



+ CIENCIA PARA CHILE

LIBRO BLANCO

POR UN CHILE DESARROLLADO
EJES PARA EL FUTURO
CIENTÍFICO DE CHILE

POR UN CHILE DESARROLLADO: EJES PARA EL FUTURO CIENTÍFICO DE CHILE

Equipo de Coordinación de la Campaña

Coordinador General	Dr. Carlos Blondel
Comité Ejecutivo	Dr. Tomás Norambuena Dr. Carlos Blondel Katia Soto Liebe Pablo Astudillo Besnier
Textos	Dr. Carlos Blondel Dr. Tomás Norambuena Katia Soto Liebe Pablo Astudillo Besnier
Edición	Pablo Astudillo Besnier

El contenido de esta publicación se encuentra registrado bajo una Licencia Creative Commons.

Se prohíbe reproducir total o parcialmente su contenido sin previa autorización del Comité Ejecutivo de "Más Ciencia Para Chile"

Contacto: info@mascienciaparachile.cl
www.mascienciaparachile.cl

Santiago. Agosto del 2011

DECLARACIÓN

El contenido de esta publicación presenta el análisis de "Más Ciencia para Chile" sobre los diversos temas tratados, y no refleja necesariamente el pensamiento de las instituciones "partners" de la Campaña. Además, "Más Ciencia para Chile" es una iniciativa impulsada y desarrollada de manera independiente a la Asociación Nacional de Investigadores en Postgrado (ANIP), habiendo esta última solamente patrocinado la iniciativa durante la administración del período 2008-2010. Por lo tanto, las opiniones del Equipo de Coordinación y/o expresadas en este documento, tampoco reflejan necesariamente en pensamiento de la ANIP.



POR UN CHILE DESARROLLADO: EJES
PARA EL FUTURO CIENTÍFICO DE CHILE
by Más Ciencia para Chile
is licensed under a Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-
SinObraDerivada 3.0 Unported License

ÍNDICE

1	Introducción
2	Capítulo I: Por una Institucionalidad acorde a nuestros tiempos y necesidades Pablo Astudillo Besnier
7	Capítulo II: Por una mayor inversión en Investigación y Desarrollo Carlos Blondel Bujuy, Tomás Norambuena Arenas
14	Capítulo III: Por una mayor Divulgación de las Ciencias Katia Soto Liebe
21	Quiénes Somos

INTRODUCCIÓN

La campaña **Más Ciencia Para Chile** nació el año 2010 con el objetivo de fomentar el debate respecto al rol que la Investigación Científica debe jugar en el desarrollo del país, y a las deficiencias que en esta materia Chile presenta. Como grupo de jóvenes preocupados no sólo del futuro laboral de nuestra generación, sino también con ansias de contribuir al desarrollo de Chile, hemos analizado y debatido diversos aspectos del panorama científico nacional, en conjunto con diversas autoridades y expertos del área. Nuestro análisis ha derivado en la propuesta de cuatro **Ejes para el Futuro Científico de Chile**:

- a) La necesidad de una nueva Institucionalidad Científica, acorde a los requerimientos de un Chile que busca activamente el desarrollo;
- b) La promoción de un mayor Capital Humano Avanzado, y el perfeccionamiento de las herramientas ya existentes para el fortalecimiento de éste (PFCHA);
- c) La necesidad de incrementar significativamente la inversión pública en Investigación y Desarrollo (I+D), así como la creación de herramientas para promover la inversión privada en I+D;
- d) Incrementar la divulgación científica, con énfasis en la investigación nacional, con una participación importante del Estado en la creación de herramientas y plataformas de divulgación entre la sociedad y la comunidad escolar en todos sus niveles.

Cada uno de estos ejes se ve refrendado por estadísticas comparativas entre Chile y países desarrollados y miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Además, comparte elementos y coincide con los diagnósticos realizados por la Academia de Ciencias (2005), el Consejo de Rectores (2008), y el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2009).

La iniciativa "Más Ciencia para Chile" fue impulsada por un grupo de estudiantes de Doctorado, y recibió el apoyo de la Asociación Nacional de Investigadores de Postgrado (ANIP), por lo que la campaña se promovió en sus inicios bajo el lema de "Una Iniciativa ANIP". Un año después, tras la renovación de la directiva de dicha asociación, tres de los salientes Directores de la ANIP, Carlos Blondel, Tomás Norambuena y Katia Soto, en conjunto con Pablo Astudillo, creador de la idea de la campaña, continuaron con esta iniciativa, reuniendo el apoyo de más de 1400 adherentes y de la **Red Universitaria Cruz del Sur**, la **Asociación Chilena de Periodistas Científicos** (ACHIPEC), el **Centro de Biotecnología de la Universidad de Concepción** (CB-UdeC) y de la **Asociación Nacional de Estudiantes de Bioquímica** (ANEB). Durante ese mismo tiempo, este movimiento ha madurado, y ha establecido contactos con diversas organizaciones y autoridades del mundo científico y político, para establecer un debate tendiente a mejorar las capacidades nacionales en materia de ciencia y tecnología. Fruto de estas actividades, se organizó, en conjunto con la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, la primera Jornada Temática para debatir y proponer acciones concretas para avanzar en tres de los cuatro ejes de la iniciativa "Más Ciencia para Chile".

En el presente documento, exponemos brevemente los ejes principales de nuestra campaña, incluyendo algunos indicadores y estadísticas que consideramos relevantes para enfatizar los desafíos que Chile enfrenta en materia de Institucionalidad, Inversión y Divulgación de las Ciencias.

POR UNA INSTITUCIONALIDAD ACORDE A NUESTROS TIEMPOS

Louis Pasteur, uno de los científicos más destacados de la historia, dijo una vez: “La ciencia es la más grande personificación de la nación porque la nación será la primera en llevar lejos el trabajo del pensamiento y la inteligencia”. Esta frase posee una validez sorprendente, a casi 120 años de su muerte. La ciencia, como actividad intelectual humana, se reconoce como fundamental para la prosperidad de las naciones, y así lo han demostrado científicos y Presidentes de Estado al unísono.

Desde mediados de siglo, varios países reconocieron, tal como lo hizo Louis Pasteur, la importancia que la investigación científica y tecnológica debe tener para un país. Una manera de reflejar este reconocimiento fue la creación de una institucionalidad científica sólida y autónoma. Es así como varios países se abocaron a la creación de Ministerios de Ciencia y Tecnología, lo que les permitía una mejor asignación de recursos, definir a la ciencia como un eje prioritario para el desarrollo del país y definir nuevos marcos regulatorios. Este fenómeno se aceleró en los años 60 luego de las recomendaciones de organismos internacionales, aumentando el número de países con Ministerios de Ciencia y Tecnología¹.

Hoy, la experiencia internacional demuestra que una institucionalidad científica autónoma, centralizada y potente se asocia a un mayor desarrollo. Por ejemplo, la mayoría de los países miembros de la OCDE poseen Ministerios o Ministros de Ciencia y Tecnología, encargados de definir las políticas de Estado en materia de investigación y desarrollo (I+D), en la gestión de los recursos fiscales asignados a I+D, a promover la difusión de la ciencia y a velar por una asociación entre la actividad científica y su enfoque en áreas de interés prioritario para la nación. Nuestro país, recientemente aceptado en esta organización, debe asumir los desafíos que dicha membresía le plantea, siendo la investigación científica y tecnológica uno de los aspectos donde presenta un retraso más significativo.

En claro contraste con gran parte de los miembros de la OCDE, sólo tres países poseen una institución comparable a una “Agencia”, por debajo del rango Ministerio y Subsecretaría: Chile, Turquía y México, países que, coincidentemente, poseen bajos desempeños en otros indicadores (por ejemplo, “Puntajes PISA”, “Gasto per cápita en Educación”, “Índice GINI”, “Gasto Social” y “Mortalidad Infantil”, entre otros)².

Durante nuestra campaña, hemos argumentado que la prevalencia de una institucionalidad de rango Ministerial entre los países OCDE establece un claro precedente, el cual es necesario

¹ Yong Suk Jang, 2000, *The Worldwide Founding of Ministries of Science and Technology, 1950-1990*.

² OCDE, 2011, *Society at a Glance*.

analizar en mayor detalle. Es por eso que hemos ampliado nuestro estudio inicial, revisando y catalogando más de 170 países del mundo, para observar el tipo de institucionalidad en materia científica más frecuente.

Los países desarrollados poseen Ministerios de Ciencia

Dentro de la OCDE, 23 países poseen Ministerios de Ciencia y Tecnología (en lo sucesivo, nos referiremos a este tipo de institucionalidad como "MCTs")³. De los 11 países restantes, dos (Canadá y Finlandia) poseen Ministros de Ciencia que operan en estrecha cercanía con el Jefe de Estado respectivo (Figura 1).

Si comparamos el tipo de institución entre los países del G-20, 15 de los 19 países miembros poseen MCTs, siendo las excepciones México, Turquía, Arabia Saudita y Canadá (Figura 1). Debemos recordar que México y Turquía son los únicos dos países OCDE que, al igual que Chile, poseen una "Agencia" como institución estatal a cargo de la gestión de I+D.

Finalmente, si analizamos lo que ocurre con los 39 países con mayor Índice de Desarrollo Humano, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 24 de ellos poseen MCTs (Figura 1).

En resumen, utilizando al menos tres tipos de criterios para clasificar a países como "desarrollados", la evidencia demuestra que un MCT es la institución estatal de preferencia en materia de I+D.

A nivel mundial, la comparación sigue siendo elocuente. De 177 países analizados, el 52% de los países del mundo poseen MCTs⁴. La gran mayoría de los países que no poseen MCTs se concentran en América Central, África y Sudamérica (Figura 2). Sin embargo, llama la atención que diversos países africanos han adoptado en los últimos años la creación de sus respectivos MCTs, en línea con la importancia que pretenden otorgar a la ciencia como eje para promover el desarrollo, especialmente en materia Alimentaria y de Salud. En nuestro continente, Argentina, Brasil y Venezuela son tres países que han dado este importante paso, registrándose activas discusiones en esta materia en Perú (donde el electo Presidente Ollanta Humala prometió la creación de un MCT en su campaña), Colombia, México y Uruguay.

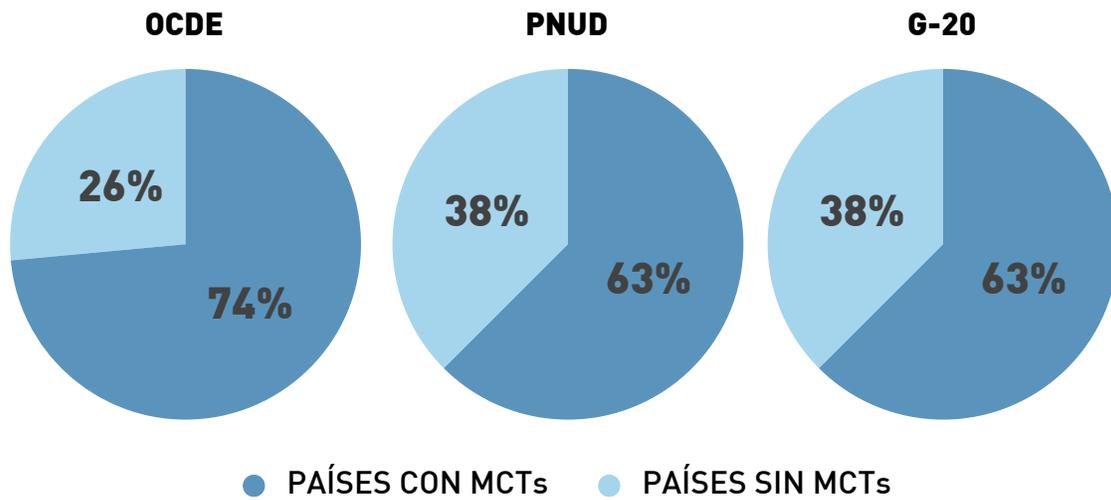
El Ministerio de Ciencia y Tecnología es la figura predominante

Al analizar el tipo específico de institucionalidad entre los MCTs a nivel mundial, se observa que el 39% de los países que poseen rango ministerial para la Ciencia, éste consiste en un **Ministerio de Ciencia y Tecnología** (MCT) (Figura 3). En un 27% de los países, existe un **Ministerio de Educación Superior y Ciencia** (en lo sucesivo, MESCS), y en un 20% restante, un **Ministerio de Educación y Ciencia** (MEC). Sólo en un 1% de los casos se observa un **Ministerio de Ciencia y Economía**, y en la fracción restante se observan ministerios mixtos, como "Ministerio de Educación, Ciencia, Juventud y Deportes" (Ucrania).

³ Para efectos de este reporte, hemos considerado la **Office of Science and Technology Policy (OSTP)** de USA como una agencia de rango ministerial, por ser una de las pocas oficinas incorporadas a la **Executive Office** de la Casa Blanca. Los restantes 22 países poseen "Ministerios" o "Departamentos" formales de Ciencia.

⁴ Investigación propia.

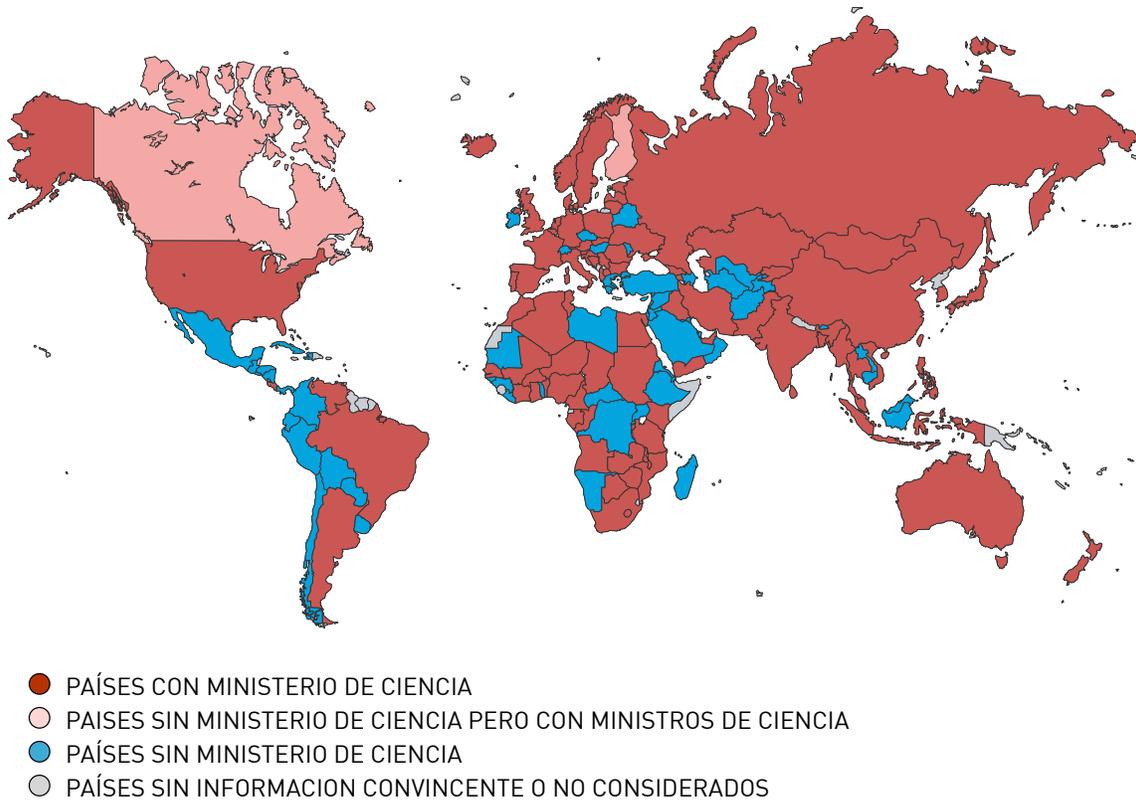
FIGURA 1. INSTITUCIONALIDAD CIENTÍFICA EN PAÍSES DESARROLLADOS



Fuente: Elaboración Propia.

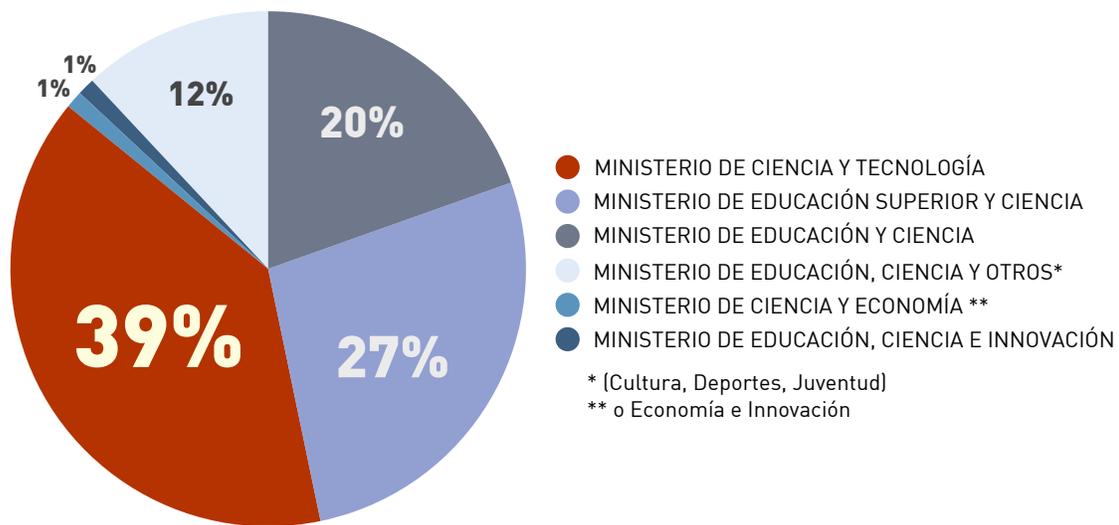
Países OCDE, según acceso a enlace web, Julio 2011; Países PNUD con Índice de Desarrollo Humano "Muy Alto", según Reporte Anual 2010-2011; Países G-20, según acceso a enlace web, Julio 2011.

FIGURA 2. INSTITUCIONALIDAD CIENTÍFICA EN EL MUNDO



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 3. TIPO DE INSTITUCIONALIDAD CIENTÍFICA EN PAÍSES CON MCTs



Fuente: Elaboración Propia.

Modelos y Misión de los MCTs en países desarrollados

Algunos de los MCTs en países desarrollados poseen una organización que abarcan la Ciencia básica y aplicada, la innovación, la formación de Capital Humano Avanzado y la divulgación científica (con énfasis en los sectores jóvenes e infantiles), centralizadas en una sola estructura. Además, dichos ministerios son los encargados de asesorar a la Presidencia, formulando documentos y estudios, y los responsables de administrar a las agencias ejecutoras, actuando como articuladora entre ellas.

En Alemania, el Ministerio Federal de Educación e Investigación se subdivide en siete agencias, bajo la administración de cuatro autoridades de rango de Subsecretaría. Dos "Subsecretarios" se encuentran encargados de agencias relacionadas directamente con la Política y Organización Científica, Tecnologías para la Investigación (donde sus dos focos prioritarios son la "Innovación para el Crecimiento" y la "Innovación para la Sociedad", ambas subunidades con una jerarquía comparable a la de Conicyt), Investigación para la Salud, y la Investigación Básica y para la Sustentabilidad.

Noruega y Suecia, que también poseen Ministerios de Educación y Ciencia, también poseen 7 "Subsecretarías", que incluyen la gestión científica, la educación pre-escolar y Secundaria. El modelo de Dinamarca, que posee un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se organiza en cuatro agencias, focalizadas especialmente en la Innovación y la Propiedad Intelectual. El modelo de China incluye, entre sus Departamentos, la "Ciencia Rural y Desarrollo", el Desarrollo social y la Cooperación Internacional.

Llama la atención que el Desarrollo Social y Rural, así como la Igualdad de Género, se encuentran dentro de la Misión de varios Ministerios, lo que sugiere que para muchos países, **la investigación científica y tecnológica es esencial para el desarrollo y progreso social**. De la misma manera, otra de las misiones de los MCTs comprende políticas para la población escolar y la juventud. Nuestro movimiento cree esencial que en Chile se instaure un cambio de paradigma, en la que **la formación científica comience a temprana edad**, pues resulta incomprensible el deseo de formar nuevos emprendedores a los 25 años y no desde la etapa escolar, enseñando competencias básicas en investigación y pensamiento innovador a los jóvenes. El Ministerio de Ciencia e Innovación de España posee, entre sus misiones, la divulgación y la promoción de la Cultura Científica. En nuestro país, la escasa valoración de la investigación y la profesión científica por la ciudadanía (ver Capítulo III), demanda reformas y políticas urgentes en materia de cultura y divulgación científica. Argentina y Estonia son otros dos países donde la Divulgación Científica es un objetivo fundamental del Ministerio.

Propuesta de “Más Ciencia para Chile”

“Más Ciencia para Chile” propone que las autoridades de Gobierno, en conjunto con un panel de expertos (que incluyan a la comunidad científica, a los estudiantes de Postgrado e investigadores jóvenes, al sector productivo y a las Universidades) del área científica y económica, estudien una **reforma para crear una nueva Institucionalidad para las Ciencias**. Nuestra visión es que dicha Institucionalidad debe ser de carácter **autónomo**, con **recursos específicos**, asignados de manera independiente en el Presupuesto Nacional, para la investigación básica y aplicada, la divulgación científica y la formación de Capital Humano Avanzado. La nueva Institucionalidad **debe ser capaz de resolver los problemas** que se presenten en la comunidad científica, y que tenga la **flexibilidad** para responder ante desafíos propios de un mundo que cambia día a día.

Creemos que la creación de un **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** sería positiva para el país. Consolidaría una posición de liderazgo regional, promovería la carrera profesional científica, y fortalecería el cross-talk entre Academia e Industria. Hoy, si un científico desea realizar investigación básica, debe concurrir a un ministerio (Mineduc) y familiarizarse con sus procedimientos burocráticos e instituciones, pero al momento de realizar investigación aplicada, el mismo investigador debe invertir tiempo y recursos en familiarizarse con un segundo ministerio (Minecon), nuevas agencias ejecutoras, nuevos procedimientos, autoridades, etc. Esta duplicidad supone una traba adicional, cuando Chile necesita flexibilidad para dar el salto a la Innovación productiva. Considerando que los países vecinos discuten activamente (Perú, Colombia, Uruguay, Ecuador) o ya han creado (Argentina, Brasil, Venezuela) este Ministerio, Chile no debe quedarse atrás en esta materia tan esencial para el desarrollo de nuestro país.

POR UNA MAYOR INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El Abate Molina, desde el exilio en Italia en 1795, escribió: "Los chilenos harían progresos notables en las ciencias útiles, como los han hecho en las metafísicas que se les enseñaba, si tuvieran los estímulos y los medios que se hallan en Europa. Pero los libros instructivos y los instrumentos científicos se encuentran allí rara vez o se venden a precios exorbitantes".

La experiencia internacional nos demuestra que **el desarrollo de la actividad científica es pilar indiscutido para lograr el desarrollo socioeconómico**. Desarrollo imposible de lograr sin una política de estado decidida y eficiente en materia de investigación científica. Nuestro país aspira llegar al desarrollo⁵ para el año 2018, asentándose en la sociedad del conocimiento. Sin embargo, Chile mantiene una gran deuda con el desarrollo de las ciencias en todas sus disciplinas. Numerosos han sido los análisis que han diagnosticado la principal falencia de nuestro sistema científico nacional: la carencia de una política de estado para el financiamiento de la investigación científica. Esto sumado a la carencia de una institucionalidad para la ciencia, ponen a nuestro país en una complicada situación.

Si bien el diagnóstico ha sido claro, no ha habido una respuesta clara y decisiva por parte de los gobiernos. Bastante se ha discutido sobre la necesidad de impulsar el desarrollo del país a través del emprendimiento y la innovación, generándose numerosas iniciativas de manera de aumentar el potencial innovador del país. Sin embargo, todas las iniciativas son insuficientes al no considerar un punto clave: es imposible innovar sin el desarrollo de las ciencias, en todas sus formas. El desarrollo e impulso de la investigación científica es el pilar de la innovación.

Es así como hoy las palabras de Abate Molina, uno de los precursores del conocimiento científico en Chile, cobran nueva fuerza. Sin una estrategia real, sin un plan integral a largo plazo en términos de inversión en investigación y desarrollo, las metas de "elevar a Chile a la calidad de país desarrollado" no serán más que una ilusión. Por años los analistas miraban con preocupación la inversión en Ciencia y Tecnología del 0,8% del Producto Interno Bruto (PIB), sugiriendo una inversión mínima del 1,2%. Un duro golpe fue darnos cuenta que dicha cifra estaba errada y que bajo los parámetros ocupados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la inversión correspondía sólo al 0,4% del PIB⁶.

⁵ Aunque, en este caso, se habla de desarrollo sólo en términos de "Ingreso Per Cápita", que sería cercano al de países como Portugal. Aunque no es el objetivo de este documento, creemos que el término de "desarrollo" implica mucho más que simplemente un ingreso per cápita de 23.000 dólares, y el desarrollo científico debe ser contemplado dentro de esta definición.

⁶ Resultados de la Encuesta de Innovación e I+D 2007-1008, Ministerio de Economía, Agosto 2010.

Más duro aún ha sido constatar que, dentro de los 34 países pertenecientes a la OCDE, Chile ocupa el **penúltimo lugar** (Figura 4), muy lejos del 1,91%⁷ del PIB que en promedio los países de esta organización invierten en Ciencia y Tecnología. Actualmente, el gobierno se ha planteado como meta llegar a una inversión del 0,8% hacia el año 2018, meta claramente insuficiente si el propósito es lograr el desarrollo mediante el fortalecimiento de la investigación científica, el emprendimiento y la innovación. Mientras en Europa se considera que una inversión del 3% del PIB es el mínimo necesario para **“potenciar el crecimiento económico, crear más y mejores trabajos y asegurar una larga prosperidad”**⁸, la meta del 0,8% que nuestro país considera como adecuada es absolutamente insuficiente.

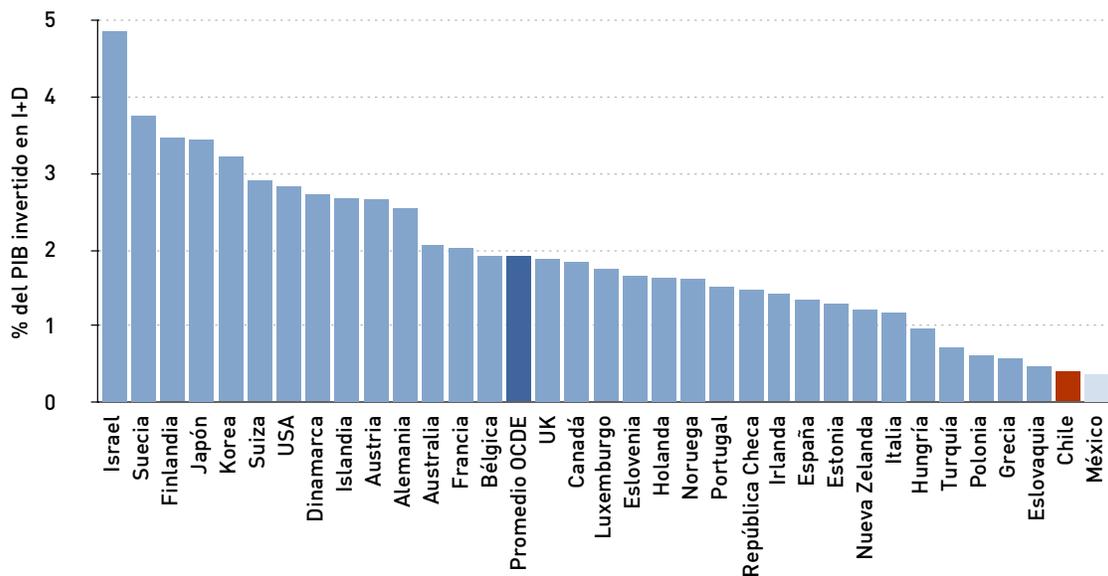
Dentro de una política de Estado para el desarrollo científico y tecnológico de Chile, nuestro país debe plantearse un incremento progresivo hasta una meta de inversión aproximada al 2% del PIB. Cabe señalar, además, que Chile invierte en promedio sólo US\$ 60 per cápita en investigación y desarrollo, por debajo de países como Brasil y Venezuela, que invierten US\$ 102 y US\$274, respectivamente, y muy lejos de Portugal (US\$ 364) y los países Nórdicos, Alemania, Japón y USA, que invierten sobre los US\$1000 per cápita⁹.

⁷ Considerando a Estonia, el último país aceptado en la OCDE, y según los datos del **UNESCO Science Report 2010**, el promedio OCDE es de 1,91% del PIB.

⁸ European Union Commission Brussels, 2010, **Europe 2020: a new economic strategy. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth.**

⁹ Greater Zurich Area AG, 2009, **Total Expenditure on R&D per capita.**

FIGURA 4. INVERSIÓN EN I+D (% DEL PIB)



Fuente: UNESCO Science Report 2010, excepto para Chile.

Países OCDE, incluyendo a Estonia, último país aceptado en la OCDE. Datos nacionales, Ministerio de Economía⁶.

Impulso a la creación y aplicación de conocimiento

Una política de Estado no sólo debe considerar las medidas necesarias para incrementar de forma urgente la inversión en Ciencia y Tecnología, sino también generar un sano equilibrio entre el financiamiento de iniciativas enfocadas tanto a la creación de conocimiento como a la aplicación de éste. Este equilibrio, en la experiencia internacional, se cifra en una razón de 30%/70% (generación/aplicación) de la inversión total. Un análisis realizado el año 2005¹⁰, reveló que en Chile los porcentajes de la inversión total dedicado a la ciencia de base y aplicada ascendían a un 21% y 79% respectivamente, haciendo patente la necesidad de impulsar los programas dedicados a la generación de conocimiento, que en nuestro país están dados principalmente por los proyectos administrados por las iniciativas de FONDECYT y Milenio.

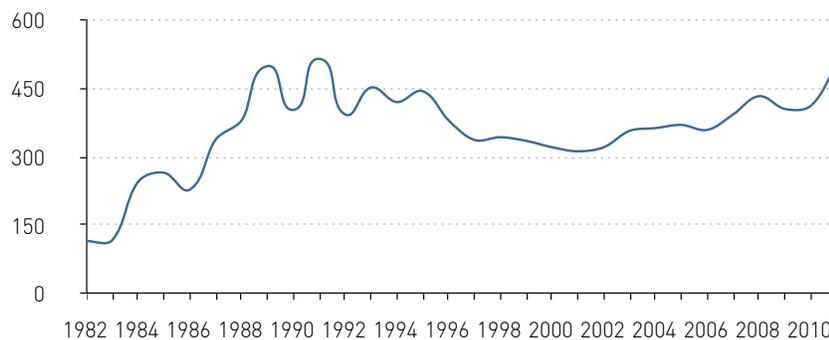
El bajo porcentaje de la inversión en la generación de conocimiento se ve reflejado en el **congelamiento histórico** que ha sufrido el programa de proyectos regulares de FONDECYT. Este programa, conocido como “la columna vertebral de la ciencia chilena”, financia propuestas basándose principalmente en la excelencia, calidad y originalidad de las investigaciones propuestas, siendo éste el pilar clave que ha permitido a Chile tener los índices de calidad y producción científica reconocidos mundialmente. Si bien durante los últimos años el presupuesto global asignado a este programa ha ido en aumento (más que nada para lograr mantener vigentes los proyectos adjudicados en años anteriores), esto no se ha traducido en un incremento en los proyectos que año a año son adjudicados. Como se puede ver en la Figura 5, recién en el año 2011 volvimos a alcanzar los niveles de incentivos generados durante principios de los años 90¹¹.

Es importante destacar que “la columna vertebral de la ciencia chilena” opera en forma casi en su totalidad dentro de las grandes universidades que realizan investigación, abarcando cerca del 97% del total de proyectos adjudicados durante las últimas convocatorias¹¹ (Figura 6).

¹⁰ Academia Chilena de Ciencias, 2005, *Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena*.

¹¹ Base de datos FONDECYT, 1980-2011

FIGURA 5. NÚMERO DE PROYECTOS FONDECYT APROBADOS, PERÍODO 1982-2011



Fuente: Base de Datos de FONDECYT.

FIGURA 6. NÚMERO DE PROYECTOS FONDECYT APROBADOS POR TIPO DE INSTITUCIÓN



Fuente: Bases de datos FONDECYT. Concurso Regular año 2011

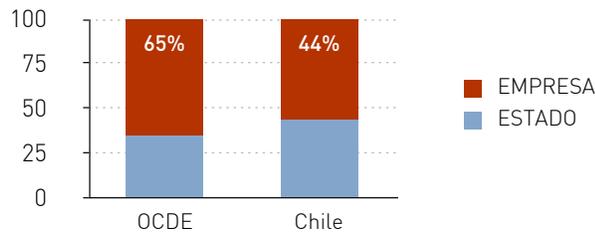
Es así como el impulso de la investigación científica en nuestro país está estrechamente relacionado con el financiamiento de estos planteles, los mecanismos de inserción/renovación de plazas académicas y el compromiso ineludible por parte del Estado de impulsar el desarrollo de estos centros de estudio.

Inversión en I+D en el Mundo Privado

El sector productivo es sin duda un actor clave al momento de traducir los conocimientos generados en iniciativas innovadoras. Estas iniciativas necesitan de un fuerte compromiso tanto por parte del Estado como del mundo privado. Del porcentaje de la inversión total en Ciencia y Tecnología, hicimos mención a que cerca del 70% debería estar enfocado al impulso de la ciencia aplicada, buscando el financiamiento de iniciativas de excelencia y de relevancia para el desarrollo socioeconómico del país. La experiencia también dicta que dicho porcentaje también necesita de un balance adecuado entre la inversión que realiza el Estado y el sector productivo para impulsar estas iniciativas. Lamentablemente, si bien en los países miembros de la OCDE el porcentaje de inversión en promedio es de 65% de aporte del mundo privado y 35% de aporte del Estado, en nuestro país las empresas aportan con un 44% de la inversión total¹⁰ (Figura 7).

En este contexto, cabe mencionar que Chile cuenta con una ley que establece incentivos tributarios para que las empresas realicen investigación y desarrollo en conjunto con centros de investigación y universidades. Sin embargo, no ha producido los cambios esperados en cuanto a su masificación en el sector privado y en el número de proyectos presentados, por lo que debe ser mejorada o reformulada. En este sentido, creemos que el Proyecto de Ley enviado al Parlamento por el Gobierno recientemente para tal efecto va en la dirección correcta, pues busca incrementar sostenidamente el aporte privado a la investigación. No obstante, dado que se trata de recursos que el Estado dejará de recibir en función de que el sector privado invierta en I+D al interior de las empresas, creemos indispensable, al igual que los proyectos FONDECYT, **condicionar la entrega de estos recursos a los resultados y a la calidad de cada investigación.**

FIGURA 7. COMPOSICIÓN DE LA INVERSIÓN EN I+D APLICADA SEGÚN FUENTE DE FINANCIAMIENTO



Fuente: Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena. Academia Chilena de Ciencias (2005).

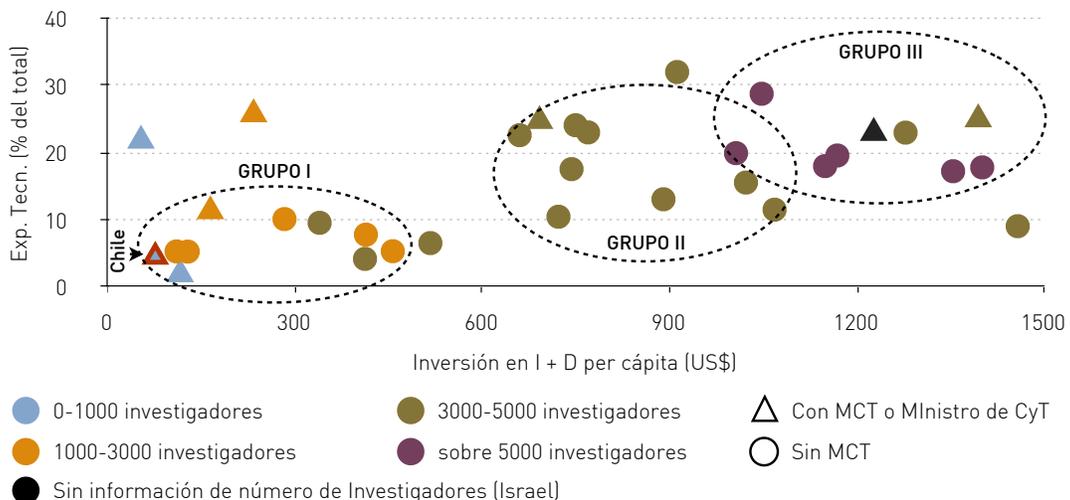
Finalmente, el Gobierno debe promover iniciativas para divulgar los beneficios y virtudes de realizar I+D e Innovación al interior de las empresas. Un reciente estudio en UK¹² demostró que aquellas empresas que realizaron innovación (definida como la introducción de un proceso o producto nuevo) en un período de cuatro años, al período siguiente **duplicó la generación de empleo y obtuvo el doble de ganancias en ventas**, en comparación con aquellas empresas que no realizaron innovación.

¹² Nesta, 2009. [Business Growth and Innovation](#).

Una mayor inversión en I+D se correlaciona con una mayor exportación de productos tecnológicos

Existe relativo consenso respecto a la necesidad del país de diversificar su industria de productos manufacturados. En los países desarrollados, por ejemplo, cerca del 20% de sus exportaciones manufacturadas corresponden a productos tecnológicos, mientras que en Chile esa cifra no supera el 5%. Al analizar lo que ocurre en los países OCDE, a excepción de unos pocos países, se observa una marcada tendencia entre la inversión en I+D per cápita y las exportaciones tecnológicas (Figura 8).

FIGURA 8. EXPORTACIONES TECNOLÓGICAS, INVERSIÓN EN I+D PER CÁPITA E INVESTIGADORES POR MILLÓN DE HABITANTES (Según datos del Banco Mundial y Unesco)



También se observa una tendencia entre el número de investigadores por cada millón de habitantes y exportaciones tecnológicas. Además, se observa que aquellos países que no poseen Ministerios de Ciencia y Tecnología (MCT) compensan con una alta inversión en I+D per cápita (Suiza) y un elevado número de investigadores (Irlanda). En general, se observan tres grupos marcados, donde Chile se encuentra en el Grupo I, junto a países con menos de 3000 investigadores por cada millón de habitantes (Chile posee menos de 800 investigadores) y menos de 600 dólares anuales de inversión en I+D per cápita. México posee un alto nivel de exportaciones tecnológicas, aunque puede explicarse por otras razones (por ejemplo, su elevado número de habitantes ofrece ventajas en términos de costo de mano de obra, junto a su cercanía con USA) distintas a las científicas, y algo similar ocurre con Luxemburgo, con una alta inversión en I+D y un bajo porcentaje de exportaciones tecnológicas.

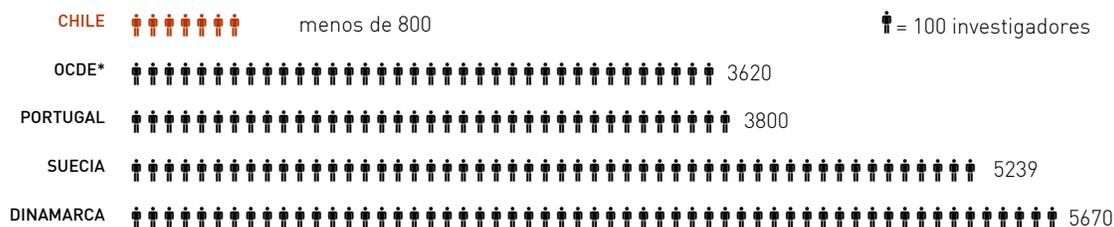
Finalmente, aunque el eje de la Formación de Capital Humano avanzado no es objeto de este estudio¹³, es alarmante el bajo número de investigadores en nuestro país, más de cinco veces inferior al promedio OCDE (Figura 9). Las políticas que Chile adopte en materia de inversión en I+D deben contemplar el incremento acelerado de la formación de Capital Humano Avanzado, así como una nueva revalorización de la profesión científica, tema que esperamos tratar en un futuro documento.

¹³ Hemos decidido no tratar este tópico en este documento, al no ser parte formal de las mesas de trabajo de la Jornada Temática a realizarse el 29 de Agosto.

Propuesta y Visión de “Más Ciencia para Chile”

Nuestro país necesita urgentemente de una Política de Estado real que considere el financiamiento de la ciencia chilena como parte de un todo. De un escenario que involucre no sólo el **aumento sostenido de la inversión en Ciencia y Tecnología** (como porcentaje del PIB), sino que defina de forma estratégica el balance entre las iniciativas que buscan la generación y aplicación de conocimiento mientras **se generan los espacios y estímulos necesarios para la inversión del sector productivo**, a través de propuestas donde primen la excelencia y los **mecanismos de formación e inserción de los profesionales necesarios para cumplir dichas tareas**. Todo bajo una institucionalidad científica adecuada.

FIGURA 9. INVESTIGADORES POR CADA MILLÓN DE HABITANTES EN ALGUNOS PAÍSES OCDE



Fuente: Base de datos del Banco Mundial, excepto para Chile [Resultados de “Encuesta de Innovación en I+D 2007-2008, Agosto 2010]. *, promedio OCDE, considerando 33 de los 34 países (no hay datos confiables para Israel)

Para ello también es necesario que el Estado establezca fuentes **estables** de financiamiento para la Ciencia y Tecnología. Actualmente, la fuente de financiamiento es la asignación directa a través del Presupuesto de la Nación, el cual es discutido y aprobado por el Parlamento cada año. Estos fondos son dirigidos a CONICYT, la Iniciativa Milenio y a las distintas reparticiones que realizan investigación científica, en diversos Ministerios. La creación de un **Ministerio de Ciencia y Tecnología** puede contribuir a la asignación y administración más eficiente de los recursos, así como para evitar posibles duplicidades de gastos al tener que destinarse recursos, material y personal que realiza funciones similares, en distintos ministerios, como ocurre actualmente.

En países como Brasil (que posee un Ministerio de Ciencia, y que se ha convertido en referente latinoamericano en producción científica y tecnológica¹⁴), existe un Fondo Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología, que proviene de la asignación presupuestaria nacional, de los distintos royalties aplicados a todos los recursos naturales no renovables que se extraen en el país, impuestos a las generadoras de energía, derechos de uso de infraestructura pública (vías ferroviarias y telecomunicaciones), derechos de uso de recursos hídricos, entre otros. Este fondo es administrado por un consejo presidido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el que incluye representantes de los ministerios de Educación, Economía, Hacienda y Defensa, y además representantes del sector privado y de la comunidad científica.

En Chile se propuso la creación de un fondo llamado Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), que provendría de los recursos recaudados por la Ley del royalty minero (Royalty I). La creación de este fondo ingresó al Parlamento para su trámite en Julio de 2004 y hoy aún se encuentra en trámite en el Senado. Pese a ello, el FIC funciona actualmente bajo una glosa de la Subsecretaría de Economía y hoy equivale sólo al 18% de los recursos recaudados por el royalty¹⁵. Cabe señalar además que estos recursos, asignados vía Presupuesto de la Nación, no sólo son dirigidos a Ciencia y Tecnología, a través de intermediarios como Conicyt, sino que a emprendimiento y a innovación, destinos que no necesariamente se relacionan con generación de conocimiento o investigación y desarrollo.

En consecuencia se hace necesario revisar este fondo y sus destinos, para que tenga un impacto real en el desarrollo del país. Como "Más Ciencia para Chile" creemos que éste debiera enmarcarse dentro de una política de Estado para el desarrollo científico del país. Lamentablemente nuestro país carece tanto de dicha política en esta materia como de la institucionalidad que los tiempos ameritan. Esperamos que en el corto y mediano plazo se logren los acuerdos y decisiones necesarias para una verdadera política pública para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología, que logre sustentarse en el tiempo, y que opere bajo el alero de una institucionalidad científica adecuada.

¹⁴ Regalado, A. [2010] **Brazilian Science: Riding a Gusher**. *Science* 330:1306-12.

¹⁵ El Mercurio 23 Junio 2010 "Fondo de Innovación equivale a sólo un 18% de los recursos que recibe el fisco por royalty"

POR UNA MAYOR DIVULGACIÓN DE LAS CIENCIAS

“La imagen del científico es la de una persona excepcionalmente dotada, rodeada de aparatos desconocidos y caros y que vive y trabaja en algún país extranjero. La idea de un chileno, en algún lugar de Santiago o provincias, luchando con el conocimiento en la frontera misma del saber humano es extraña para nuestros compatriotas... El público, los estudiantes y los profesionales que tienen esas impresiones no las sostienen simplemente porque sí, sino por una notable falta de difusión de las actividades científicas que se desarrollan en Chile”. Si un ciudadano lee este texto hoy en Chile, probablemente coincidiría con estas afirmaciones. Lo más sorprendente, es que corresponde al extracto de un documento publicado por el periodista J. P. Illanes el año 1985¹⁶.

Hoy día dicho diagnóstico cobra nueva fuerza. ¿Por qué no hemos avanzado en más de 25 años? La respuesta radica en la **carencia de una política de divulgación de las ciencias en nuestro país**. Necesitamos avanzar hacia una estrategia que abarque todos los niveles de la sociedad chilena, no solo enfocándose en divulgar la ciencia en programas formales y no formales de educación sino que **dirigiendo la divulgación y la comunicación de la ciencia chilena al complejo espectro de la sociedad**, incluyendo el mundo público, privado, político y a la ciudadanía. La divulgación de la ciencia no puede estar relegada a la formación preescolar, escolar y secundaria: es esencial también informar a la ciudadanía en general, así como a quienes toman las grandes decisiones que guían el futuro de nuestro país.

Ante la carencia de una política pública que coordine la divulgación en todos estos niveles, las valiosas iniciativas que distintos grupos realizan actualmente en pos de la divulgación científica en Chile se hacen insuficientes al momento de revertir el crudo diagnóstico elaborado hace 26 años atrás.

En este contexto, es necesario evaluar cómo se está desarrollando la divulgación de las ciencias en los **medios de comunicación masiva** y cuáles son los espacios disponibles para que los científicos dialoguen con el público en general y especialmente con **autoridades y empresarios**.

¹⁶ Cuadernos de Comunicaciones de la P. Universidad Católica de Chile, 1985 .

La Ciencia en los Medios de Comunicación Masiva

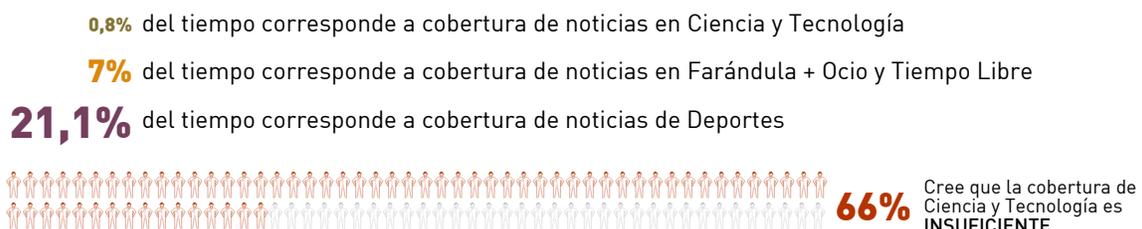
Respecto de los medios de difusión masiva y su participación en la divulgación de las ciencias en Chile, podemos destacar el énfasis que se da a la Ciencia y Tecnología en el medio más masivo de todos: la televisión. Recientemente, el Consejo Nacional de Televisión (CNTV) realizó un estudio, incluyendo una encuesta telefónica con una muestra de 400 personas, para analizar los noticiarios de la televisión abierta. El resultado señala que sólo un **0,8% del tiempo de los noticiarios cubren contenidos relacionados con Ciencia y Tecnología**, ubicándose en el penúltimo lugar de cobertura entre 19 categorías (Figura 10). Al respecto, el juicio de los televidentes es categórico: un **66% de los televidentes considera que la cobertura en Ciencia y Tecnología es insuficiente**¹⁷. Cabe recalcar que en la versión anterior de este estudio, la cobertura de noticias relacionadas con Ciencia y Tecnología era de 1,6% en los noticiarios¹⁸. Podemos destacar que un 80% de los entrevistados considera además, que los temas relacionados con "Cultura" son deficientes. Estos resultados son preocupantes, puesto que el 75% de los encuestados indicó que la televisión es el principal medio que utiliza para informarse.

Debemos señalar que el CNTV fijó en su Normativa sobre programación cultural (el 1 de Octubre del año 2009), en la que se establece que los canales de radiodifusión televisiva de libre recepción deben transmitir al menos una hora de programación cultural a la semana, en horario de alta audiencia. Como contenido cultural se consideran las Artes y Ciencias (así como la difusión del patrimonio). Si se considera que el tiempo destinado a la programación cultural ya es escaso, y que la Ciencia y la Tecnología está comprendida dentro de dicha programación, podemos concluir que el **marco legal actual no asegura una apropiada divulgación de las ciencias en la televisión**, el medio de comunicación que más impacto tiene sobre nuestra población. Si se estima que el tiempo que impone la norma es insuficiente, basta revisar las evaluaciones mensuales que realiza el CNTV sobre el tema para identificar que algunos canales transmiten sólo programas extranjeros (con la consecuencia de que no se divulga el trabajo de investigadores nacionales) y que en diversos casos ni siquiera se cumple con el mínimo exigido.

¹⁷ Departamento de Estudios del Consejo Nacional de Televisión, 2011: "Análisis Noticiarios 2011". Disponible en <http://x.co/ZBC9>

¹⁸ Fuente: CNTV.

FIGURA 10. COBERTURA DE NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN NOTICIEROS DE TELEVISIÓN



Fuente: CNTV, 2011.

Sin embargo, es necesario contar con una ciudadanía que tenga algún conocimiento sobre los hechos, conceptos y vocabularios básicos científicos. Aquellos que poseen tal conocimiento están en mejores condiciones de seguir los reportes de noticias de ciencia y participar en el desarrollo político de los temas relacionados con la ciencia¹⁰. La educación no formal puede jugar un papel significativo en la alfabetización científica. Ésta debe promover, utilizando diversas vías y mecanismos, el acceso a las fuentes de generación del desarrollo científico y tecnológico, posibilitar la comunicación, el entendimiento y aplicación de la ciencia y la tecnología y entregar herramientas para participar en el debate democrático en la ciencia y problemas sociales¹⁰.

Es alarmante revisar el texto escrito por Illanes, ya referido anteriormente, donde señala: “Los principales diarios del mundo tienen suplementos especiales dedicados a la ciencia o incluyen sus principales novedades en cuerpos culturales. Son comunes también los reportajes en televisión sobre diversos avances y la divulgación de controversias sobre temas aún en progreso, lo que le da un carácter vivo y animado a los asuntos del intelecto. El ciudadano común de esos países, quiéralo o no, se ve expuesto a una gran variedad de temas científicos y más de alguno puede resultarle de interés”¹⁶. ¿Qué hemos hecho en 26 años para acercarnos a la realidad de esos países? Los resultados de los estudios realizados por el CNTV y el documento sobre “Cultura Científica en Iberoamérica”¹⁹ señalan que no hemos avanzado en este tema.

Para contextualizar lo anterior, podemos señalar el ejemplo de lo ocurrido luego del terremoto que afectó la zona centro-sur de nuestro país, el 27 de febrero del año 2010. Una vez más los expertos alzaron la voz para señalar que advirtieron a las autoridades sobre los peligros de edificar en zonas costeras. Para fortalecer la cultura sísmica de nuestro país, se pueden utilizar medios de comunicación masiva que den cuenta a la población del trabajo que realizan los científicos, señalando los largos años y montos que invierte el país en el desarrollo de estas investigaciones. En un escenario en el cual la población ha realizado una apropiación de los resultados de las investigaciones, cuando las autoridades les comunican las medidas enfocadas a prevenir catástrofes y le señalen que han sido realizadas tomando como base las investigaciones nacionales, la reacción de la ciudadanía podría ser de aceptación. De esta forma evitamos que la ciudadanía piense que las medidas son un mero capricho de las autoridades.

Valoración de la Ciencia y la Profesión Científica

Una consecuencia directa de la divulgación de las Ciencias es la importancia que la ciudadanía otorga a la investigación científica, de la relevancia para el país que el Estado invierta en I+D, y de la valoración de la profesión científica.

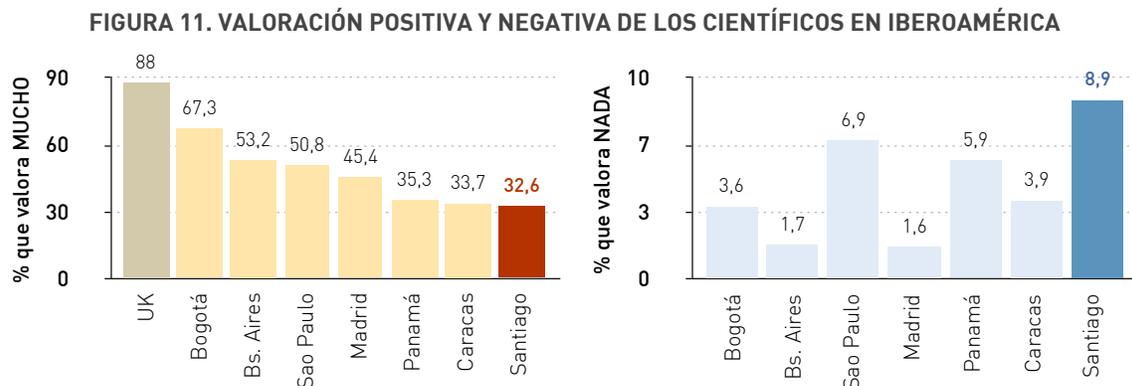
¹⁹ Reporte **Cultura Científica en Iberoamérica**, Varios Autores, editado por FECYT (ESP), Organización de Estados Iberoamericanos y la Red Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología. 2007.

Además, la opinión pública hacia las Ciencias influye finalmente en aspectos fundamentales del desarrollo profesional del investigador científico, como la realización profesional, una adecuada valoración de su aporte a la sociedad y el desarrollo económico, con una consiguiente y adecuada valoración en las remuneraciones profesionales, y en el establecimiento de un vínculo de retroalimentación entre el científico y los medios y la ciudadanía en general.

En este aspecto, los resultados publicados en el estudio “Cultura Científica en Iberoamérica”, realizado en 7 países el año 2007, son alarmantes. Santiago es la ciudad del estudio donde se observa la menor valoración de los científicos (Figura 11): no sólo es la ciudad donde se observa **el menor porcentaje de valoración alta de la profesión científica** (“Mucho”), sino que además es donde se observa **el mayor porcentaje de valoración negativa** (“Nada”). La valoración positiva en ciudades como Bogotá y Buenos Aires casi duplica a la de Santiago. En un estudio similar en el Reino Unido²⁰, la valoración de los científicos alcanza niveles muy altos: **88%** de las personas cree que los científicos hacen **una contribución valiosa a la sociedad**. Aunque no son estadísticas comparables, estos datos nos alertan de la enorme brecha que posee Chile, en términos de valoración de la ciencia, respecto a países desarrollados e incluso vecinos.

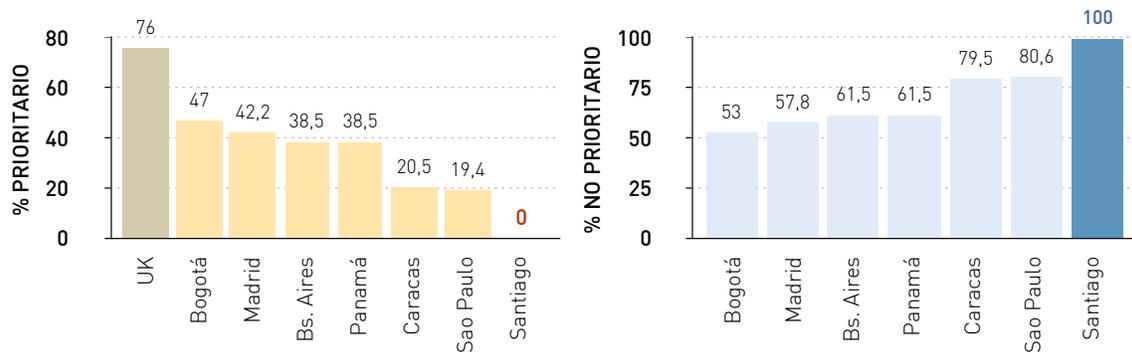
Respecto a la pregunta de si es prioritario invertir en I+D, los resultados son preocupantes. Mientras en Madrid (42,2%), Bogotá (47%), Buenos Aires (38,5%) y Panamá (38,5%), sobre un tercio de los entrevistados consideró prioritario invertir en Ciencia y Tecnología, en Chile nadie contestó afirmativamente a la pregunta, un resultado que sorprende incluso a los autores del estudio (Figura 12). En el Reino Unido, ante una pregunta similar, un 76% de los encuestados responde que es importante invertir fondos públicos en investigación científica, declarando que “incluso si no traer beneficios inmediatos, la investigación que permite avanzar en el conocimiento debe ser financiada por el Gobierno”²¹.

²⁰ Department of Business, Innovation and Skills, UK, *Public Attitudes to Science 2011*.



Fuente: Estudio “Cultura Científica en Iberoamérica”, 2007. UK, dato referencial de estudio “Public Attitudes to Science, 2011”.

FIGURA 12. PRIORIDAD PARA FINANCIAR INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Fuente: Estudio "Cultura Científica en Iberoamérica", 2007. UK, dato referencial de estudio "Public Attitudes to Science, 2011".

Estos resultados muestran con claridad que en nuestro país nos queda mucho por avanzar en divulgación científica, para mejorar los índices de percepción y valoración ciudadana de la actividad científica y su relevancia para el progreso del país.

El Triángulo de la Divulgación Científica

Para crear un escenario que facilite la relación entre la ciudadanía, el Gobierno y las fuentes de generación del conocimiento científico y tecnológico, es imprescindible fortalecer el Triángulo de la Divulgación Científica (Figura 13). En ese modelo, existe una asesoría directa de los científicos a las autoridades, así como una comunicación eficaz con la ciudadanía. El modelo se basa en una confianza de las propuestas de los científicos, tanto por parte de la ciudadanía como del Estado, porque ambos conocen los montos invertidos, el tiempo y la cantidad de científicos involucrados en las investigaciones. Finalmente, son capaces de comunicarse en un lenguaje comprendido por todos los participantes.

En el contexto de lograr impactar en los diversos sectores de nuestra población, se valoran esfuerzos como la realización de la "Cátedra Magistral En Ciencias Ecológicas, Conservación Y Desarrollo", actividad organizada por la Red de Alta Dirección de la Universidad del Desarrollo y que cuenta con la participación de la Sociedad de Ecología y el Ministerio de Medio Ambiente. Esta cátedra se encuentra dirigida a personas que poseen cargos de alta dirección, tanto pública como privada y es un gran esfuerzo por fomentar la interacción entre científicos, empresarios y autoridades.

El periodista Miguel Ángel Negrón Oyarzo, compartió recientemente²¹ las palabras del profesor de Biología y Química, y también periodista chileno especializado en comunicación de la ciencia, Sergio Prenafeta Jenkin: "A través del ejercicio del periodismo científico nos proponemos sacar ese conocimiento acumulado desde las fuentes del saber (los propios investigadores, bibliotecas, gabinetes, observatorios, clínicas, herbarios, archivos,

²¹ M.A. Negrón Oyarzo: ¿Puede el periodismo jugar un rol importante en la comunicación de las ciencias?, Octubre 2010.

Artículo publicado en la página web de la Asociación Nacional de Investigadores en Postgrado (ANIP). Disponible en <http://x.co/ZBN7>

FIGURA 13. EL TRIÁNGULO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Fuente: Elaboración Propia.

internet, etc.) para el conocimiento y dominio público. Nos agrada señalar que nuestra tarea consiste en sacar la ciencia a la calle y democratizar el conocimiento”²².

Es parte importante del diagnóstico que periodistas y científicos realizan sobre el ejercicio de informar sobre ciencia en Chile: los científicos no cuentan con las herramientas necesarias para comunicar en forma eficaz y los periodistas carecen de una formación básica en ciencia. La solución se basa en que las autoridades universitarias tengan la voluntad de incorporar cursos de comunicación en las carreras del área científica y generar cursos sobre las diversas áreas de las ciencias para ser impartidos en las carreras de comunicación. El mismo Sr. Negrón nos da cuenta en la columna referida anteriormente, de la existencia de este tipo de cursos en la carrera de comunicación en la Universidad Austral.

Propuesta y Visión de “Más Ciencia para Chile”

La comunicación eficaz de la Ciencia en general, y específicamente de la investigación científica nacional, es eje central del desarrollo socioeconómico de los países. En este contexto, consideramos que es necesario generar un compromiso mutuo entre el Estado, los investigadores y el mundo público-privado. Las iniciativas que nuestro movimiento considera como claves para que Chile tenga “Más Ciencia” a través de la comunicación científica son las siguientes:

a) Desarrollo de una política pública para la divulgación científica nacional que abarque todos los niveles de la sociedad. Política de Estado que permita una educación científica de la población chilena como un todo, no solo enfocándose en la educación preescolar y secundaria, sino trabajando para acercar la ciencia chilena al mundo privado, el sector productivo y la ciudadanía en general.

b) Avanzar hacia la profesionalización de la carrera periodística científica mediante el impulso de postítulos y postgrados orientados a la comunicación de la ciencia. Dichos cursos y postítulos debe ser disponibles del mismo modo para investigadores nacionales, de manera de mejorar la vinculación de los científicos nacionales con la sociedad.

²² Prenafeta Jenkin, Sergio. (2002). “Teoría y práctica del periodismo científico. Para desacralizar y democratizar el conocimiento acumulado”. Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile.

c) Debe existir una normativa sobre programación cultural de carácter científico, en especial para el caso de la televisión. Recomendamos que el CNTV incorpore regulaciones que permitan certificar que los contenidos difundidos a través de los medios de comunicación sean efectivamente de carácter científico. Proponemos que los contenidos sean avalados por instituciones científicas nacionales, como la Academia Chilena de Ciencias o por Sociedades Científicas nacionales.

QUIÉNES SOMOS



Dr. Carlos Blondel Buijuy

Bioquímico
Universidad de Chile
Doctor en Bioquímica,
Universidad de Chile
Presidente ANIP, Período 2008-2010
Coordinador General de
"Más Ciencia para Chile"



Dr. Tomás Norambuena Arenas

Bioquímico
Pontificia Universidad Católica de Chile
Minor Computación e Informática
Pontificia Universidad Católica de Chile
Magíster en Ciencias Biológicas y
Doctor en Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile
Director ANIP, Período 2008-2010



Katia Soto Liebe

Bióloga Marina, Universidad de Valparaíso
Magíster en Ciencias Biológicas
Candidata a Doctora
Doctorado en Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile
Vicepresidenta ANIP, Período 2008-2010



Pablo Astudillo Besnier

Ingeniero en Biotecnología Molecular y
Magíster en Ciencias Biológicas
Universidad de Chile
Magíster en Ciencias Biológicas y
Candidato a Doctor
Doctorado en Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile



www.mascienciaparahile.cl



twitter.com/MasCienciaChile



Más Ciencia para Chile