

## CHILE, UN POLO ASTRONÓMICO PARA EL MUNDO



GABRIEL RODRÍGUEZ GARCÍA-HUIDOBRO  
Director de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación

### LOS ORÍGENES DE "CHILE: PLATAFORMA ASTRONÓMICA"

En los últimos cincuenta años, de una forma poco perceptible para el ciudadano común, Chile ha pasado de ser un país donde la astronomía prácticamente no existía, a ser una plataforma astronómica de nivel mundial, albergando a más del 40% de la capacidad de observación óptica y de radioastronomía.

Hoy en día Chile tiene en su territorio casi la totalidad de los telescopios mayores de observación de los países europeos y probablemente la mitad de la capacidad de instrumentos de países como el Canadá, Estados Unidos y crecientemente del Japón. La reciente inauguración realizada el 13 marzo de 2013 del Observatorio radioastronómico ALMA, operado por un consorcio de universidades de América del Norte, Japón y Gobierno de Europa, en las cercanías de San Pedro de Atacama, a más de 5.000 metros de altura, confirma esta tendencia.

A nivel de capital humano, pasamos de tener una comunidad de astrónomos que se podía contar con los dedos de la mano, a poco más de un centenar de doctores en astronomía y otro tanto estudiando para serlo. De una universidad que entregaba hace una década títulos de postgrado en astronomía, a tres universidades que tienen programas de doctorado en esta disciplina.

Por lo anterior, Chile es hoy día un polo científico en el cual se llevan a cabo, con importante participación de astrónomos chilenos, investigaciones entre otros temas, sobre el origen y formación del universo, la identificación de "exo-planetas" donde podrían encontrarse vestigios de vida, las leyes de comportamiento del universo y su composición. En este último ámbito se ubican las investigaciones que llevaron a la identificación de la materia y la energía oscura, que dan cuenta de un altísimo porcentaje de lo que constituye el universo que habitamos. ¿Por qué se ha producido este fenómeno?

### ASTRONOMÍA: UN LABORATORIO NATURAL DE EXCELENCIA

Chile está empeñado en dar un salto al desarrollo y es hoy día un consenso que una clave central en dicho proceso es crecer en Innovación, Investigación y Desarrollo (I+I+D). Por tanto, Chile debe encontrar cuáles son sus nichos de oportunidad en I+I+D. Un concepto que ha sido acuñado recientemente por CONICYT es el de los laboratorios naturales. Entendemos por laboratorios naturales las condiciones espaciales, climáticas, geográficas, de biodiversidad que generan oportunidades para el desarrollo de la ciencia en ciertos nichos. Afirmamos que Chile tiene laboratorios naturales de excelencia, lo cual, combinado con una comunidad científica pequeña, pero de alto nivel, hace que nuestro país tenga una oportunidad para dar ese salto al desarrollo.

Entre los laboratorios naturales más destacados en Chile, en torno a los cuales se ha desarrollado una comunidad científica nacional muy conectada a los centros mundiales, podemos mencionar los océanos, las zonas áridas, la antártica, los volcanes y la geotermia, la actividad sísmica, las concentraciones de biodiversidad mediterránea y sub-antártica. Hay un laboratorio natural, sin embargo, que tiene características muy especiales: los cielos limpios y secos del norte de Chile entre los paralelos 21° y 32°. Estas condiciones permiten la realización de observaciones astronómicas únicas en el hemisferio sur. Es por esta razón que los grandes Observatorios Internacionales, sean estos nacionales o de instituciones universitarias o de investigación, han resuelto construir sus centros de observación en nuestro país. En ese sentido, la calidad del capital humano avanzado en Chile, unido a estos laboratorios naturales aptos para la astronomía, son un polo de atracción para lo que hoy se da en llamar proyectos de *"big science"*.

Los cielos oscuros y secos, sin embargo, no estarán allí para siempre. Nuestro país, como conjunto, gobierno, privados, ciudadanos tienen que cuidar las condiciones que nos hacen ser un laboratorio natural casi único en este campo. Una de las mayores amenazas es la *"contaminación lumínica"* entendida ésta como la luminosidad reflejada en la atmósfera, producto de las actividades humanas, sean éstas ciudades, carreteras, explotación de yacimientos mineros e industriales.

Una responsabilidad que tiene nuestro país, por tanto, es arbitrar las medidas para que las tecnologías de iluminación que se utilicen cumplan sus objetivos, pero sin dañar este patrimonio natural que tenemos. El Ministerio de Medio Ambiente, junto a la OPCC ha elaborado recientemente una normativa sobre tecnologías de iluminación y su certificación que justamente busca cumplir las condiciones descritas. El desafío a futuro es lograr que dicha normativa entre en operación y su aplicación sea supervisada adecuadamente. Pero junto a la coerción de la ley, debe generarse una educación del ciudadano y de las empresas para respetar estas normativas. Que nuestras municipalidades elijan adecuadamente los sistemas de iluminación que garanticen la seguridad y el esparcimiento ciudadano, pero que al mismo tiempo de cumplir ese objetivo, no derramen excesos de luminosidad sobre el espacio nocturno y menos aún en frecuencias que impiden la adecuada observación. Igual responsabilidad tienen las empresas productivas, en especial mineras.

Al hacer esto, no sólo se está cuidando un patrimonio científico, sino también un patrimonio cultural que pertenece a todos los ciudadanos como es el derecho a observar el firmamento con la menor interferencia luminosa posible. Al mismo tiempo, el cuidado de estas condiciones asegurará el desarrollo de nuestros cielos como un atractivo turístico internacional de primera calidad.

## LOS ACUERDOS INTERNACIONALES

Toda esta actividad astronómica que podemos celebrar hoy día, es producto de diversos acuerdos realizados en el pasado y que han permitido a nuestro país ser receptor de estas inversiones de alta tecnología y *"big science"*. El punto clave es que toda instalación astronómica que se sitúa en el país, debe entregar un 10% de su tiempo de observación a astrónomos chilenos o extranjeros residentes vinculados a una institución académica chilena. Esta es una oportunidad de enormes dimensiones para impulsar la ciencia astronómica en Chile. La disposición de ese 10% no es automática. Para utilizar tiempo, los astrónomos deben proponer proyectos los que son evaluados y si son de excelencia, se les asigna tiempo.

El mecanismo de acuerdos existente, distingue entre instituciones académicas y países. En el primer caso, y de acuerdo a la ley 15.172 de fecha 07 de marzo de 1963, se entregó a la Universidad de Chile (en ese tiempo la única institución que poseía un Departamento de Astronomía) la potestad de ser la contraparte para negociar los acuerdos para instalarse en Chile. Estos se refieren al tiempo de observación reservado, al acceso a las instalaciones y todo tipo de elementos que apoyen el desarrollo de la astronomía local. En el caso de los países de Europa, las actividades de los centros astronómicos se coordinan a través de la European Southern Observatory (ESO) y en ese caso el Gobierno de Chile firmó un acuerdo con carácter de tratado con dichos países, aprobado por los respectivos parlamentos. Ese es el acuerdo para el establecimiento de un observatorio astronómico en Chile, publicado el 4 de abril de 1964.

Tanto en el caso de instituciones académicas instaladas en Chile como en el caso de la ESO, el Gobierno de Chile, a través de la Cancillería, otorga a estas contrapartes el carácter de representantes diplomáticos con todos los privilegios y exenciones que ello implica. De esta forma Chile, a través de la Cancillería como contraparte oficial del Gobierno, entrega las facilidades para apoyar la labor de estas instituciones científicas y al mismo tiempo manda una clara señal para atraer nuevos proyectos hacia el futuro. En ese contexto, el Ministerio de Relaciones Exteriores ha ido tomando un rol proactivo, más allá de ser solo administrador de la relación, en la atracción de este tipo de laboratorios y observatorios para instalarse en nuestro país.

### LOS CUATRO PILARES DE LA POLÍTICA ASTRONÓMICA

Desde el año 2008, en que se asignó a la Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación de la Cancillería la tarea de llevar el tema de la astronomía, se ha trabajado en el diseño e implementación de una política astronómica.

Esta tiene cuatro componentes o pilares:

**La ciencia astronómica.** Este componente es el más visible a la fecha y se ha venido desarrollando en forma crecientemente acelerada desde hace más de cincuenta años. Hoy día contamos en Chile con centros de dimensión mundial en astronomía entre los cuales destacan:

- El Observatorio Cerro Tololo y Gemini (en Cerro Pachón) operado por la Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) a 50 kms. de La Serena.
- El Observatorio Las Campanas de la Carnegie Astronomy, ubicado a 200 kms. al norte de La Serena.
- Los Observatorios La Silla (norte de La Serena) y Paranal (sur de Antofagasta) de la European Southern Observatory (ESO).
- El Telescopio ASTE del Observatorio Nacional de Japón (NAOJ), ubicado en Cerro Chajnantor, cerca de San Pedro de Atacama.
- El complejo radioastronómico ALMA, también ubicado cerca de San Pedro y operado por un consorcio que incluye a Estados Unidos/Canadá, ESO de Europa y Japón.

En cada uno de estos telescopios y observatorios, los astrónomos nacionales tienen acceso al 10% del tiempo de observación. Además, algunos de estos proyectos incluyeron en las negociaciones de su instalación, fondos para el desarrollo de la astronomía, la astroingeniería e instrumentación, y la educación y extensión en Chile. Es el caso de los fondos Gemini, ESO y ALMA, que suman una cifra cercana a los dos millones de dólares al año y que son administrados conjuntamente entre las contrapartes extranjeras y Chile, a través del Ministerio de Relaciones Exteriores y CONICYT.

Como es natural, en este componente científico la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT, cumple un rol fundamental como contraparte científica de estos proyectos. Parte del rol de CONICYT se desarrolla a través del Proyecto Parque Astronómico de Atacama, recientemente puesto en marcha y que busca recibir en las cumbres del Cerro Chajnantor en San Pedro, a nuevos proyectos que busquen instalarse en nuestro país, ofreciendo facilidades de seguridad, logística y comunicaciones.

A lo anterior, se suma el apoyo permanente del Gobierno a estos grandes proyectos astronómicos, con el objeto de asegurarles las mejores condiciones de operación vía la protección de la oscuridad de los cielos y la no interferencia con faenas mineras y geotérmicas, a través de la concesión de zonas de protección astronómicas, así como las facilidades para disponer de acceso a la energía y las comunicaciones viales y telemáticas y la exención de impuestos para importar equipos y tecnologías para instalarse en Chile.

Este primer componente ha permitido el desarrollo de una comunidad astronómica de alta calidad científica y los vínculos de cooperación entre los centros de investigación de Chile y centros de prestigio en todo el mundo. El resultado es la publicación de un creciente número de papers con participación de astrónomos nacionales en revistas científicas de primer nivel.

**El desarrollo de la astroingeniería.** Si hasta hace pocos años el pilar científico era el principal, desde el año 2008 y a través de una política explícita se ha ido abriendo espacio al desarrollo de la astroingeniería y las tecnologías vinculadas a la astronomía.

Si pensamos que los observatorios que se instalan en Chile, no sólo están utilizando tecnologías avanzadas en óptica, mecánica, mecatrónica, robótica e informática, sino que están diseñando instrumentos que usan tecnologías que están aún en fase de prototipo, podemos imaginarnos que este es un campo de enorme potencialidad para hacer avanzar la I+D en Chile, partiendo de la astronomía, pero expandiéndose a otros campos. Y no sólo la tecnología en sí, sino todo el capital humano asociado a ella, no sólo en su desarrollo, sino también en su operación. En ese sentido podemos hablar que la presencia de estos Observatorios en Chile, son una “*escuela de ingeniería*” de dimensiones colosales.

La política astronómica en este segundo campo es una responsabilidad que cae en el ámbito de la Tecnología y la Innovación, que es responsabilidad del Ministerio de Economía y de CORFO. En esa línea y desde hace un par de años, se creó en el Ministerio de Economía un agente coordinador (Industry Liaison Officer, siguiendo la terminología de ESO) entre las oportunidades que ofrecen la instalación y operación de nuevos telescopios, y la industria nacional y los centros de investigación en ingeniería, electrónica y matemática de las universidades.



Como parte de esta actividad, se realizó un primer taller de Astroingeniería, promovido desde la Cancillería en 2012 y se prepara un segundo en la segunda mitad de 2013, liderado por el Ministerio de Economía. Igualmente, se encargó un primer estudio prospectivo de las oportunidades tecnológicas que puede traer la astronomía a Chile, estudio que se está en vías de ampliar.

El objetivo final es no sólo dotar a las instalaciones astronómicas de profesiones y *expertise* chilena, sino especialmente utilizar este sector como un detonante de desarrollos innovadores en otros ámbitos del aparato productivo nacional.

**Educación, ciencia y cultura.** La actividad astronómica presente en Chile, es también una oportunidad para desarrollar las vocaciones científicas entre los jóvenes, y en áreas relacionadas. Tener este tipo de instalaciones en nuestro país es una oportunidad para mostrar el camino de la investigación científica, y así generar un crecimiento significativo de la comunidad científica nacional, condición "*sine qua non*" para que el país pueda dar un salto al desarrollo.

En ese sentido se está promoviendo un proyecto de "*Red de Telescopios Ciudadanos*" que permita un acceso masivo a la experiencia astronómica, orientado no sólo a jóvenes, sino también a adultos, y con una presencia en las regiones "*no astronómicas*". Esta Red de telescopios ya tiene una importante parte avanzada, por la existencia de centros de observación en regiones, desarrollados por las Municipalidades, gobiernos regionales y también iniciativas privadas turísticas.

La astronomía es también un inspirador de cultura y un espacio para que la experiencia científica se expanda a una experiencia más amplia sobre el origen de nuestro universo, su futuro, su estructura y el lugar del ser humano en él. La riqueza filosófica, artística y cultural de este espacio tiene una potencialidad enorme, que estamos muy lejos aún de medir.

**Imagen País y Turismo.** Este es un ámbito nuevo en que se ha comenzado a trabajar con la Fundación Imagen de Chile y la Subsecretaría de Turismo. La Astronomía, en cada uno de sus tres pilares anteriores, debe incorporarse en forma decidida a la imagen de un Chile que busca dar el salto al desarrollo. Esta componente astronómica, unida a los otros laboratorios naturales que el país posee, potencia la dimensión de avance a una sociedad del conocimiento que es finalmente lo que caracteriza a un país desarrollado en el siglo XXI.

Al mismo tiempo, el enriquecimiento de esa imagen de Chile está contribuyendo significativamente a que Chile sea un polo de atracción de turismo de intereses especiales. Este es un ámbito que se conecta muy directamente con la proyección de los cielos mencionado más arriba y la preocupación por la contaminación lumínica.

## EL FUTURO

La formulación y puesta en marcha de la política astronómica descrita ha sido central para facilitar e incentivar la instalación de nuevos grandes proyectos astronómicos en Chile que entrarán en operación entre 2015 y 2021. Entre los que podemos destacar:

- El Telescopio Tokyo Atacama Observatory (TAO) del Japón instalado en la cima del Cerro Chajnantor,

- El telescopio Large Synoptic Survey Telescope (LSST) de la National Science Foundation de los Estados Unidos en Cerro Pachón,
- El telescopio Cornell Caltech Atacama Telescope (CCAT) en Cerro Chajnantor,
- El Giant Magellan Telescope (GMT) de un consorcio de universidades de USA e instituciones de Australia y Corea, que se instalará en el Observatorio Las Campanas y
- El Telescopio European Extremely Large Telescope (E-ELT) en Cerro Armazones, cerca de Paranal.

En cada uno de estos proyectos el Gobierno, a través de sus diversas agencias (CONICYT, Bienes Nacionales, Ministerio de Economía, CORFO, Intendencias regionales, etc.), bajo la coordinación de la Cancillería, desde DECYTI, ha participado en las negociaciones que han permitido asegurar su instalación en Chile.

Hoy día se están explorando posibilidades de cooperación y eventualmente instalación de Centros de Observación Astronómica en Chile con países como China, la Federación de Rusia e India. Con China se está por iniciar un Centro Chile-China para la investigación Astronómica.

Las oportunidades que se abren son, por lo tanto, de enormes dimensiones. Es por eso que el Gobierno se ha planteado desarrollar el interés de la comunidad astronómica chilena para que Chile sea sede de la Asamblea General de la International Astronomical Union, a realizarse el año 2021 y está promoviendo la declaración por parte de Naciones Unidas del año 2015 como el Año de la Luz.