⁰⁶

Iriarte continuó aprendiendo y trabajando en el Observatorio de Lowell. Johnson estaba llevando a cabo un programa de observación sobre la variación de brillo del Sol, en este trabajo, Iriarte llevó a cabo observaciones de los planetas Urano y Neptuno para medir la variación solar (Johnson e Iriarte 1959). También trabajó en la observación fotoeléctrica de 50 estrellas azules débiles

¹⁰⁵ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 14 julio de 1958.

¹⁰⁶ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro. 14 julio de 1958, (De Vaucouleurs 1995).

(Braulio Iriarte 1959), en el marco de la búsqueda de objetos azules en el halo galáctico que se estaba llevando a cabo en México y otros sitios de Estados Unidos¹⁰⁷ (Siqueiros 2017).

A mediados de 1959, Johnson le escribió a Haro para extender la estancia de Iriarte en el Observatorio Lowell hasta después de enero de 1960. “Braulio [Iriarte] ha venido con la esperanza de poder aprender lo suficiente sobre fotometría fotoeléctrica y los problemas astrofísicos asociados para seguir adelante por sí mismo después de su regreso a México.”¹⁰⁸ Sobre esto, Johnson opinaba que Iriarte era un buen trabajador y que, en el campo de la fotometría fotoeléctrica había empezado casi desde cero. En su opinión, con una preparación adecuada, Iriarte podría hacer un buen trabajo en fotometría fotoeléctrica por su cuenta. En relación con el manejo y experiencia del instrumento, Johnson consideraba que

La construcción, el mantenimiento y el funcionamiento de un aparato fotoeléctrico es considerablemente más complicado que el funcionamiento de un espectrógrafo, por ejemplo, y se requiere una experiencia considerable para poder reconocer si el aparato funciona correctamente y, en caso contrario, qué hacer al respecto.¹⁰⁹

Aunado al uso del instrumento también había otros asuntos “como la preparación para la observación y el análisis de los datos, que también requieren experiencia para ser eficiente en el trabajo.”¹¹⁰ Johnson concluyó que, con tiempo suficiente, “Braulio [Iriarte] producirá un excelente trabajo en el campo de la fotometría fotoeléctrica en su observatorio.”¹¹¹ A este respecto, Haro expresó que estaba complacido por “su generoso interés en enseñar a mi colega asuntos que serán de tanta importancia para nosotros en un futuro próximo”¹¹² y agregó que “desde

¹⁰⁷ Para saber más sobre este proyecto, ver (Siqueiros 2017; Peimbert 2011).

¹⁰⁸ AGH, exp. Johnson, Carta de Johnson a Haro, 6 de abril de 1959. “Braulio has come with the hope that he will be able to learn enough about photoelectric photometry and the associated astrophysical problems to carry on by himself after his return to Mexico.”

¹⁰⁹ Ibid. “The construction, maintenance and operation of photoelectric apparatus is considerably more complicated than the operation of a spectrograph, for example, and it requires considerable experience to be able to recognize whether the apparatus is operating properly and, if not, what to do about it.”

¹¹⁰ Ibid. “There are other matters, such as preparation for observing and the analysis of the data that also require experience if one is to become efficient at the job.”

¹¹¹ Ibid. “Braulio will produce excellent work in the field of photoelectric photometry at your observatory.”

¹¹² AGH, exp. Johnson, Carta de Haro a Johnson. 22 de abril de 1959. “your generous interest in teaching to my colleague matters that will be of such importance to us in the near future.”

el punto de vista de nuestro Observatorio estamos muy interesados en los conocimientos que Iriarte pueda adquirir a su lado.”¹¹³ Haro solamente deseaba que su estancia no se pospusiera más allá de mediados de 1961 y concluyó: “Personalmente, le tengo un profundo cariño a Braulio y como Director de este Observatorio tengo mucha confianza en que si aprovecha su permanencia con usted, nos ayudará considerablemente en nuestros esfuerzos por el mejoramiento de la astronomía en México.”¹¹⁴

Durante ese periodo, Johnson llevó a cabo un proyecto de observación de cúmulos con el Observatorio Naval de Estados Unidos (USNO) y el Observatorio de Lowell. Iriarte participó en dicho proyecto, observando cúmulos. Los resultados fueron publicados en *Publications of the United States Naval Observatory (2nd series)* y una segunda parte se publicó en el *Boletín del Observatorio Lowell*. Sobre este trabajo Haro comentó que era importante no sólo por los cúmulos, sino que además “nos proporcionará un buen número de frecuencias fotométricas en diversas partes del cielo.”¹¹⁵ Asimismo le pidió a Iriarte de favor que le determinara colores y magnitudes en el sistema UBV de cinco estrellas que Haro había estudiado alrededor de Orión. Como vemos, Haro estaba aprovechando la ubicación de Iriarte para su propio trabajo.

Por otro lado, Iriarte emprendió el proyecto de armar las partes electrónicas de un equipo fotométrico desde mediados de 1959. Tenía planeado armar un amplificador, una fuente de poder para el amplificador y una fuente de alto voltaje para el fotomultiplicador. El presupuesto para estas piezas era de 350 dólares.¹¹⁶ Haro aceptó y le envió el dinero para que Iriarte adquiriera “experiencia adicional” y añadió que: “construye como parte de tu entrenamiento.”¹¹⁷ La construcción de un amplificador implicaría el aprendizaje sobre distintos tipos de circuitos. Iriarte dijo que había llegado con conocimientos nulos de electrónica. Ahora había

¹¹³ Ibid. “from the point of view of our Observatory we are keenly interested in the knowledge that Iriarte may acquire at your side.”

¹¹⁴ Ibid. “I have a deep affection for Braulio and as Director of this Observatory I have great confidence in that if he makes profit of his permanence with you, he will help us considerably in our efforts towards the enhancement of astronomy in México.”

¹¹⁵ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte. 5 de enero de 1959.

¹¹⁶ En ese periodo, el dólar estaba a 12.5 pesos mexicanos.

¹¹⁷ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 14 de julio de 1959.

conocido al menos tres tipos de circuitos eléctricos; el de su interés era el del amplificador.

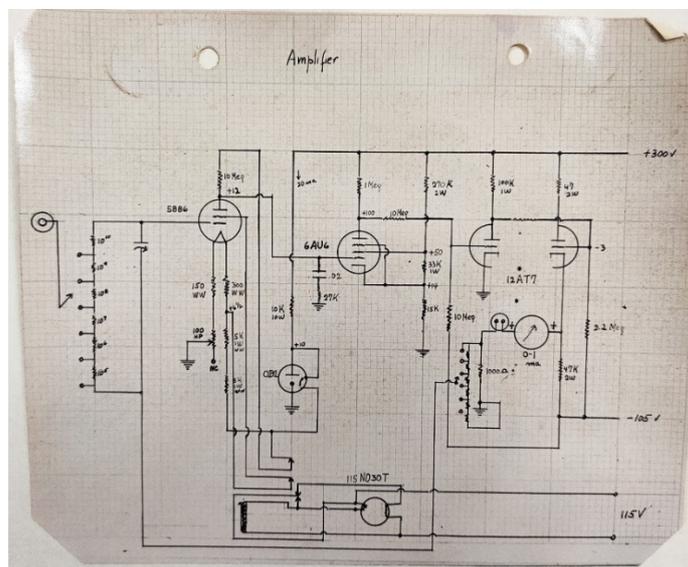


Figura 14. Circuito eléctrico de un amplificador elaborado por Johnson.
(Fondo Harold Johnson, caja 3)

A mediados de ese mismo año, 1959, Johnson recibió una invitación para trabajar en el Observatorio de Monte Stromlo y la Universidad de Sidney, en Australia. Por este motivo, había decidido entrenar intensamente a Iriarte para que, cuando Johnson se mudara a Australia, Iriarte pudiera mantener el programa de observación de cúmulos que estaban llevando a cabo. Sin embargo, Haro objetó respecto a este plan debido a que no quería que Iriarte se quedara solo en Estados Unidos, planteando que “el interés del observatorio es tu cercanía con Johnson y todo lo que puedas aprender de él.”¹¹⁸ No obstante, Iriarte argumentó que había trabajado con “los dos mejores hombres en fotometría fotoeléctrica en EUA”¹¹⁹ y con Hiltner había aprendido fundamentalmente a observar, con Johnson había mejorado como observador y añadió “he aprendido dentro de mis limitaciones los fundamentos de la Fotometría [...] creo además que dentro de poco tiempo entenderé no solo como el equipo trabaja sino que podré darle servicio.” De esta manera, Iriarte había

¹¹⁸ Ibid.

¹¹⁹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 17 julio de 1959.

decidido quedarse un periodo, aunque Johnson se fuera del país argumentando que el astrónomo holandés Ian Bergman visitaría el observatorio Lowell e Iriarte estaba interesado en trabajar y aprender de él. Finalmente, Johnson no se fue a Australia, así que el entrenamiento de Iriarte en electrónica continuó y además Johnson decidió enseñarle a darle servicio a los equipos, porque él ya no quería hacerlo.

En septiembre, Johnson aceptó una posición en el recién creado departamento de astronomía de la Universidad de Texas, en Austin. Se incorporó como profesor titular (full-professor) y a Iriarte le ofrecieron un puesto de investigador asociado (research associate). Iriarte consideró que era una magnífica oportunidad para seguir aprendiendo además de que el sueldo sería mayor al que recibía en Lowell. El plan de Iriarte era trabajar en la Universidad de Texas de enero de 1960 a mediados de 1961.

Sobre su estancia en el departamento de astronomía de la Universidad de Texas, decidió trabajar medio tiempo. El otro medio tiempo decidió estudiar el grado de maestría, secundado por Johnson. Iriarte consideraba que ya era un buen observador, pero le preocupaba “su falta de conocimientos.”¹²⁰ Cursó las materias de física y matemáticas de nivel licenciatura (undergraduate) y el curso de astronomía de nivel maestría (graduate). Le comentó a Haro que “las gentes de aquí me han ayudado como si fueran mis gentes”¹²¹, esto refleja la cultura que había en Estados Unidos de apoyo y cooperación entre ellos. Sin embargo, se le dificultó mucho por el nivel académico de las clases, además de que se sentía fuera de lugar por su edad, 40 años. Por este motivo, a mediados del siguiente año, 1960, abandonó sus estudios, lo que Haro consideró “lamentable”. A partir de esta situación Iriarte decidió dedicarse de tiempo completo a la construcción del fotómetro fotoeléctrico.

En cuanto a la situación económica de Iriarte durante toda su estancia en los Estados Unidos, tuvo una beca del Instituto Nacional para la Investigación Científica (INIC). También percibía sueldo por parte de los observatorios donde trabajó; primero en el Observatorio de Yerkes con Hiltner, donde recibía una

¹²⁰ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 14 diciembre de 1959.

¹²¹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 10 abril de 1960.

ayuda económica y hospedaje durante sus visitas; en el Observatorio Lowell y en el recién formado Departamento de Astronomía de la Universidad de Texas recibía un sueldo. Pero al final, cuando decidió encargarse por completo del fotómetro, quería renunciar a su trabajo de medio tiempo en la Universidad de Texas. Por este motivo, en octubre 1960, Iriarte solicitó una beca a la fundación Guggenheim, pero esta le fue rechazada por la premura del trámite, ya que debía esperar a que se abriera la convocatoria en abril del siguiente año. Le pidió un apoyo económico adicional a Haro para poder renunciar a su trabajo en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Texas¹²². El apoyo que Haro le dio fue de 2,223.30¹²³ pesos mensuales del Observatorio y además seguiría recibiendo la beca del INIC; ambos apoyos económicos los recibiría hasta junio de 1961. También le propuso ocupar un puesto como investigador de tiempo completo “B” en la UNAM, el cual recibiría cuando estuviera de regreso en México.¹²⁴

La construcción de las componentes electrónicas del fotómetro que había hecho como parte de su entrenamiento fueron: un amplificador, una fuente de voltaje para el amplificador y una fuente de alto voltaje para el fotomultiplicador. De esto había gastado 307 dólares y le hacían falta 125 dólares más para construir un integrador. Haro estuvo de acuerdo con Iriarte y le envió 200 dólares; el plan era que estos aparatos pudieran ser usados en el fotómetro fotoeléctrico que adquirieran. El proceso de adquisición de dicho fotómetro lo veremos en la siguiente sección.

3.2 La trayectoria del fotómetro fotoeléctrico

En esta sección estudiaré la adquisición y trayectoria que siguió el instrumento auxiliar que fue construido y traído de Estados Unidos a México. Dicha construcción duró aproximadamente tres años, empezando a finales de 1958, con la planeación para adquirir un equipo fotométrico y hasta finales de 1961, cuando el fotómetro llegó a México. Veremos que la adquisición no se limitó

¹²² AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 21 octubre de 1960.

¹²³ Le hacían un pago quincenal de \$1,111.60 pesos que equivalían a \$88.99 dólares de la época.

¹²⁴ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 26 octubre de 1960.

únicamente a acciones como comprar y trasladar, sino que también se articularon diversos contextos científicos, culturales y sociales.

3.2.1 Antecedentes de la adquisición y del fotómetro

Uno de los principales intereses de Haro al adquirir un nuevo telescopio reflector con espejo principal de un metro de diámetro, fue conseguir instrumentos auxiliares, en este caso un fotómetro fotoeléctrico, para ampliar los programas de observación que se estaban llevando a cabo en Tonantzintla. En diciembre de 1958 cuando se inició la construcción del nuevo telescopio, Haro les encargó a Iriarte y Mendoza¹²⁵ el proyecto de adquirir un equipo fotométrico¹²⁶. En ese periodo, la fotometría fotoeléctrica y el diseño de los fotómetros fotoeléctricos se había desarrollado y crecido con gran velocidad en el país vecino, por lo que Haro estaba aprovechando la estancia y las conexiones de los dos mexicanos con más experiencia en la fotometría fotoeléctrica, para que se encargaran de adquirir un fotómetro en Estados Unidos.

Iriarte y Mendoza intercambiaron cartas para ponerse de acuerdo en cómo obtendrían el instrumento. Haro les había sugerido que obtuvieran un equipo convencional de fácil manejo, pero Mendoza e Iriarte consideraron que podían comprar uno un poco más complejo, pero que supieran y pudiera manejar. Había fotómetros generales y de alta precisión, Iriarte consideraba que debían adquirir un instrumento que, primero que nada, fuera versátil, sencillo y seguro. De esta manera propuso uno con offset,¹²⁷ esto significa que Iriarte estaba dispuesto a adquirir un fotómetro de alta precisión (especializado) que pudiera medir la luminosidad de estrellas débiles, es decir, de poco brillo. Referente a esto, Haro le había expresado a Iriarte “tú sabes qué tipo de fotometría tenemos especial interés en Tonantzintla.”¹²⁸

Debido a la falta de experiencia en el diseño y construcción de ese instrumento, Iriarte consideraba que debían apoyarse en Hiltner o Johnson. En

¹²⁵ Mendoza estaba regresando a México luego de completar sus estudios del doctorado en la Universidad de Chicago y el Observatorio de Yerkes, durante su estancia se especializó también en fotometría fotoeléctrica.

¹²⁶ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Mendoza, 19 diciembre de 1958.

¹²⁷ Offset es un arreglo de lentes con espejo para poder seguir una estrella débil que no sea visible de manera directa con el telescopio. (Kron 1963)

¹²⁸ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 5 enero de 1959.

un principio, consideraron la posibilidad de construir el instrumento en México. Otra opción era construirlo en los talleres aledaños al Observatorio de Yerkes, los cuales tenían personas más especializadas para construir el instrumento, en particular, el taller de Jacobson era el más apropiado para construir el fotómetro¹²⁹, porque según Iriarte: “De acuerdo con todas las gentes que han tenido contacto con él su trabajo es inmejorable”¹³⁰ además de que le había construido su equipo a Hiltner. Sin embargo, los costos se elevarían más y en parte por eso también querían construir en México.

Los fotómetros fotoeléctricos se usaban para medir intensidades de luz de los astros. Con estas mediciones se calculaban curvas de luz y magnitudes precisas de astros en diversos colores para estudiar diversas propiedades y características de los objetos astronómicos (DeVorkin 1985). Se componían principalmente de dos partes, una es la parte óptica - mecánica y la otra es la parte electrónica. La sección óptica y mecánica, grosso modo, consistía en el arreglo de lentes donde se capturaba y dirigía la luz proveniente del telescopio y era pasada por filtros, luego la luz pasaba a la sección electrónica, es decir, a la caja fría, donde era multiplicada por el fotomultiplicador de la compañía RCA (principalmente el tipo 1P21) y la intensidad de esta corriente eléctrica era amplificada con el amplificador.¹³¹

En ese momento Iriarte conocía y había usado al menos dos fotómetros diferentes: el que tenía Johnson en Lowell y el que tenía Hiltner en Yerkes. El primero lo describía como un aparato más sencillo y fácil de manejar, en cambio el segundo lo describía como más sofisticado y difícil de usar. Sobre eso, decía que lo importante era dominar bien su uso y así no depender de los estadounidenses para manejarlo y solucionar problemas. Iriarte buscaba un fotómetro de precio accesible y que se manejara con facilidad.¹³² Finalmente, Mendoza y Haro prefirieron comprarle el fotómetro a Hiltner. Mendoza fue quien se encargó de contactarlo para que le hiciera un presupuesto. Mientras tanto, Iriarte se ofreció a construir partes electrónicas del fotómetro como un

¹²⁹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Mendoza, 19 diciembre 1958.

¹³⁰ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 6 octubre de 1958.

¹³¹ Sobre el funcionamiento de los fotómetros fotoeléctricos de esta época ver (H. L. Johnson 1962; Milone y Sterken 2011).

¹³² AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, octubre 6 de 1958.

amplificador, fuente de voltaje para el amplificador, y una fuente de poder para el fotomultiplicador. Esto le daría al menos dos claras ventajas; por un lado, aprendería a usarlo y podría repararlo en caso de ser necesario, y por el otro los costos disminuirían. De esta manera, vemos que el instrumento estaba articulando también el conocimiento tácito de Iriarte.

Desde que Iriarte se fue a trabajar con Johnson, Hiltner se distanció de Iriarte y, consecuentemente, de los colegas mexicanos. Aunado a eso, Haro en un viaje que realizó a Estados Unidos, visitó el Observatorio de Yerkes y ahí Hiltner le comentó que él y Johnson tuvieron un malentendido, donde según Hiltner, Johnson tuvo una actitud violenta. La posición y lealtad de Haro estaba de lado de Hiltner, por el apoyo principalmente científico y tecnológico que les había proporcionado a los miembros del Observatorio de Tonantzintla. Por esto, Haro accedió a que Iriarte hiciera las partes del fotómetro, pero le recomendó no hacer intervenir oficialmente a Johnson por la problemática con Hiltner.¹³³ Además, Haro le pidió que se pusiera en contacto con Hiltner para preguntarle directamente por el fotómetro. Incluso, Haro quería que Mendoza e Iriarte visitaran a Hiltner para ver cuál fotómetro sería más conveniente para ellos y hacer la compra con él. En ese sentido la adquisición de los instrumentos no solo tiene influencia política y económica, sino también una dinámica social y que se ve complejizada con polémicas.

¹³³ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, enero 5 de 1959.

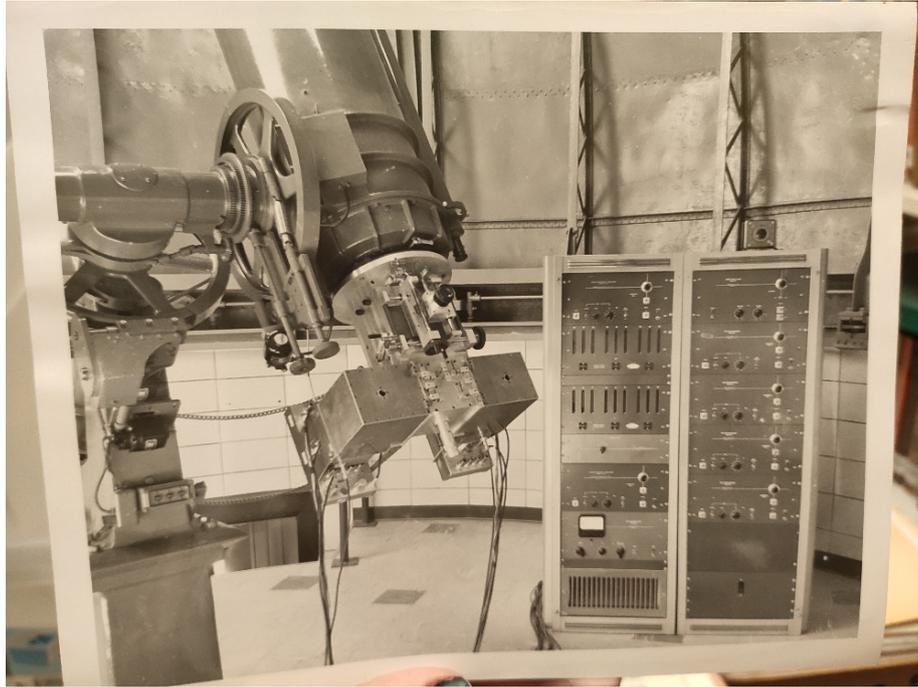


Figura 15. Fotómetro de seis canales de Hiltner. (AGH, exp. Iriarte)

El presupuesto que Hiltner ofreció para armar un fotómetro de tipo sencillo con offset fue de 10,000 dólares. En contraste con el costo del nuevo telescopio cuyo valor fue de aproximadamente 100,000 dólares, Haro consideró que el precio era muy elevado y lo tomó como una señal de que Hiltner ya no quería apoyar a sus colegas mexicanos. Referente a esto, Iriarte le explicó a Haro que Hiltner, al estar en el observatorio de Yerkes, tenían más dinero y por lo tanto hacía “diseños lujosos” (fancy designs) con la mejor mano de obra sin importar los precios. A esto Iriarte agregó que, en parte, el presupuesto elevado de Hiltner y los costos de los espectrógrafos¹³⁴ tan caros era porque: “en los últimos años casi todo el trabajo científico ha sido subvencionado por el gobierno y las gentes se han acostumbrado a diseñar instrumentos muy especializados en los cuales el costo es lo de menos.”¹³⁵

Como decidieron rechazar el presupuesto que Hiltner ofreció, Haro le pidió a Iriarte que tomara control total del proyecto para la adquisición de un equipo fotométrico. Para que el instrumento fuera más barato, Iriarte confiaba en que

¹³⁴ Haro había pedido precios de espectrógrafos en varios sitios de Estados Unidos y le comentó a Iriarte que le parecían de un costo excesivo.

¹³⁵ AGH, exp. Iriarte, Iriarte a Haro, agosto 7 de 1959.

podían armarlo ellos mismos una vez obtenido el diseño del fotómetro. Iriarte veía la posibilidad de que se construyera en México; sin embargo, también estaba la posibilidad de mandarlo hacer en Estados Unidos. Lo importante, de acuerdo con Iriarte, era que el equipo fuera ajustado a “nuestras necesidades y a nuestras posibilidades.”¹³⁶

3.2.2 Los factores involucrados en la construcción del fotómetro

El proceso que propuso Iriarte para obtener el fotómetro fue primero diseñar la parte óptica y mecánica del instrumento para lo cual era necesario realizar los dibujos y planos del fotómetro y luego mandarla a construir. Iriarte y Haro decidieron adquirir una réplica del fotómetro que Johnson había diseñado para su propio uso. Eligieron este diseño en parte porque era con el que estaba familiarizado Iriarte y además, el diseño de este fotómetro en particular era novedoso pues tenía dos canales, es decir, por un canal se medía la estrella de interés y en el segundo se medía simultáneamente, a través de una apertura idéntica, la variación del brillo del cielo nocturno, eliminando así, por diferencia, las fluctuaciones del resplandor del fondo (H. L. Johnson 1962).

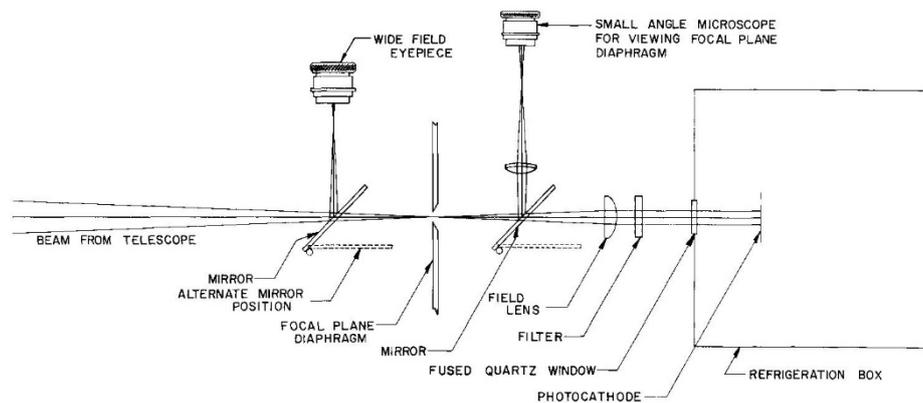


FIG. 1.—The schematic diagram for a Cassegrain-focus photoelectric photometer. See text for further description

Figura 16. Diagrama esquemático de fotómetro fotoeléctrico de un canal. (H. L. Johnson 1962, 158)

¹³⁶ Ibid.

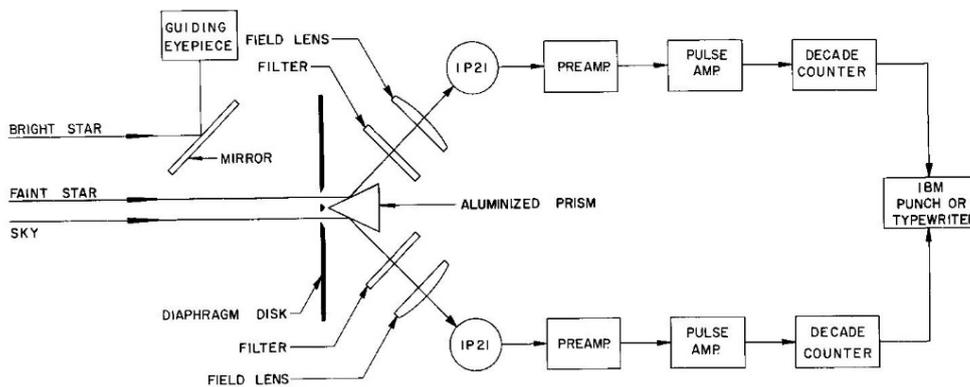


FIG. 9.—The schematic diagram of a two-channel photoelectric photometer

Figura 17. Diagramas de fotómetro fotoeléctrico de dos canales. (H. L. Johnson 1962, 170)

Por otro lado, decidieron comprar la parte electrónica del fotómetro en compañías estadounidenses especializadas en instrumentos de medición electrónica. Esto debido a que las partes que estaba construyendo Iriarte eran más sencillas que las que requería el nuevo fotómetro. Además de que construir las partes electrónicas que requería la réplica de Johnson sería más complicado, costaría más dinero y tomaría más tiempo.

Los pasos que consideraba Iriarte que habría que dar eran primero concebir el diseño de la parte opto-mecánica y con éste se realizarían los planos para el constructor. Dichas partes consisten principalmente en el arreglo de lentes, que son las que reciben la luz del telescopio, donde el arreglo consideraba un offset para poder observar y seguir estrellas más débiles y no visibles por el telescopio. Otra componente es la caja fría (cold box), donde se resguarda el fotomultiplicador el cual debía ser conservado en hielo seco para permanecer a baja temperatura y constante. Otra parte para diseñar eran la caja de filtros y del diafragma.

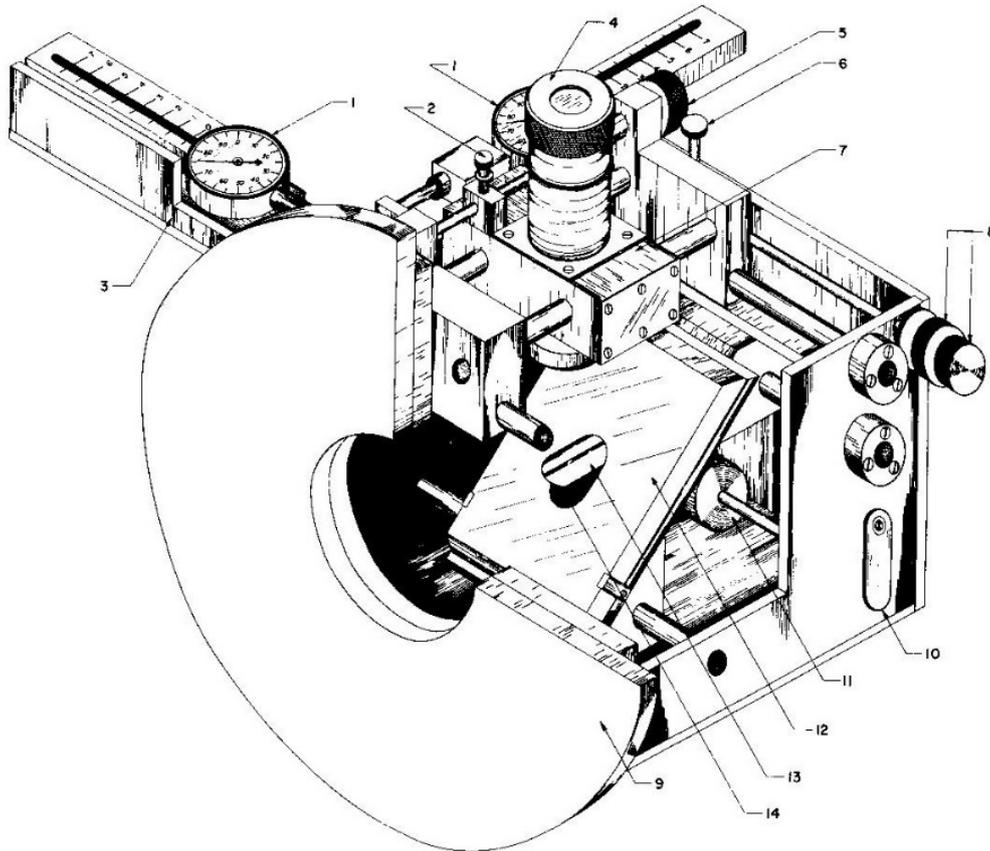


FIG. 6.—The offset device. The numbers designate the following components: 1, Ames dial-indicators (0.01 mm per division). 2, Clamp for declination motion of eyepiece carriage. 3, Mechanical shield for dial indicator. 4, Eyepiece (Erfle, 1¼-inch focal length). 5, Slow-motion in declination for eyepiece carriage. 6, Clamp for right-ascension motion of eyepiece carriage. 7, Eyepiece carriage. 8, Slow-motions in right ascension for eyepiece carriage. 9, Front plate for bolting to telescope. 10, Handle for translating large mirror (No. 12) back and forth. 11, Counterweight for the large mirror (No. 12). 12, Large mirror. 13, Light shield. 14, Hole in mirror through which the starlight passes when it is measured by the photomultiplier.

Figura 18. Diagrama del Offset. (H. L. Johnson 1962)

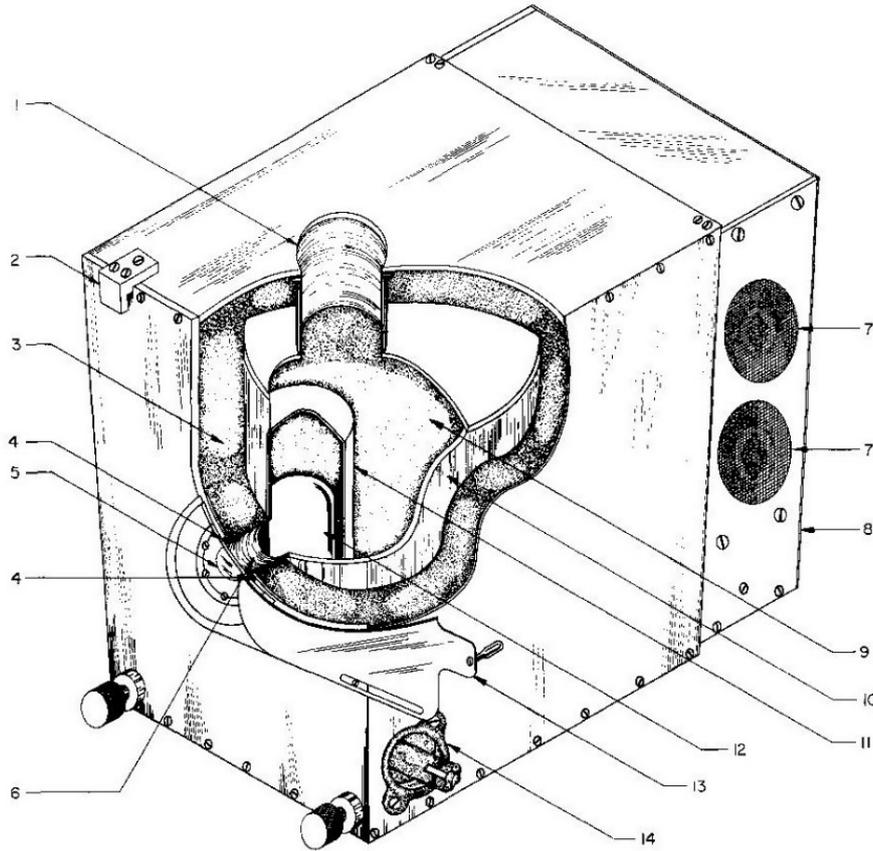


FIG. 3.—The 1P21 refrigeration box, showing the internal structure. The numbers designate the following components: 1, Refrigerant intake tube. This is 0.006-inch-wall Inconel tubing. 2, Clip for attaching refrigeration box to rest of photometer. 3, "Santocel" insulating material. 4, Rubber "O-ring" for sealing window (No. 5). 5, Fused-quartz window. 6, Light-inlet tube. This is 0.006-inch-wall Inconel tubing. 7, Pulse amplifier tubes. 8, Amplifier and voltage divider box. 9, Space for refrigerant. 10, Outer tube. This holds the refrigerant (No. 9). 11, Inner tube. This holds the 1P21 photomultiplier (No. 12). 12, 1P21 photomultiplier. 13, Dark slide. 14, Power connector for heater to prevent frosting of window (No. 5).

Figura 19. Diagrama de la Caja fría del fotómetro. (H. L. Johnson 1962)

Iriarte había pensado en dos posibilidades para mandar hacer los planos del fotómetro. La primera opción era con alguien que no fuera experto lo que implicaría que su presupuesto fuera más bajo, pero le llevaría más tiempo, o podían mandarlos a hacer con el Sr. Thomson, miembro del Observatorio Astronómico Nacional Kitt Peak, Arizona que sería más caro, pero llevaría menos tiempo y sería de mejor calidad porque sería hecho por una persona más especializada. Sin embargo, un mes más adelante, el director Aden Meinel estaba interesado en adquirir una réplica del fotómetro de Johnson y por lo tanto había mandado a hacer los planos del fotómetro con dibujantes profesionales de

dicho observatorio.¹³⁷ Esto les dio la oportunidad a los mexicanos de aprovechar y sacar copias a los planos, lo cual sería más barato y de mejor calidad.

Una vez que los planos estuvieron listos, se adquirieron ocho copias en total con un costo de 20 dólares cada uno. Una copia para el Observatorio de México, una copia para Johnson e Iriarte para que tuvieran y pudieran vigilar la construcción del fotómetro, mientras estaban en el Departamento de Astronomía en Austin Texas; y seis copias para enviarlos a diversos talleres para poder pedir presupuestos. Para esto último los talleres requerían que la petición de presupuesto se hiciera de manera formal, es decir, a nombre de una institución o de Haro como director de la institución interesada; esto porque de acuerdo con Iriarte, le tomaría dos o tres días a alguien del taller en cuestión calcular el costo del equipo y ese tiempo representaba dinero. Una vez elegido el taller, había que mandarlo a construir y supervisarlo con la ayuda de Johnson. Una de las propuestas de Iriarte había sido que el fotómetro se construyera en Austin, para poder supervisar de cerca la construcción.¹³⁸

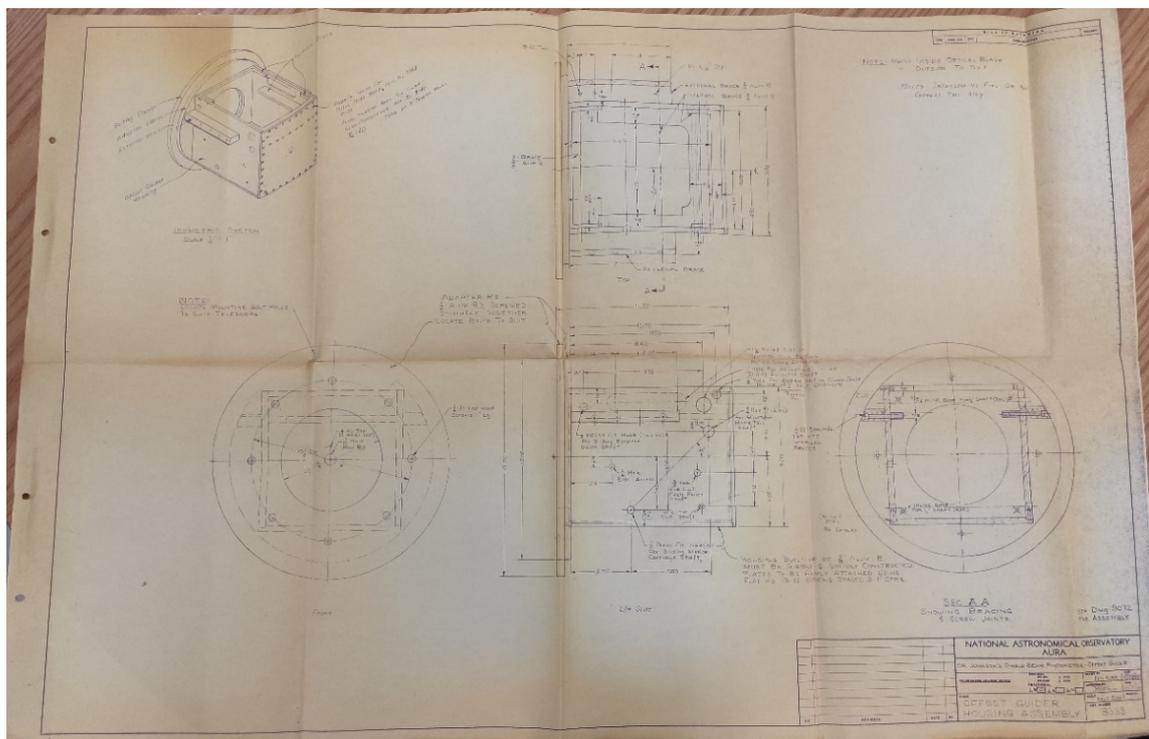


Figura 20. Copia del plano del ensamble del offset fotómetro para Tonantzintla. (Archivo Histórico del Instituto de Astronomía UNAM, Fondo Harold Johnson, caja 3)

¹³⁷ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, septiembre 26, 1959.

¹³⁸ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, febrero 28, 1960.

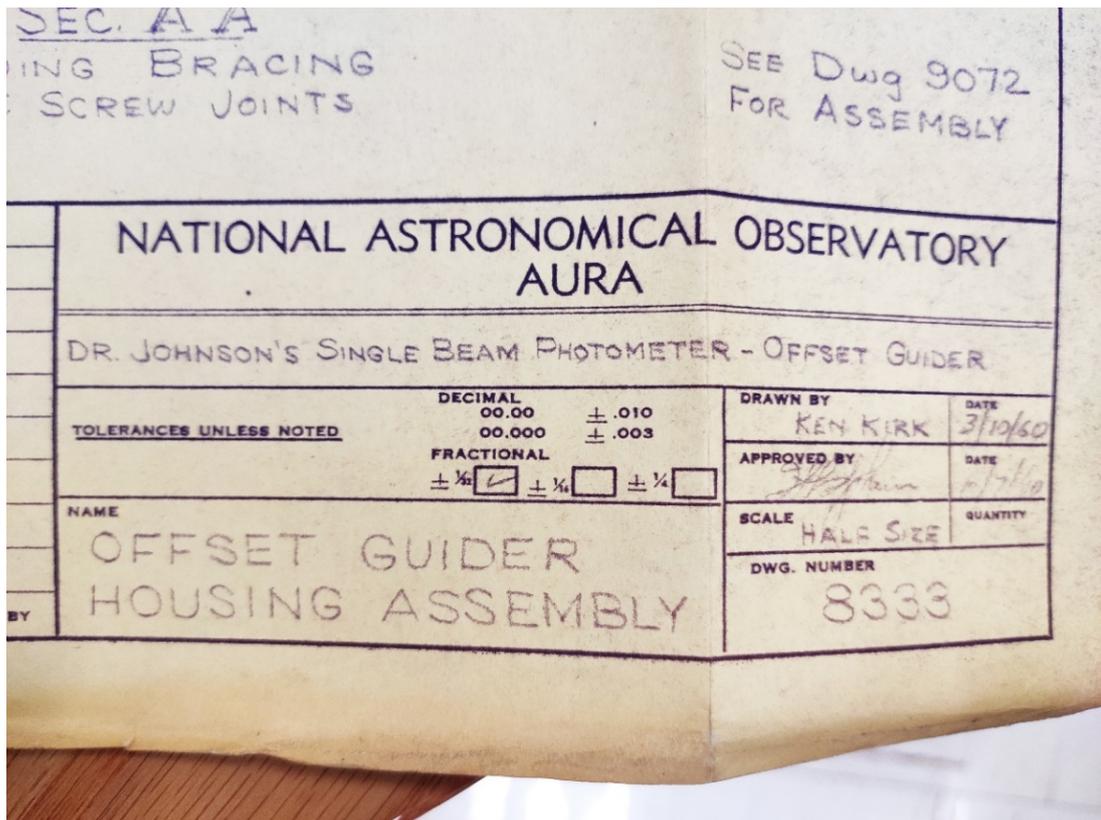


Figura 21. Acercamiento a la ficha descriptiva del plano de la Fig. 20. (Archivo Histórico del Instituto de Astronomía UNAM, Fondo Harold Johnson, caja 3)

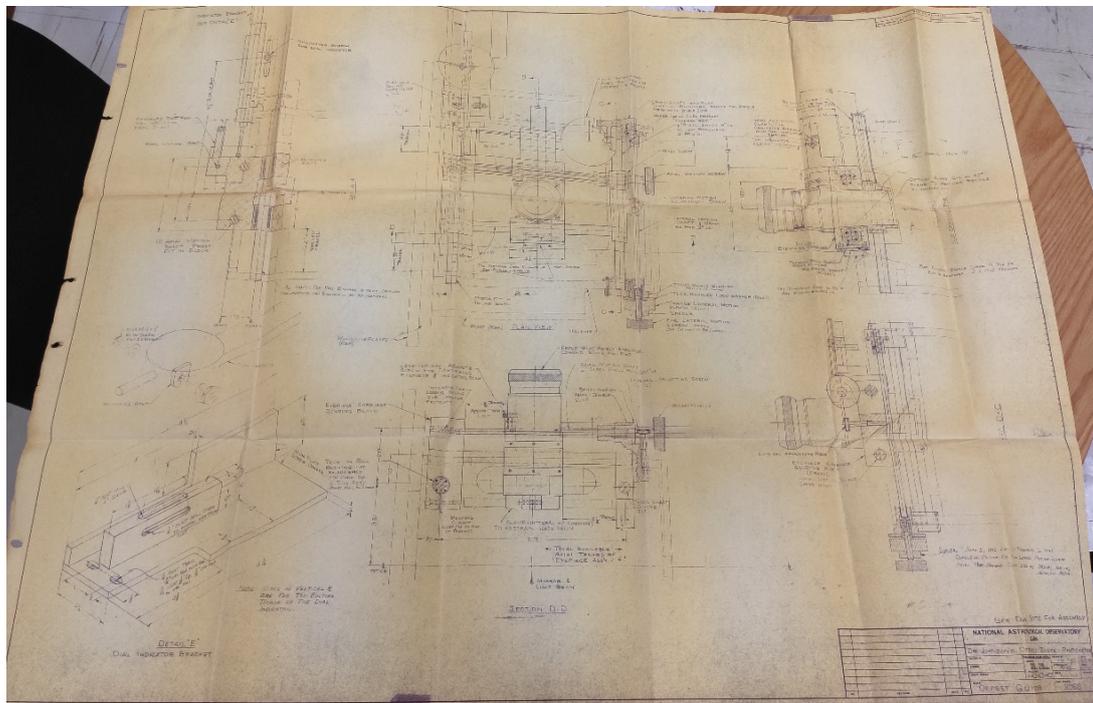


Figura 22. Copia del plano del "Offset Guider" del fotómetro. (Archivo Histórico del Instituto de Astronomía UNAM, Fondo Harold Johnson, caja 3)

Mientras tanto tenían que comprar las partes electrónicas. Estas partes consistían en un amplificador que se conectaba al fotomultiplicador, una fuente de alto voltaje para alimentar el fotomultiplicador, un temporizador, un contador de impulsos (scaler) que midiera la cantidad de luz registrada por el fotómetro y, más adelante le agregarían una máquina de escribir automática para registrar las mediciones del contador.

Finalmente, el astrónomo Bart Bok, director del Observatorio de Monte Stromlo en Australia, mandó pedir una réplica del fotómetro de Johnson. Por lo tanto, la construcción sería más barata si el pedido que hicieran a algún taller fuera de dos fotómetros, uno para los australianos y el otro para los mexicanos¹³⁹. De la misma manera que con los planos, se presentó la oportunidad de disminuir el precio. Sobre el dinero Haro aclaró a Iriarte que en México: “el dinero no abunda, pero tampoco están tirados a la calle.”¹⁴⁰ Le pidió una pre-factura a la brevedad para poder conseguir el dinero. De acuerdo con Haro, Iriarte haría una de las contribuciones más importantes de al Observatorio de México al conseguir un fotómetro para los mexicanos.¹⁴¹ De la misma manera, Iriarte le comentó a Haro que sus esfuerzos serían para tener un observatorio moderno y bien equipado¹⁴².

El proceso de adquisición, como podemos ver se movilizó entre varios sitios y con distintas contingencias. Iriarte obtuvo los planos por medio del contacto de Johnson con Meinel y en México se obtuvieron así los planos del fotómetro por medio del Observatorio Nacional en Arizona. De manera que la construcción del fotómetro fue compartida con el observatorio australiano, obteniendo ventaja al disminuir los costos del fotómetro por la construcción de dos fotómetros a la vez. En ese sentido, la planeación de la adquisición de este instrumento articuló intereses que fueron de lo local, como vimos de cerca con Iriarte, Haro y Johnson; a lo global, como sucedió al llegar a otros países.

A mediados de 1960 Johnson contactó a Haro para informarle que iniciarían la construcción del fotómetro. Le mandó un presupuesto titulado: “Fabricación

¹³⁹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, abril 10 de 1960.

¹⁴⁰ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, abril 14 de 1960.

¹⁴¹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, febrero 22 de 1960.

¹⁴² AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, mayo 14 de 1960.

del montaje del fotómetro del Dr. Johnson¹⁴³ de la compañía W. L. Richards.¹⁴⁴ El presupuesto consistía en los costos de: “Un ensamblaje de guiador offset, un fotómetro de doble canal, un fotómetro de un canal, dos ensamblajes de cajas frías, y componentes electrónicos asociados que se conectan directamente a las cajas frías.”¹⁴⁵, el costo de todo el equipo sería de 6,400 dólares. Johnson aprovechó también para decirle a Haro que este nuevo fotómetro mejoraría su versión original y que sería más barato que el que hizo para él.¹⁴⁶ Haro aceptó el precio y pagó con parte del presupuesto que la Fundación Rockefeller había donado para la obtención de un nuevo telescopio reflector de 40 pulgadas para Tonantzintla, perteneciente a la UNAM.¹⁴⁷ Como vimos en el capítulo anterior, el acuerdo que Haro había hecho con la Fundación Rockefeller para pagar, además del nuevo telescopio, los instrumentos auxiliares. En septiembre de ese mismo año mandó la petición para que pagara la mitad del fotómetro, que se liquidaría en cuanto fuera entregado.

De acuerdo con Johnson, con este equipo en preparación ya sólo faltaba el equipo electrónico del fotómetro. En octubre de 1960 le envió un presupuesto a Haro de 3,650 dls. El equipo estaba formado por: un amplificador dual lineal, dos contadores de pulso de impresión, un temporizador, una fuente de alto voltaje, y un amplificador tipo 1230-A.¹⁴⁸

¹⁴³ AGH, exp. Johnson, Copia de carta de carta de W. L. Richards a Johnson, agosto 23 de 1960. “Fabrication of Dr. Johnson’s Photometer Assembly”.

¹⁴⁴ Ésta era una compañía de instrumentos científicos, ingeniería, y máquinas de precisión, propiedad del señor Richards situada en Austin, Texas.

¹⁴⁵ Ibid. “One offset Guider Housing Assembly, one Double-Beam Photometer, one Single-Beam Photometer, two Cold Box Assemblies and associated electronic components which attach directly to Cold Boxes.”

¹⁴⁶ AGH, exp. Johnson, Carta de Johnson a Haro, 23 agosto de 1960.

¹⁴⁷ AGH, exp. Johnson, Carta de Haro a Johnson, 30 agosto de 1960.

¹⁴⁸ AGH, exp. Johnson, Johnson a Haro, octubre de 1960. “One dual linear amplifier, two printing scaler, one timer, one Fluke model 412A High Voltage supply, and one General Radio Type 1230-A amplifier”.

METERS

TYPE 1230-A D-C AMPLIFIER AND ELECTROMETER



USES: The D-C Amplifier and Electrometer is basically a millivoltmeter with extremely high input resistance. It measures:

- Voltage—0.5 millivolt to 10 volts.
- Current— 5×10^{-12} to 10^{-4} amperes.
- Resistance— 3×10^7 to 5×10^9 ohms.

These quantities are indicated on a panel meter, and output is available to operate recorders and other equipment.

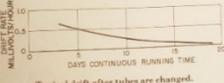
Because of its high sensitivity and excellent stability, this instrument has a wide range of applications in science, engineering, and industry. Typical examples include the measurement of:

- Ionization currents, photo currents, grid currents in electron tubes, and time-current curves of capacitors during charge and discharge.
- Piezo-electric potentials, bioelectric potentials, contact potentials, electrostatic field potentials, and pH indications.
- Back resistance of silicon-junction diodes, interconductor resistance of cables, insulation resistance of electrical equipment, and voltage coefficient of resistance.

DESCRIPTION AND FEATURES: The circuit is a three-stage direct-coupled amplifier that acts as a highly degenerated cathode follower and has high overall transconductance. Excellent linearity is obtained even on the lowest scales.

- Voltage is measured directly; current is measured in terms of the voltage drop across a standard resistor, through which the current flows; and resistance in terms of a standard voltage source connected in series with the standard and unknown resistors.
- To achieve maximum stability, power-supply voltages are stabilized; components are carefully chosen and well aged; chassis and sub-assemblies are shock mounted.
- High input resistance, even under conditions of high humidity is achieved by use of an electrometer tube and by enclosure of the input grid lead in silicone-treated glass. Input resistance selector has switch contacts that are mounted on individual teflon bushings set in a metal base that connects to a guard point.
- Input stage is completely shielded, and the coaxial input terminal permits this shielding to be extended to the unit under test. A fully shielded chamber, the Type 1230-P1 Component Shield, is available as an accessory, within which components to be measured can be quickly and easily connected.
- Guard terminals are provided. The low input terminal can be grounded or not, as desired.
- The output meter has two voltage scales and two resistance scales, which provide two ranges per decade.
- Terminals are provided for connecting an external meter or recorder. The Esterline-Angus (or equivalent) 5-ma Graphic Recorder is recommended and Type 1230-AE D-C Amplifier and Electrometer is installed in an Esterline-Angus case to match the recorder. More sensitive recorders can be shunted for 5-ma operation.

Typical drift after tubes are changed.



Typical drift after tubes are changed.

130

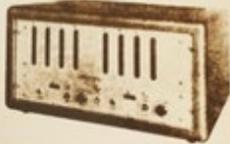
Figura 23. Folleto de amplificador tipo 1230-A

MODEL 49-15 DOUBLE SCALER

Two Scales for the Price of One

Individual or Master Control

Local or Remote Operation



The Model 49-15 is a fast double scaler having two scales of 100, each followed by a four-digit electronic read register. The two reading registers may be operated individually or simultaneously by use of a master control. The four reading time of 0.8 seconds permits counting rates of greater than one million counts per minute. This unit is ideal for use where two scales are to be used simultaneously and also where it is desired to conserve rack rack space. Features include remote control of count and read operation.

INPUT REQUIREMENTS

Polarity: Negative

Sensitivity: Amplifier Inputs—Adjustable from 0.1 to 3 volts, normally set at 0.25 volts; Direct Inputs—3 volts nominal, 10 Megohms.

SCALER CHARACTERISTICS

Resolving Time: Amplifier Inputs—1 μ sec; Direct Inputs—0.8 μ sec

Dynamic Range: 400:1 at 0.25 volt sensitivity

Counting Units: Two units each of one Model 30-2 followed by three Model 28-5

Registers: Two 4 digit Solid State Model TC494E—electrically reset. Maximum counting rate of 1200 counts per minute.

Low Voltage Supplies: Electronically regulated.

AMPLIFIER

Type: Linear, nonoverload.

Gain: 25.

POWER REQUIREMENTS

105-125 VAC, 50/60 Cycles

2.7 Range

450 Watts

CONNECTORS

Amplifier Inputs (2): VG-290-12, Mating Connector, VG-280-12

Direct Inputs (2): VG-290-12, Mating Connector, VG-280-12

Remote: AN3102A-165-15, Mating Connector, AN3108A-165-15 (supplied).

Fan: 3302-AB.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Dimensions: 10-1/2" high x 21-1/2" wide x 18-1/4" deep (with cabinet).

Weight: 60 pounds (with cabinet).

Front Panel: Clear anodized, 8-3/4" high x 19" wide—suitable for rack mounting.

Scaler supplied with three reading face and dust filters.

DUAL LINEAR AMPLIFIER

MODEL 30-3

Two Independent Amplifiers

Non-Overloading

High Linearity

Compact



The RIDL Model 30-3 Dual Linear Amplifier consists of two identical and electrically separate nonoverloading linear amplifiers of the Argonne A61 type, as described under the Model 30-2 (i.e., each amplifier has a gain of 25, a continuously adjustable gain control, a continuously adjustable gain control, etc.).

Along with conserving rack space by housing two amplifiers in 2" vertical racks, the Model 30-3 is designed to fit in 2" vertical racks. The Model 30-3 is designed to be used where two amplifiers are to be operated independently. Each unit receives input pulses from proportional or scintillation counters and transmits pulses capable of driving single or multi-channel analyzers, scalars and count rate meters.

Specifications

Gain: 25

Input Impedance: 10 Megohms

Output Impedance: 100 Ohms

Gain Control: 0 to 25 (continuous)

Linearity: $\pm 0.1\%$ (typical)

Overload Recovery: 100% (typical)

Power Supply: 105-125 VAC, 50/60 Hz

Power Consumption: 450 Watts

Dimensions: 10-1/2" high x 19" wide x 18-1/4" deep (with cabinet)

Weight: 40 pounds (with cabinet)

Front Panel: Clear anodized 2" high x 19" wide, suitable for rack mounting.

Instrument supplied less cabinet.

RIDL Radiation Instrument Development Laboratory, Inc.
81 EAST NORTH AVENUE, NORTHLAKE, ILLINOIS 60062
(312) 451-1500

Figura 24. Folletos de un contador de pulso de impresión (a la izquierda) y un amplificador dual lineal (a la derecha) de la compañía RIDL, enviados por Johnson a Haro. (AGH exp. Johnson)

Johnson e Iriarte le pidieron a Haro que hiciera directamente los pedidos de las partes electrónicas con las compañías: *Radiation Instrument Development Laboratory (RIDL)*, *John Fluke Manufacturing Co. Inc.*, y *General Radio Company*. Esto porque la Universidad de Texas y la Oficina Federal de Impuestos, de acuerdo con Iriarte, “empiezan con averiguaciones que lo único que conducen es a hacer las cosas difíciles, si gasta uno dinero tiene que pagar impuestos, y entonces se tiene que justificar que el dinero viene de otra parte en fin que la burocracia aquí es peor que en México.”¹⁴⁹ Este comentario muestra cierto grado de control del gobierno estadounidense sobre el gremio científico durante el contexto de la Guerra Fría, esto derivado de las políticas de seguridad de Estados Unidos durante este periodo.¹⁵⁰

A comienzos de 1961, el fotómetro estaba casi listo, sólo faltaba que Haro pidiera el material electrónico, que por diversos malentendidos no lo había hecho. El plan era que cuando estuviera listo, Johnson e Iriarte lo probarían en el Observatorio McDonald antes de enviarlo a México. De esta manera el fotómetro sería movilizado del taller de construcción en Arizona, a Texas a ser probado y finalmente atravesaría la frontera para llegar a México. El amplificador de la compañía General Radio que había sugerido Johnson para el fotómetro fue reemplazado por otro. Mientras llegaba el nuevo amplificador, usarían el que Iriarte había construido. Cuando estuvo listo el fotómetro, el constructor Richards pidió autorización de Haro para enviar el equipo al Observatorio McDonald pagando un seguro de 50 dólares que cubriría un valor de 10,000 dólares.

¹⁴⁹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, octubre 29 de 1960.

¹⁵⁰ Para profundizar sobre el contexto de los físicos y las ciencias exactas durante la Guerra Fría ver: (Forman 2001; Kaiser 2005; Kevles 1990; Wang 1992)

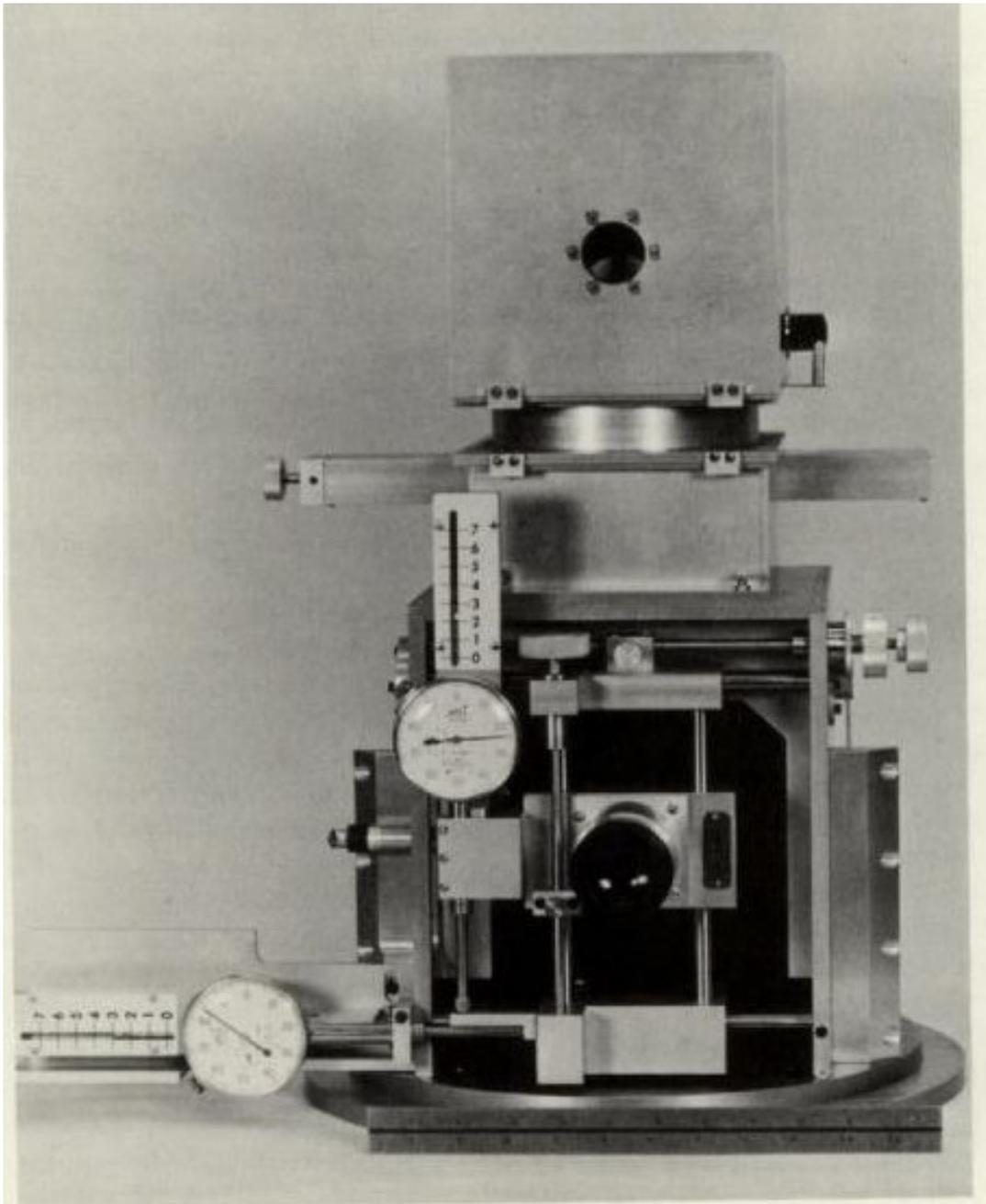


FIG. 8.—The complete single-channel photoelectric photometer. An earlier design of the filter box is shown, instead of the improved design of Fig. 8; a spacer for use with an $f/32$ telescope beam is shown between the filter box and the refrigeration box. Photograph by the W. L. Richards Company.

Figura 25. Los fotómetros fotoeléctricos, de un canal, construido por la compañía WL Richards. (H. L. Johnson 1962)

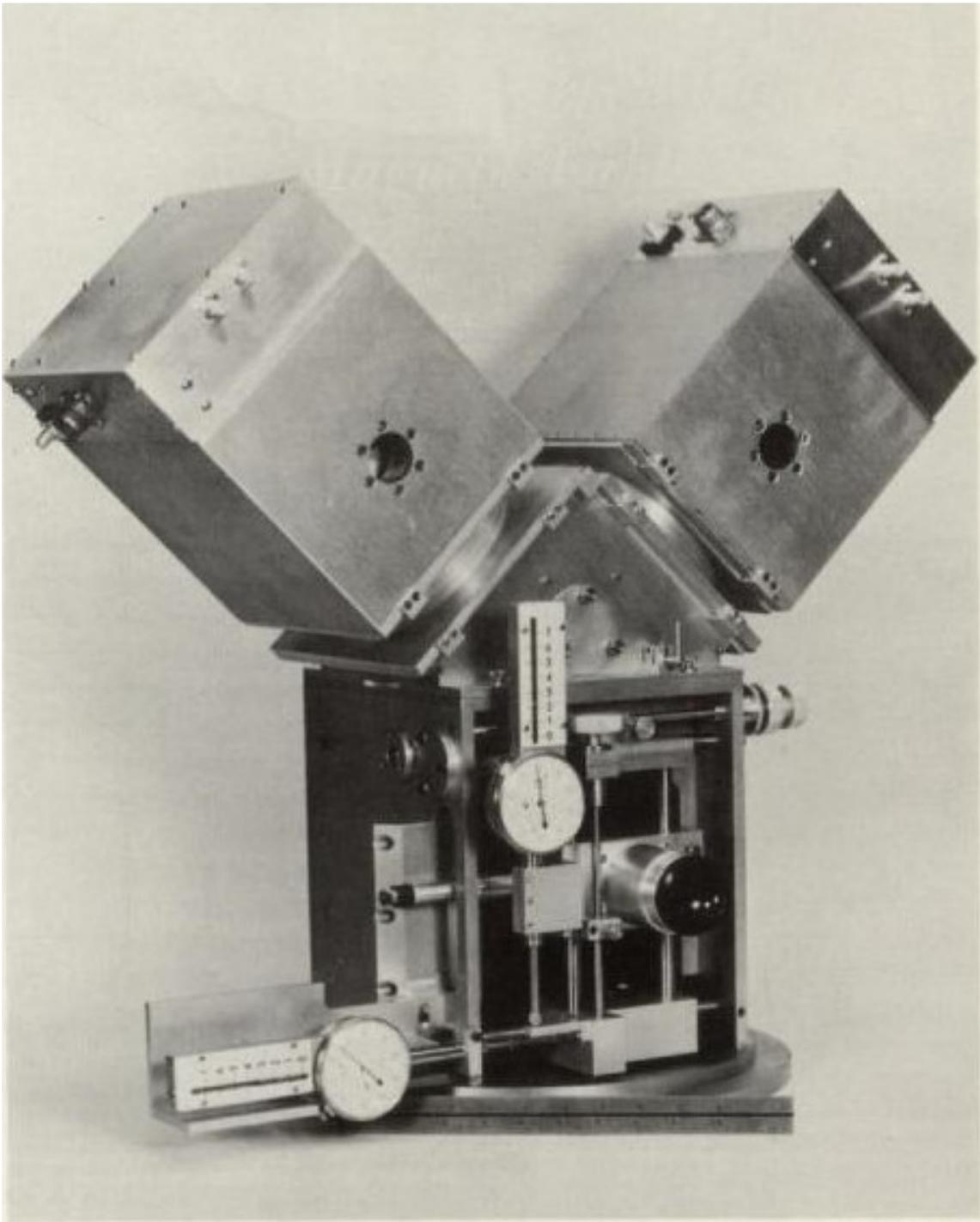


FIG. 10.—The complete two-channel photoelectric photometer. Spacers for use with an $f/32$ telescope beam are shown between the filter box and the refrigeration boxes. Photograph by the W. L. Richards Company.

Figura 26. Fotómetro fotoeléctrico de dos canales,
construido por la compañía WL Richards (H. L. Johnson 1962).

El fotómetro e Iriarte llegaron a México durante los primeros meses de 1961. Haro invitó a Johnson a que viniera a probar el nuevo telescopio con el fotómetro. Le ofreció los gastos de viaje pagados por el Observatorio de México, y un mes de sueldo de profesor de tiempo completo de la UNAM.¹⁵¹ No obstante, Johnson le expresó a Haro que sería mejor para Iriarte que se instalara e iniciara sin su ayuda y agregó: “Ahora tiene que pararse sobre sus propios pies, y cuanto antes mejor. Tiene el entrenamiento para hacer esto, y ahora es el momento.”¹⁵²

3.3 Entrelazamiento del telescopio, fotómetro e Iriarte y las prácticas que se generaron

En esta última sección veremos cómo se entrelazaron del nuevo telescopio con Iriarte y el fotómetro. El fotómetro fotoeléctrico e Iriarte estaban entrelazados con el nuevo telescopio. Es decir, con el proyecto de comprar un nuevo telescopio, adquirieron el fotómetro. Iriarte quien aprendió las prácticas con el instrumento, fue el intermediario entre los mexicanos interesados en el fotómetro y los estadounidenses quienes lo construirían. De esta manera, veremos que este trio trajo consigo nuevas prácticas y una nueva área de la astrofísica a México.

3.3.1 El nuevo telescopio

Como vimos en el capítulo anterior, durante este periodo Haro compró el nuevo telescopio reflector de 1 metro de diámetro encargando la parte mecánica y electrónica a la compañía Radermakers en Holanda y la parte óptica con la compañía Davidson en Estados Unidos. El presupuesto fue cubierto inicialmente por la Fundación Rockefeller y la UNAM. La decisión de comprar un telescopio de esas características fue para poder usar también los instrumentos accesorios, esto había pasado en algunos países como Nueva Zelanda y Australia (A. Nakamura 2017). Estos instrumentos auxiliares serían clave en la ampliación de

¹⁵¹ AGH, exp. Johnson, Carta de Haro a Johnson, enero 4 de 1961.

¹⁵² AGH, exp. Johnson, Johnson a Haro, enero 18 de 1961. “He has got to stand on his own feet now, and the sooner the better. He has the training to do this, and it is now time”.

las prácticas de los astrónomos mexicanos. La iniciativa vino de los mexicanos, en cuanto a la adquisición y en cuanto a las estancias de ellos para aprender.

En agosto de 1960 se llevó a cabo la 106ava reunión de la Sociedad Astronómica Americana (AAS Meeting) por primera ocasión en México. Fue liderada por Haro. En este evento se presentaron 80 publicaciones y asistieron reconocidos astrónomos como Donald H. Menzel, director del Observatorio Harvard College, Martin Schwarzschild, del Observatorio de la Universidad de Princeton y el astrónomo mexicano Guido Münch, del Instituto de Tecnología de California (Caltech). Haro quería aprovechar este evento internacional para inaugurar el nuevo telescopio de 40" (1 metro) de diámetro y la Cámara Schmidt renovada; sin embargo, el telescopio no estuvo listo. A la reunión también asistió Iriarte y los estudiantes de la Facultad de Ciencias que estaban interesados en la astronomía ayudaron en la organización de este evento (Torres-Peimbert 1999).



Figura 27. Reunión de la Sociedad Astronómica Americana en 1960. llevada a cabo en Ciudad Universitaria, Ciudad de México. (Acervo fotográfico de Carlos Escamilla, INAOE)

El telescopio llegó finalmente al territorio mexicano en noviembre de 1960, fue trasladado e instalado con la ayuda del ejército mexicano. Primero llegó la parte mecánica y electrónica. La siguiente semana montaron el telescopio, únicamente la parte mecánica. Haro le comentó a Iriarte que tenía “miedo” de instalar la parte “más complicada”, la parte electrónica. La componente óptica del telescopio llegó a México hasta abril de 1961 y se iniciaron las operaciones con el nuevo telescopio hasta mediados de ese mismo año. También le comentó a Iriarte que lo necesitaba en México para utilizar el telescopio, diciendo “necesito un astrónomo de tu tipo.”¹⁵³



Figura 28. Telescopio reflector de 1 metro de diámetro en el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla. (Acervo fotográfico de Carlos Escamilla, INAOE)

¹⁵³ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 3 agosto de 1959.

3.3.2 Iriarte y las prácticas con el fotómetro fotoeléctrico

Desde 1957, mientras Iriarte estaba con Hiltner en el Observatorio de Yerkes, Hiltner se ofreció a hacer un integrador¹⁵⁴ para el Observatorio mexicano. Sin embargo, Haro no estuvo interesado en dicha adquisición pues aún no estaba bien establecida la compra y construcción del nuevo telescopio reflector de 1 m¹⁵⁵. Como vimos, fue hasta que se inició oficialmente la construcción del telescopio que Haro dio luz verde al proyecto de adquirir el fotómetro fotoeléctrico y con ello tendría sentido tener un integrador.

A pesar de que Iriarte estaba aprendiendo y apropiándose de las prácticas estadounidenses, Haro ejercía presión para que regresara a México lo antes posible, ya que lo necesitaba en el equipo formado en Tonantzintla. En varias ocasiones le mencionó que estaba “listo para volar con sus propias alas.”¹⁵⁶ Desde mediados de 1959 le informó que el telescopio de 40” (1 metro) estaría listo en 1960 y que su “presencia y ayuda será valiosa.”¹⁵⁷ Un mes después le reiteró que necesitaban astrónomos de su tipo en México.¹⁵⁸ Sin embargo, Iriarte no se sentía preparado y permaneció en Estados Unidos otra larga temporada.

Un año después Iriarte le expresó que su mayor interés era regresar a trabajar y obtener resultados con su nuevo equipo.¹⁵⁹ Cuando llegó el nuevo telescopio, Haro le comentó “Me gustaría sobremanera que tú vinieras a México ya. En este momento podrías interiorizarte de todo nuestro equipo nuevo, incluyendo el último tornillo, y además me haces mucha falta.”¹⁶⁰ En esa misma carta Haro reiteró que: “si ordené el fotómetro a Johnson y a través de él, ha sido con la condición de que tú te hicieras cargo del trabajo respectivo y creo recordar haberte dicho que la construcción del nuevo fotómetro para nosotros no tendría sentido sin el apéndice Iriarte.” En ese sentido, antes de autorizar la compra del fotómetro le aclaró a Johnson que: “este fotómetro no nos serviría de nada si él [Iriarte], que ha estado trabajando con usted durante todo este último periodo, no

¹⁵⁴ Un integrador es un aparato de medición electrónica que mide la corriente eléctrica generada por algún dispositivo, en este caso de un fotómetro fotoeléctrico.

¹⁵⁵ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 28 agosto de 1957.

¹⁵⁶ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 3 agosto de 1959.

¹⁵⁷ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 14 julio de 1959.

¹⁵⁸ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 3 agosto de 1959.

¹⁵⁹ AGH, exp. Iriarte, Carta de Iriarte a Haro, 7 noviembre de 1960.

¹⁶⁰ AGH, exp. Iriarte, Carta de Haro a Iriarte, 28 noviembre de 1960.

regresara a México y comenzara a trabajar con este instrumento, capacitando al mismo tiempo a uno o varios miembros de nuestro personal.”¹⁶¹ De esta manera vemos que para Haro era fundamental la presencia de Iriarte para el manejo, uso y transferencia de conocimiento del instrumento.

Una vez que quedó instalado el telescopio y el fotómetro fotoeléctrico, Mendoza trabajó con el equipo sobre observaciones espectroscópicas y fotométricas de un cúmulo galáctico en la región de Coma Berenices. Además, Johnson estaba llevando a cabo un extenso programa de observaciones fotométricas en varios colores, es decir, en varias longitudes de onda, por lo que invitó a Iriarte a colaborar con él, haciendo observaciones desde Tonantzintla con el nuevo equipo. Johnson también colaboró con Mendoza. La relación de Johnson con los mexicanos continuó creciendo.

Finalmente, en lo que respecta al aprendizaje y dependencia de los mexicanos con los estadounidenses en el mantenimiento, manejo, y uso de los instrumentos, Iriarte opinaba que:

es cierto que sería fantástico tener el dinero necesario para mandar a hacer el mejor y más moderno equipo pero también es cierto que para nosotros es mucho más útil aprender a resolver nuestros problemas por nosotros mismos, esto toma tiempo, pero al final estaremos en condiciones de poder hacer cosas que de otra manera nunca podríamos hacer; un equipo no importa que tan moderno [sea] hoy mañana va a ser mejorado y de no aprender que tenemos entre manos volveríamos a la situación en que nos encontramos en el presente.¹⁶²

Esto que señala Iriarte muestra la intención de los mexicanos de dejar de depender científica y tecnológicamente, mediante el dominio de las prácticas, el manejo y construcción de los instrumentos. Así se puede ver como se moviliza el conocimiento científico y técnico por medio de Iriarte que funge como un intermediario entre las culturas estadounidense y mexicana.

¹⁶¹ AGH, exp. Johnson, Carta de Haro a Johnson. 30 agosto 1960. “this photometer would be of no real use for us if he – who has been working with you during all this last time – should not return to México and start working with this instrument, training at the same time one or various members of our staff”.

¹⁶² AGH, exp. Iriarte, Iriarte a Haro, agosto 7 de 1959.

Iriarte no fue enviado a Estados Unidos a aprender de una manera formal, es decir, a prepararse académicamente, haciendo algún posgrado. Sin embargo, durante su estancia en Estados Unidos se formó mediante la experiencia y la adopción de las prácticas como astrónomo. Aprendió y mejoró como observador y tuvo la oportunidad de utilizar y conocer instrumentos a profundidad. Obtuvo experiencia como astrónomo en los observatorios de Lowell y McDonald principalmente, usando los telescopios de los estadounidenses. Por otro lado, el hecho de construir partes electrónicas del fotómetro fotoeléctrico le permitió ampliar sus conocimientos y además de buscar independizarse, al aprender a solucionar los problemas que se le pudieran presentar a los astrónomos mexicanos.

Como vemos la construcción y adquisición de este instrumento involucró establecimiento de redes, comunicación, aprendizaje y apropiación de prácticas, movilizaciones, conexiones y cruce de fronteras. También podemos ver que al estudiar el proceso de construcción de un instrumento se pueden visibilizar cuestiones culturales, sociales y políticas de las culturas científicas estadounidense y mexicana. El instrumento articuló la formación de Iriarte y la introducción de una nueva disciplina a México; y fue movilizado por varios sitios, el traslado físico, por ejemplo, fue del taller de Richards al Observatorio de McDonald y de ahí llegó a México, al nuevo telescopio reflector instalado en el observatorio de Tonantzintla. Sin embargo, el fotómetro no se trasladó solo, sino que precisó desplegarse en un mundo humano social (Valverde 2018, 283).

Finalmente vimos que el instrumento no solo no se movilizó por sí mismo, sino que articuló conexiones y redes entre los astrónomos mexicanos y estadounidenses. También implicó la necesidad del nuevo telescopio reflector y el manejo del fotómetro por el experto mexicano, Iriarte.

Conclusiones

En 1961 el astrónomo mexicano Braulio Iriarte y un fotómetro fotoeléctrico llegaron de Estados Unidos al Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla, Puebla. Ambos se movilizaron a través de un contexto científico, político y económico particular. El fotómetro, un dispositivo óptico y electrónico, sería usado con el nuevo telescopio reflector de 40 pulgadas de diámetro, llegado de Holanda y puesto en operación en ese mismo año. Con estos tres elementos: el dispositivo, el telescopio y el astrónomo, se iniciaría una nueva área de conocimiento de la astrofísica en México, la fotometría fotoeléctrica. Ésta se había desarrollado en Estados Unidos durante la primera mitad del siglo XX. Así se introdujeron conocimiento, instrumentos y tecnología de Estados Unidos a México.

Tanto en la creación del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya (OAN) como del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OAT) pude identificar un acercamiento por parte de los mexicanos con otros observatorios establecidos en el medio internacional. Estos acercamientos fueron propiciados por un interés científico. En ambos casos el interés político por fomentar la ciencia en el país favoreció las condiciones para conformar los observatorios. Los dos tuvieron un significado y valor diferentes en sus respectivos periodos y contextos. Para Anguiano los observatorios que visitó fueron lugares donde se enfocaría en los espacios arquitectónicos, la distribución de los instrumentos y las prácticas que se desarrollaban ahí. En el caso de Erro, cuando viajó para conocer el observatorio de Harvard lo concibió como un lugar donde usaría y manejaría los instrumentos y adoptaría las prácticas. En estos dos casos, tanto Anguiano como Erro percibieron los lugares que visitaron de manera diferente, Anguiano tuvo una posición un poco más desde el exterior y Erro se adentró un poco más. Sin embargo, ni Anguiano ni Erro se apropiaron de las prácticas y ni del trabajo astronómico que se estaba llevando a cabo en los observatorios que visitaron.

Una situación fundamental para el desarrollo del OAT fue la estrecha relación que generaron y mantuvieron con los astrónomos de Estados Unidos. Este

vínculo fue clave para la formación de los astrónomos mexicanos y para el desarrollo de los programas de investigación en el OAT. Entonces la fundación del OAT se dio por contactos con otras comunidades ya establecidas lo que facilitó la adquisición del instrumento clave, la apropiación de prácticas y la formación del personal.

Analizando cómo y por qué fueron adquiridos los instrumentos y desarrolladas las prácticas en torno a estos, mostré que hubo un cambio de prácticas, instrumentos y objetos de estudio entre los dos observatorios: el OAN y el OAT. Entonces el contacto de los mexicanos con otras comunidades internacionales establecidas; la adquisición de instrumentos con los que se conformó una comunidad de astrónomos; y con lo que desarrollaron prácticas, se conjugaron para conformar dos espacios de conocimiento en dos periodos diferentes.

El viaje que hizo Haro, impulsado por Erro, a Estados Unidos dio frutos porque empezó su formación como astrónomo: aprendió y se apropió de las prácticas astronómicas de los estadounidenses. En ese sentido, considero que ese viaje fue también la semilla que permitiría el crecimiento posterior de la astronomía mexicana.

Desde que Haro se convirtió en el director de los dos observatorios, a principios de la década de 1950, Haro juntó el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla y el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya, conformando un nuevo lugar con una frontera difusa entre ambos. En este nuevo periodo, los astrónomos mexicanos empezaron a desarrollar proyectos y la adquisición de instrumentos en torno a los objetivos específicos para el desarrollo de proyectos científicos. En ese sentido, pude ver que el proceso de Haro para renovar y fortalecer la astronomía mexicana consistió en formar al personal de los observatorios astronómicos mexicanos; colaborar y trabajar en programas astronómicos internacionales; y adquirir de nuevos instrumentos, en particular de un telescopio reflector de 40 pulgadas de diámetro.

Estudiar la formación del personal de Tonantzintla, el desarrollo de programas astronómicos y las colaboraciones con los estadounidenses, lo cual sucedió de manera sincrónica, me permitió visibilizar el plan de Haro para

impulsar la astronomía en el país. Parte de su estrategia fue establecer fuertes vínculos con los estadounidenses. En ese sentido, la movilización de personas, prácticas y conocimiento, es decir, la movilización científica (Minor 2016) entre los astrónomos de Estados Unidos y los de México se intensificó en este periodo (la década de 1950). De esta manera se había establecido un espacio de conocimiento, es decir, se conformó un lugar donde había generación de conocimiento con instrumentos y prácticas, conexiones y redes internacionales.

Los astrónomos mexicanos fortalecieron su relación con los astrónomos estadounidenses, desde todos los ángulos: como en la formación de personal, en el desarrollo de proyectos y la adquisición de instrumentos. Esta relación fue fomentada principalmente por los mexicanos. Sin embargo, estaba basada en intereses en los dos lados, donde los mexicanos buscaban su apoyo y ellos también buscaron obtener ventajas. Por un lado, las ventajas de los mexicanos fueron la formación del personal, el dar a conocer sus proyectos en el medio internacional y el financiamiento de un nuevo instrumento. Por el lado de los estadounidenses, podrían usar los instrumentos, como la Cámara Schmidt y el nuevo reflector junto con los instrumentos auxiliares, en una latitud más al sur y así tener acceso a otras regiones de la bóveda celeste. También tendrían la ayuda del personal mexicano. Entonces, a pesar de que había una asimetría de poder, se mantuvo una relación de reciprocidad, en la que hubo movilización de intereses científicos que cruzaron fronteras nacionales (Minor 2016).

En el proceso de la adquisición y construcción del fotómetro fotoeléctrico en Estados Unidos se presentaron una serie de contingencias que convergieron en un contexto social, cultural, político y económico de las comunidades astronómicas mexicana y estadounidense. Por lo tanto, la adquisición del fotómetro articuló un encuentro entre dos culturas científicas que cruzó fronteras.

Los intereses de la estancia de Iriarte en los Estados Unidos se presentaron en varios niveles. Primero se ubica el interés personal de Iriarte de forjarse una trayectoria, aprender y tener experiencia como astrónomo. En segundo lugar, ubico el interés de Haro que, como director de los observatorios de Tonantzintla, era profesionalizar a su personal. En ese sentido, Haro estaba consciente del beneficio que tendrían los astrónomos mexicanos con el aprendizaje y la

experiencia de Iriarte. De tal forma que la llegada de Iriarte a México le interesaba a Haro y al Observatorio porque que se introducirían las prácticas que aprendió allá y le enseñaría al resto del personal que se estaba formando en México, ampliando las prácticas y el conocimiento de la astrofísica. Finalmente, la intención de Johnson al enseñarle a Iriarte sobre fotometría fotoeléctrica y el manejo y uso de los instrumentos fue, por un lado, tener un ayudante o asistente que le proporcionara apoyo y mano de obra durante su estancia con él y por otro, que cuando Iriarte regresara a México, pudiera tener colaboradores en otra posición geográfica. Además, tendría acceso al equipo nuevo.

Seguir el movimiento de los instrumentos y las personas mostró cuestiones culturales y políticas de la comunidad astronómica estadounidense. En ésta, se reflejaron las prácticas de construcción y diseño. Los astrónomos estadounidenses dentro de este periodo tenían una relación científica y tecnológica con personas al exterior de los observatorios que hacían tareas distintas como los dibujantes, los mecánicos y constructores de los talleres, así como el personal de las compañías productoras de equipo electrónico. De manera que mirar lo local me permitió ver la participación de actores generalmente ignorados en las narrativas más globales.

Al traer el instrumento, Iriarte trajo consigo las prácticas y el conocimiento inherente al fotómetro y a la astrofísica que se estaba desarrollando en ese periodo en Estados Unidos. Sin embargo, Iriarte tenía la intención de construir un fotómetro en México, y además conocerlo a profundidad para poder repararlo en caso de que algo fallara. Esto con el objetivo de no depender tan directamente de los estadounidenses y que fueran capaces de resolver problemas que se les presentaran con los instrumentos y en un futuro construirlos ellos mismos. Si bien, esto representa la activa participación que tenían los astrónomos mexicanos en el desarrollo de su disciplina, también muestra que se estaban apropiando de la cultura de construcción y diseño de los instrumentos que tenía la comunidad astronómica estadounidense. Con esto tenían la intención de lograr un cierto nivel de independencia del país vecino y desarrollar en México esta nueva área de conocimiento. Así fue como Iriarte movilizó el conocimiento en torno al instrumento y las prácticas que cruzaron fronteras físicas y culturales.

El análisis de las trayectorias de Iriarte y el fotómetro hicieron visibles: sujetos, objetos, proyectos y normas políticas, que arrojaron luz sobre los contextos sociales, culturales, económicos y políticos (Valverde 2018). Por lo tanto, estudiar este caso en particular desde la perspectiva de la cultura material y con una mirada transnacional me permitió ver las culturas astronómicas mexicana y estadounidense, los instrumentos, las prácticas, la movilización del conocimiento y el rol de los mediadores.

Por último, el nuevo telescopio fue la clave para que las trayectorias por las que se movilizaron Iriarte y el fotómetro fotoeléctrico se conjuntaran en México. Cuando llegaron los tres: el telescopio, el fotómetro e Iriarte; dieron pie a una ampliación en las prácticas astronómicas mexicanas, con la introducción de la electrónica en la astronomía, y un nuevo campo de la astrofísica a México. En otras palabras, el traslado de los tres elementos a través de una frontera física, nacional y entre dos culturas astronómicas, implicó la constitución de conocimiento científico y tecnológico transnacional (Krige 2019).

A través de este trabajo analicé los lugares, las comunidades astronómicas, las prácticas e instrumentos, y los vínculos transnacionales que se construyeron. Contrastar la transición gradual en el cambio en los usos y significados de los instrumentos, me permitió visibilizar cambios en la cultura científica, es decir, en el lugar, los objetos (en este caso los instrumentos), sus actividades (específicamente sus prácticas), y su comunicación (a través de publicaciones, colaboraciones y vínculos transnacionales). Con esto muestro dos culturas científicas diferentes en México, en dos periodos diferentes, con cambios en los objetos de estudio, la formación del personal, en los usos y significados de los instrumentos y las prácticas. En el primer caso, mostré que los astrónomos del siglo XIX habían adquirido instrumentos sin un programa astronómico en marcha o traído a la par del instrumento. El siguiente caso, los astrónomos de la década de 1950 ya tenían varios programas astronómicos desarrollados en México y traídos del país vecino cuando llegó el fotómetro fotoeléctrico.

La comunidad formada, principalmente por Haro, se caracterizó por realizar las prácticas científicas con los instrumentos que tenían y después adquirir nuevos instrumentos para ampliar las prácticas. A diferencia del caso de los

astrónomos a finales del siglo XIX, que se caracterizó por adquirir los instrumentos primero y luego realizar las prácticas científicas con éstos. De tal forma que el contrastar diferentes conformaciones de espacios de conocimiento, en dos periodos diferentes, me permitió arrojar luz sobre dos formas de proceder en la historia de la astronomía mexicana.

Este trabajo de investigación aporta a la historia de los instrumentos astronómicos. Además, en esta tesis estudié un periodo de la historia de la astronomía mexicana en el siglo XX que ha sido poco explorado, especialmente desde una historiografía contemporánea. Esta investigación abre camino a otros temas como: la formación y profesionalización de los astrónomos mexicanos durante el siglo XX; la historia de la fotometría fotoeléctrica; y el papel que tuvieron las élites, y las relaciones personales en la construcción de la comunidad en el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla, Puebla, México.

BIBLIOGRAFÍA

- Abt, Helmut A. 2011. "Symposium summary". *RevMexAA* 39: 117–18.
<https://doi.org/10.1007/s00247-008-1068-6>.
- AHR Conversation. 2006. "On Transnational History". *American Historical Review* 111 (5): 1441–64.
- . 2009. "Historians and The Study of Material Culture". *American Historical Review* 114 (5): 1355–1404.
https://doi.org/10.1163/9789004217454_004.
- Anguiano, Ángel. 1882. *Viaje á Europa, en comisión astronómica. Informe que el ingeniero Ángel Anguiano, director del Observatorio Astronómico Nacional Mexicano presenta á la Secretaría de Fomento*. México: Imprenta Francisco Díaz de León.
- Aubin, David, Charlotte Bigg, y Otto H. Sibum. 2010. "Introduction: Observatory Techniques in Nineteenth-Century Science and Society". En *The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, editado por David Aubin, Charlotte Bigg, y Otto H. Sibum. Durham y Londres: Duke University Press.
- Bartolucci, Jorge. 2000. *La modernización de la ciencia en México. El caso de los astrónomos*. Ciudad de México: UNAM y Plaza y Valdés.
- Beatty, John. 1993. "Scientific Collaboration , Internationalism , and Diplomacy : The Case of the Atomic Bomb Casualty Commission". *Journal of the History of Biology* 26 (2): 205–31.
- Biro, Susana. 2010. "The Birth of the Mexican National Astronomical Observatory". En *Astronomy and its instruments before and after Galileo*, editado por Luisa Piagatto y Valeria Zanini, 365–76. Padova: International Astronomical Union-INAF Astronomical Observatory of Padova.
- . 2013. "Las historias de la astronomía en México". *La institucionalización de las disciplinas científicas en México. Siglos XVIII, XIX y XX: estudios de caso y metodología*, 417–33.
- . 2014. "Natural Wonders and Scientific Performance: A Mexican Eclipse and Its Uses". *Science Communication* 36 (6): 735–53.
<https://doi.org/10.1177/1075547014554960>.
- Biro, Susana, y Gisela Mateos. 2011. "Astronomía para todos : Joaquín Gallo

- en el Observatorio Astronómico Nacional (1915-1946)”. En *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: Siglos XVIII al XX*, editado por José Bartolucci, ISSUE UNAM, 1–19. México.
- Bok, Bart. 1986. “Astronomía mexicana, 1930-1950”. En *La historia de la astronomía en México*, editado por Marco Arturo Moreno. Fondo de Cultura Económica.
- Brush, Stephen G. 1979. “Looking Up: The Rise of Astronomy in America”. *American Studies* 20 (2): 41–67.
<https://journals.ku.edu/amsj/article/view/2246>.
- Burke, Peter. 2008. *What is Cultural History?* 2a ed. Polity.
- Casas, Rosalba. 1985. *El Estado y la política de la ciencia en México (1935-1970)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chapa Silva, Héctor Octavio. 2020. “La demarcación como problema social una revisión desde la sociología en torno al problema filosófico de la demarcación”. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cházaro, Laura. 2018. “Introducción general: Historias de cartón-piedra, instrumentos científicos y médicos desde México”. En *Piedra, papel y tijera: Instrumentos en las ciencias en México*, editado por Laura Cházaro, Miurna Achim, y Nuria Valverde, 11–25. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Clerke, Agnes. 1902. *A Popular History of Astronomy during the Nineteenth Century*. Editado por Adam Black y Charles Black. 4ª ed.
- Coca, Alejandro. 2009. *Luis Enrique Erro y la Astronomía en México*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- DeVorkin, David H. 1985. “Electronics in Astronomy: Early Applications of the Photoelectric Cell and Photomultiplier for Studies of Point-Source Celestial Phenomena”. *Proceedings of the IEEE* 73 (7): 1205–20.
<https://doi.org/10.1109/PROC.1985.13267>.
- Devorkin, David H. 2000. “Who Speaks for Astronomy ? How Astronomers Responded to Government Funding after World War II”. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 31 (1): 55–92.
- Forman, Paul. 2001. “Behind quantum electronics: National security as basis for physical research in the United States, 1940-1960”. En *Science and Society The History of Modern Physical Science in the Twentieth Century*.

- Vol. 3, editado por Peter Galison, Michael Gordin, y David Kaiser. New York/London: Routledge.
- Fuerbringer, Mädy. 2000. *Un astrónomo mexicano Enrique Chavira Navarrete*. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
- Galison, Peter. 1997. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. University of Chicago.
- Haro, Guillermo. 1956. "Observational Programs and Some Results Obtained with the Tonantzintla Schmidt Camera". *Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft* 7: 60–65.
- Haro, Guillermo, y George Herbig. 1955. "The Unusual Brightness in the Ultraviolet of Certain T Tauri - Type Stars". *Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya* 2 (12).
- Hearnshaw, John B. 1986. *The analysis of starlight: two centuries of astronomical spectroscopy*. *American Journal of Physics*. 2014a ed. Vol. 56. New York: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1119/1.15332>.
- . 1996. *The Measurement of Starlight: Two Centuries of Astronomical Photometry*. Cambridge University Press.
- Hiltner, W. A., y Braulio Iriarte. 1958a. "Polarization in 'blue Galaxies' and T Tauri Stars". *Astrophysical Journal* 127.
- . 1958b. "Three-Color Photometry of Extragalactic Nebulae". *Astrophysical Journal* 128.
- Hiltner, W. A., Braulio Iriarte, y Harold Johnson. 1958. "The Galactic Cluster NGC 6633". *Astrophysical Journal*, 539–43.
- Iriarte, Braulio, y Enrique Chavira. 1957. "Estrellas azules en el casquete galáctico norte". *Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya* 2 (16).
- Iriarte, Braulio. 1952. "A Photoelectric Light-Curve of DY PEG". *Astrophysical Journal* 116: 382.
- . 1959. "Photoelectric Photometry of Faint Blue Stars". *Lowell Observatory Bulletin No. 101* IV (13).
- Iriye, Akira. 2004. "Transnational History". *Contemporary European History*, núm. 2: 211–22.
- Johnson, Harold, y Braulio Iriarte. 1958. "The luminosities of early-type stars".

- Lowell Observatory Bulletin No. 91 IV (3).*
- . 1959. "The Sun as a Variable Star". *Lowell Observatory Bulletin No. 93 IV (8).*
- Johnson, Harold L. 1962. "Photoelectric Photometers and Amplifiers". En *Astronomical Techniques*, editado por W. A. Hiltner, 4a ed., 2:157–77. <http://www.worldcat.org/oclc/534975>.
- Johnson, Harold, R. de F. Neville, y Braulio Iriarte. 1959. "A Method of Increasing the Photographic Limiting Magnitude of an Astronomical Telescope". *Lowell Observatory Bulletin No. 93 IV (V).*
- Kaiser, David. 2005. "The atomic secret in red hands? American suspicions of theoretical physicists during the early cold war". *Representations* 90: 28–60. <https://doi.org/10.1525/rep.2005.90.1.28>.
- Kevles, Dan. 1990. "Cold War and Hot Physics: Science, Security, and the American State, 1945-1956". *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 20 (2): 239–64.
- Knorr Cetina, Karin. 1999. *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Krige, John. 2019. *Introduction: Writing the Transnational History of Science and Technology*. Editado por John Krige. *How Knowledge Moves: Writing the Transnational History of Science and Technology*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Kron, Gerald. 1963. "A concept for an Offset type of Photoelectric Photometer". *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 75 (442): 64.
- la Guardia, Mónica de. 2015. "El astrónomo Ángel Anguiano: un experto aprendiz" 16 (4): 1–14.
- . 2018. "Transferencias culturales en el Porfiriato: circulación, apropiación y recreación de un género. El anuario del Observatorio Astronómico de México de 1881 a 1900". UNAM.
- Lake, Marilyn, y Ann Curthoys. 2005. "Introduction". En *Connected Worlds: History in Transnational Perspective*, editado por Marilyn Lake y Ann Curthoys, 5–20. Canberra, Australia: ANU E Press. <https://openlink.mju.ac.kr/link.n2s?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoap&AN=edsoap.458894&lang=ko&site=eds-live&scope=site>.

- Livingstone, David N. 2003. *Putting Science in its Place. Geographies of Scientific Knowledge*. Vol. 4. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Luna, Andrea. 2019. "Instrumentos y prácticas astronómicas en México : el proceso de transformación de ingenieros geógrafos en astrónomos, 1856-1899". Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martinez, Gerardo. 1999. "La trayectoria académica de Luis Rivera Terrazas". *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* 13 (2).
<https://www.smf.mx/boletin/Abr-99/articulo/arti-uap.html>.
- Mateos, Gisela, y Edna Suárez. 2016. "Lo local y lo global: América Latina en la historia contemporánea de la ciencia. Una introducción a temas importantes." En *Aproximaciones a lo local y lo global: América Latina en la historia de la ciencia*, editado por Gisela Mateos y Edna Suárez. Ciudad de México: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano.
- McCray, W. Patrick. 2009. "'Beautiful and cantankerous instruments': Telescopes, technology, and astronomy's changing practice". *Experimental Astronomy* 25 (1–3): 79–89. <https://doi.org/10.1007/s10686-009-9138-9>.
- Miles, Richard. 2007. "A light history of photometry: from Hipparchus to the Hubble Space Telescope". *British Astronomical Association* 4 (117).
- Milone, E. F., y C. Sterken. 2011. *Astronomical Photometry Past, Present and Future*. New York: Springer.
- Minor, Adriana. 2011. "Instrumentos científicos en movimiento: Historia del acelerador Van de Graff del Instituto de Física de la UNAM (1950-1963)". tesis de maestría de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- . 2016. "Cruzar fronteras: Movilizaciones científicas y relaciones interamericanas en la trayectoria de Manuel Sandoval Vallarta (1917-1942)". tesis de doctorado de la UNAM.
- . 2018. "El Acelerador Van de Graaf en movimiento: conexiones interamericanas, discursos de modernización y prácticas de la energía nuclear en México". En *Piedra, papel y tijera: Instrumentos en las ciencias en México*, editado por Laura Cházaro, Miruna Achim, y Nuria Valverde, 345–86. Universidad Autónoma Metropolitana.
- . 2019. "Foundation (Non) Policy Toward Physics Research and

- Education in Latin America". *Rockefeller Archive Center Research Reports*.
- Moreno, Marco. 1986. *Historia de la astronomía en México*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Moreno, Marco, y Héctor M. Hernández. 2015. *Astronomía universitaria en el Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla, Puebla*. Ciudad de México: Instituto de Astronomía, UNAM.
- Nakamura, Akimasa. 2017. *The Emergence of Astrophysics in Asia. Opening a New Window on the Universe*. Editado por Tsuko Nakamura y Wayne Orchiston. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62082-4>.
- Ortiz, Eduardo. 2003. "La política interamericana de Roosevelt: George d. Birkhoff y la inclusión de América Latina en las redes matemáticas internacionales (primera parte)". En *Saber y tiempo (15)*, 53–111.
- Osterbrock, Donald E. 1997. *William Wilson Morgan 1906-1994. Biographical Memoir*. Washington D.C.: National Academies Press.
- Peimbert, Manuel. 1983. "The astronomy of Guillermo Haro". *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* 7: 15–20.
- . 2011. "Retrospective on 'the search for blue starlike objects in the direction of the poles of the galaxy', by Haro & Luyten (1962)". *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica: Serie de Conferencias* 39: 59–64.
- Pişmiş, Paris. 1986. "El amanecer de la astrofísica en México". En *La historia de la astronomía en México*, editado por Marco Arturo Moreno. Fondo de Cultura Económica.
- Ramirez de Arellano, Enrique. s/f. "Semblanza del Dr. Félix Recillas". <http://maticos.matem.unam.mx/maticos-r-z/maticos-r/felix-recillas/801-semblanza-del-dr-felix-recillas>.
- Raposo, Pedro M. P. 2013. "Observatories , instruments and practices in motion : an astronomical journey in the nineteenth-century". *Journal of History of Science and Technology* 8: 69–104.
- Rodríguez, Luis Felipe. 2000. "La astronomía en México: el pasado reciente y los retos del futuro". En *Las ciencias exactas en México*, editado por A. Menchaca. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Sibum, Heinz Otto. 1995. "Reworking the mechanical value of heat: Instruments of precision and gestures of accuracy in early Victorian England". *Studies*

- in History and Philosophy of Science* 26 (1): 73–106.
[https://doi.org/10.1016/0039-3681\(94\)00036-9](https://doi.org/10.1016/0039-3681(94)00036-9).
- Siqueiros, Cristina. 2017. “Guillermo Haro y los objetos azules: astronomía, telescopios y comunidad”. Tesis para obtener título de licenciatura en Física de la UNAM.
- Smith, Robert W., y Joseph N. Tatarewickz. 1994. “Counting on Invention: Devices and Black Boxes in Very Big Science”. *Osiris* 9: 101–23.
- Torres-Peimbert, Silvia. 1999. “An Experience to be Remembered”. *Bulletin of the American Astronomical Society* 31: 883.
- Turchetti, Simone, Néstor Herran, y Soraya Boudia. 2012. “Introduction: Have we ever been ‘transnational’? Towards a history of science across and beyond borders”. *British Journal for the History of Science* 45 (3): 319–36.
<https://doi.org/10.1017/S0007087412000349>.
- Valverde, Nuria. 2018. “Introducción. Instrumentos, disponibilidad y objetividad en el México del siglo XX”. En *Piedra, papel y tijera: Instrumentos en las ciencias en México*, editado por Laura Cházaro, Miruna Achim, y Nuria Valverde. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Vargas Domínguez, Joel. 2016. “Nutrition and the Rockefeller Foundation in Mexico”. *Rockefeller Archive Center Research Reports*.
<http://rockarch.issuelab.org/resource/nutrition-and-the-rockefeller-foundation-in-mexico.html>.
- Vaucouleurs, Gérard H. De. 1995. “Harold Lester Johnson”. *Biographical Memoir*. Washington D.C.: National Academies Press.
- Vermij, Rienk. 2002. “Introduction”. En *The Calvinist Copernicans: The Reception of the New Astronomy in the Dutch Republic, 1575–1750*. Amsterdam. <https://doi.org/10.1086/433009>.
- Wang, Jessica. 1992. “Science, and the The Case of E.U. Condon”. *Isis* 83 (2): 238–69.
- Werrett, Simon. 2010. “The Astronomical Capital of the World: Pulkovo Observatory in the Russia of Tsar Nicholas I”. En *The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, editado por David Aubin, Charlotte Bigg, y Otto H. Sibum, 33–57. Duke University Press.