

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



Los diversos avances tecnológicos están cambiando la forma de entender la realidad y, con ello, la economía. Estamos en presencia de una “Cuarta Revolución Industrial” que trae y traerá consigo cambios radicales en nuestra forma de comprender el mercado laboral y la pregunta es si nuestro país estará a la altura de estos cambios o volverá a perder una oportunidad para ser un país desarrollado. Buena parte de la respuesta a este desafío pasa por un mayor desarrollo en ciencia, tecnología e innovación. En esta *Minuta Republicana* explicaremos cuáles son los elementos esenciales de esta revolución; qué desafíos plantea; por qué la solución pasa por el desarrollo en ciencia, tecnología e innovación y, por último, qué cosas podríamos hacer como país para aprovechar esta oportunidad.

I. ¿ESTÁ CHILE PREPARADO PARA LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?

La Cuarta Revolución Industrial es el producto del cambio que las actuales tecnologías están provocando en la economía. A través de la Inteligencia Artificial, los robots son capaces de llevar a cabo tareas complejas reservadas hasta ahora para el criterio de un ser humano. Gracias al paradigma científico del Big Data, podemos llegar a conclusiones hace poco impensadas debido al volumen de información procesado. La Internet de las Cosas ha permitido una nueva forma de interactuar entre los objetos y las personas. Estas y otras tecnologías más (nanotecnología, biotecnología, bots, criptomonedas)¹ tienen como elemento común la preponderancia de la información por sobre la materia: nunca el hombre había tenido tanta información a su alcance y herramientas tan complejas y esto hace que lo fundamental —lo que hace la diferencia— es la forma en cómo procesamos la información y utilizamos dichas herramientas. Por esto, el profesor chileno del MIT, César Hidalgo, señala que «La prosperidad depende al final de nuestra capacidad de acumular información en objetos cada vez más sofisticados, que nos hacen la vida más cómoda y segura. Para ello necesitamos conocimiento: saber cómo crear, mejorar y manipular estos objetos».²

Como dijo el presidente Sebastián Piñera: «la revolución de la sociedad del conocimiento y la información que vivimos hoy es aún más profunda, pues está cambiando sustancial-

¹ Véase la explicación de estas tecnologías realizado por Sergio Melnik. Melnik, Sergio (2017): "Siete versus siete", en La Tercera, 4 de noviembre de 2017. Disponible en: <https://www.latercera.com/voces/siete-versus-siete/>. Conviene destacar, en esta materia, el trabajo del economista en instalar este tema, del cual ha sido pionero.

² Entrevista disponible en: <https://es.weforum.org/agenda/2017/09/cesar-hidalgo-la-prosperidad-depende-de-nuestra-capacidad-de-generar-informacion/>

mente nuestra forma de trabajar, estudiar, comunicarnos e informarnos, es decir, nuestra forma de vivir».³ Este cambio en nuestra forma de vida supone el desafío de saber adaptarnos a estas nuevas circunstancias que en lo referente al **mercado laboral** tiene una doble exigencia: una relacionada con «la destrucción de puestos de trabajo amarrados a formas de producción que serán rápidamente reemplazadas por las nuevas tecnologías», y la otra basada en los nuevos puestos de trabajo que crearán dichas tecnologías «para los cuales no hay mano de obra cualificada en ese momento»⁴



Sin embargo, este fenómeno no es necesario verlo con pesimismo y excesiva preocupación. Como bien escribe Daniel Lacalle: «La mayoría de los puestos de trabajo que conocemos hoy no existían hace diez años **porque la tecnología no destruye empleo, lo que hace es liberar capitales de sectores obsoletos a nuevos sectores y, con ello, se mejora la calidad de vida de todos y, además, se crea mucho más empleo directo e indirecto**».⁵

Esta Revolución Industrial es una oportunidad, pero que no se nos ofrece a la espera de nuestra aceptación. La Cuarta Revolución Industrial se parece más a un tren que debemos abordar si no queremos quedar rezagados en el desarrollo económico. El director de CLAPES UC, Hernán de Solminihac, resume de forma notable la actitud que debemos tener ante esta realidad:

«Por ello, no debemos mirar esta nueva era industrial con miedo, sino como una gran oportunidad para dar un salto en materia de productividad. Este proceso de transformación beneficiará a quienes sean capaces de abrirse y adaptarse a los cambios.

Cómo integramos estos desarrollos tecnológicos a la realidad chilena y, en suma, cómo nos subimos a la ola antes que reviente encima nuestro son algunas de las preguntas que debemos responder para “subirnos al carro” de la Cuarta Revolución Industrial. Por ello, **la consigna es ocuparse más que preocuparse**».

De Solminihac, Hernán (2018): “Cuarta Revolución Industrial: ocuparse más que preocuparse”, en *La Tercera/Pulso*, 30 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.elmercurio.com/blogs/2012/02/12/2512/la_investigacion_en_ciencia_y.aspx

Ahora bien ¿cuál es la mejor forma de ocuparse del tema? Sabiendo que lo vital en esta sociedad es la información, **la interacción de tres palabras resulta clave: ciencia, tecnología e innovación. Una ciencia capaz de crear conocimiento, una tecnología capaz de aplicarlo y la innovación para generar valor a partir de la relación anterior**.⁶

³ Piñera, Sebastián (2015): “La nueva revolución tecnológica”, en *El Mercurio*, 28 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.avanzachile.cl/columna/la-nueva-revolucion-tecnologica/>

⁴ Barriga, Alfredo (2015): “Revolución digital y futuro de Chile”, *Avanza Chile*, 23 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.avanzachile.cl/columna/revolucion-digital-y-futuro-de-chile/>

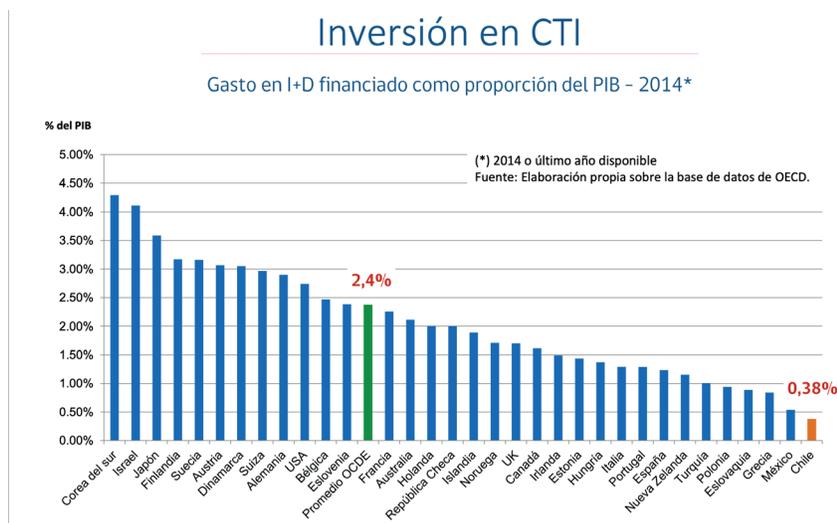
⁵ Lacalle, Daniel (2017): “Robotización, tecnología y represión intervencionista”, en *IJM Actualidad*, 1 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.juandemariana.org/ijm-actualidad/articulos-en-prensa/robotizacion-tecnologia-y-represion-intervencionista>

⁶ “Ciencia, tecnología e innovación”, Editorial, en *El Mercurio*, 28 de octubre de 2018. Disponible en: <http://www.elmercurio.com/blogs/2018/10/28/64405/Ciencia-tecnologia-e-innovacion.aspx>

¿Cuál es la realidad de la ciencia en Chile? «En términos comparados, Chile presenta una posición privilegiada respecto a sus vecinos latinoamericanos en materia de investigación y desarrollo, pero se mantiene por debajo del mundo desarrollado en productividad científica y personal destinado a la investigación».⁷ En comparación con el resto de América Latina, Chile lidera en cuanto a capacidad de producir investigación científica de calidad, lo cual se mide según el impacto de las publicaciones.⁸

La deuda surge cuando comparamos nuestra realidad con el mundo desarrollado. En Chile, solo 1,88 de cada 1000 trabajadores está dedicado a I + D (Investigación y Desarrollo), cifra baja en comparación a los 12,31 trabajadores del promedio de la OCDE.⁹ En otro indicador, el registro de patentes por país de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, Chile registró 3 patentes por cada millón de habitantes, Israel 178, Corea del Sur 320 y Estados Unidos 458.¹⁰

Una cifra que podría explicar la brutal diferencia entre Chile y los países desarrollados es el porcentaje del PIB destinado a investigación y desarrollo. Chile destina un 0,38% de su PIB siendo el porcentaje más bajo de la OCDE y estando muy lejos del promedio OCDE del 2,37% del PIB y de países como Corea del Sur e Israel que superan el 4%. Por lo tanto, es posible concluir que nuestro retraso se produce en buena medida por la poca inversión en investigación y desarrollo y no así por la calidad de la ciencia en Chile, la cual ha demostrado su suficiencia en diversos indicadores. Si queremos estar a la altura de esta Cuarta Revolución urge un alza significativa en inversión en I+D en Chile. Sin embargo ¿Qué está haciendo el Estado de Chile al respecto? Recientemente creó un Ministerio.



11

⁷ Libertad y Desarrollo [2016]: "Ciencia, Tecnología e Innovación", Temas Públicos, n° 1258-2, 10 de junio de 2016. Disponible en: <https://lyd.org/wp-content/uploads/2016/06/TP-1258-CIENCIA-TECNOLOGIA-E-INNOVACION-10-06-2016.pdf>, p. 1.

⁸ Jiménez, Susana y Bruzzo, Stefano [2016]: "Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo", Serie Informe Económico, n° 256, abril 2016, Libertad y Desarrollo. Disponible en: <https://lyd.org/wp-content/uploads/2016/05/SIE-256-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion-para-el-desarrollo-Abril2016.pdf>, p. 7.

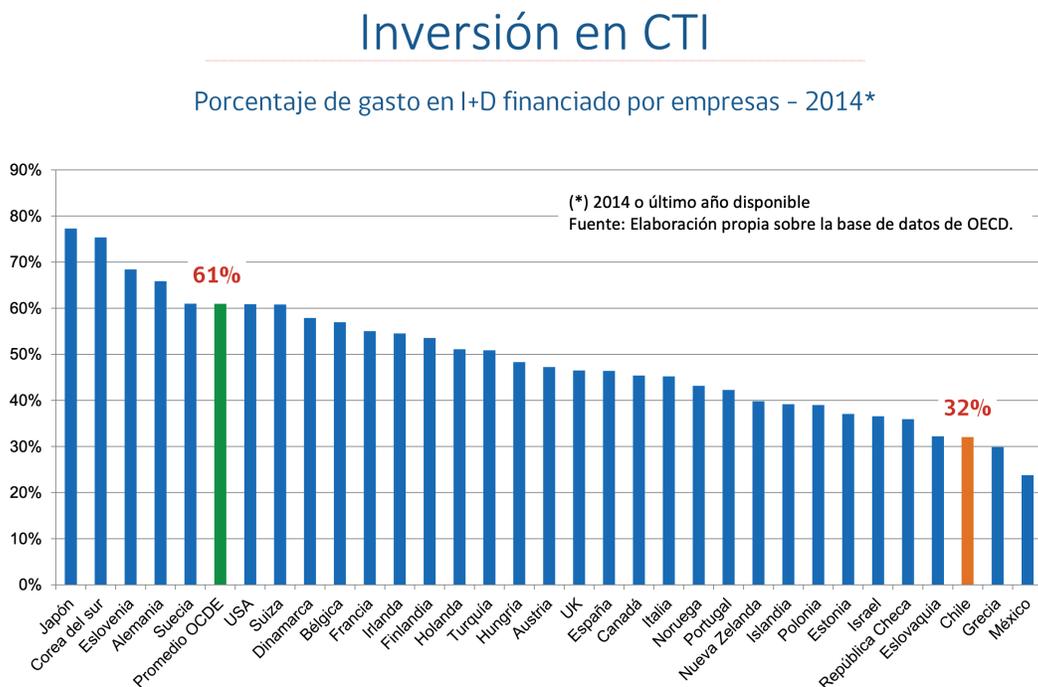
⁹ Ibid.

¹⁰ Brahm Rivas, Joaquín [2016]: "Ciencia e investigación en Chile. Una deuda pendiente", Abriendo el debate, n° 8, Horizontal. Disponible en: http://horizontalchile.cl/wp-content/uploads/2017/10/AbriendoElDebate_08.pdf

¹¹ De la Fuente, Gabriel y Hamuy, Mario [2018]: "Proyecto de ley que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación", Presentación disponible en: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=122685&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

Antes de comentar la nueva secretaría de Estado creada por el Gobierno del presidente Piñera, conviene hacer una aclaración previa. Ante los desafíos que esta Cuarta Revolución Industrial nos exige, **son muchos los que piensan que el Estado es el motor fundamental de la innovación y el progreso científico-técnico y se equivocan por dos razones:** Primero, por la naturaleza misma de esta revolución: «El proceso de desarrollo de nuevas innovaciones es evolutivo, descentralizado, cooperativo y competitivo. No hay actores fundamentales en el mismo. Históricamente, el sector privado ha liderado el avance del progreso técnico. Y el único momento en la Historia que supone un cambio en la tendencia de crecimiento económico a largo plazo, la revolución industrial, se gesta y desarrolla por completo sin apenas apoyo estatal».¹²

En segundo lugar, porque la empresa en Chile también debería aportar más a la baja inversión en ciencias. Mientras que el promedio de la OCDE de porcentaje de gasto en I+D financiado por empresas corresponde a un 61%, el porcentaje de Chile solo llega a un 32%:



13

¹² Instituto Juan de Mariana [2016]: "El Estado Emprendedor. ¿Realmente es el Estado el impulsor de la investigación básica y la innovación?", Mitos y Realidades, p. 4. Disponible en: https://www.juandemariana.org/sites/default/files/investigacion/20160803-mitos-y-realidades-estado-emprendedor_1.pdf

¹³ De la Fuente, Gabriel y Hamuy, Mario [2018]: "Proyecto de ley que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación", Presentación disponible en: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=122685&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

El gobierno del presidente Piñera, mediante la ley N° 21.105, creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Este Ministerio, es el producto de la Comisión Asesora Presidencial sobre la Institucionalidad en Ciencia, Tecnología e Innovación, conocida como Comisión Philippi,¹⁴ que planteó la idea de la creación de esta cartera en el primer mandato del presidente Piñera.

Mediante este Ministerio se busca «establecer un marco general que estructure, impulse, coordine y promueva las actividades de ciencia, humanidades y desarrollo tecnológico en todas sus etapas, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y al bienestar social» como señala el artículo primero de la ley ya señalada.

Ante esto, resulta entendible que muchos de los que abogan por una reducción en el tamaño del Estado miren con escepticismo la creación de este nuevo ministerio. Sin embargo, la creación de un Ministerio de la Ciencia es compatible con una política de reducción de ministerios. Del hecho que existan pocos ministerios no quiere decir que siempre tendrán que ser los mismos de siempre. Quizás, en la primera mitad del siglo XX chileno era necesario un Ministerio de Tierras y Colonización, pero luego de consolidar nuestra integridad territorial ya no fue necesario y se transformó en el Ministerio de Bienes Nacionales, el cual, perfectamente ahora podría transformarse en una subsecretaría.

El nombre y los objetivos de un Ministerio dependen de la actualidad de un gobierno y, actualmente, no hay un tema más importante en Chile que su desarrollo en ciencia, tecnología e innovación. Por lo tanto, ya sean ocho o diez los ministerios a los que se quiera reducir el tamaño del gabinete, es perfectamente plausible que uno de esos ocho o diez sea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Con todo, si el gobierno desea acogerse a esta interpretación, **debería reducir el número de ministerios para así demostrar que la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación responde a una necesidad de modernizar el Estado** y no a la mala costumbre de crear un Ministerio para cada tema de moda.

Ante el desafío de la Cuarta Revolución Industrial, la creación de un Ministerio de Ciencia es un buen símbolo. Sin embargo, este ambicioso desafío exige medidas concretas, partiendo por el aumento considerable del gasto en I+D ya que, como señaló la investigadora del CEP, Sylvia Eyzaguirre, este Ministerio «no es un avance si solo administrará pobreza».¹⁵

¹⁴ Cuyo informe final está disponible en:

http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe_Comision_Asesora_Presidencial_Institucionalidad_Ciencia_Tecnologia_e_Innovacion-3.pdf

¹⁵ Eyzaguirre, Sylvia [2018]: ¿Estamos preparándonos?, en La Tercera, 12 de agosto de 2018. Disponible en: <https://www.cepchile.cl/estamos-preparandonos/cep/2018-08-13/102752.html>

III. NUEVAS SOLUCIONES Y VIEJAS DEUDAS



Esta Revolución exige proponer ideas nuevas, pero también demanda solucionar viejas deudas que tenemos como país. Muchas veces nos concentramos tanto en el futuro que ignoramos las falencias que se desarrollan en el presente, las cuales tendrán nefastas consecuencias en ese futuro que idealizamos.

Una de las nuevas propuestas consiste en **hacer de Chile un laboratorio natural**, es decir, una «infraestructura y recurso humano para hacer ciencia y desarrollar tecnología, ubicado en torno a una locación, territorio o circunstancia que son únicas a nivel planetario, y que otorgan una ventaja comparativa por la ocurrencia de fenómenos o evidencias singulares».¹⁶ Más que una idea nueva, se trata de la ampliación del caso de la astronomía a otras ciencias donde tenemos mucho que aportar:

«Un caso notable de cooperación internacional en C&T es la astronomía. Chile pone a disposición del mundo las excepcionales condiciones para la observación astronómica del desierto de Atacama, y en retribución los observatorios extranjeros permiten que nuestros astrónomos accedan al 10% del tiempo de observación en dichas instalaciones. Pero lo que nuestro país tiene para ofrecer al mundo no se agota con la astronomía. Existen excelentes laboratorios naturales en áreas como la sismología y la ingeniería antisísmica, la antropología, la urbanización acelerada, el cambio climático, la energía solar y la investigación antártica, por nombrar algunos».

Aguilera, José Miguel (2012): "La investigación en ciencia y tecnología sale al mundo", en El Mercurio, 12 de febrero de 2012. Disponible en: http://www.elmercurio.com/blogs/2012/02/12/2512/la_investigacion_en_ciencia_y.aspx

Otra idea que es preciso repotenciar es la de *Chilecon Valley*, como fue bautizado el programa de Start-Up Chile de Corfo, pero que debe reflejar algo más: queremos que Chile sea una frontera abierta al talento y al conocimiento. En un pasado número de la Revista Economía y Sociedad, el editorialista se hace cargo de esta propuesta:

«El paso al desarrollo requiere de un fuerte impulso a la innovación, la creatividad y la incorporación de tecnología en áreas clave como salud, educación y trabajo. Chile podría convertirse en un "Chilecon Valley", como lo llamó The Economist, mediante la apertura a la inmigración de talentos de todo el mundo, el impulso al capital de riesgo privado y la incorporación de la tecnología en todos los ámbitos de la vida nacional. Por ejemplo, los ejes del salto en educación e innovación que requiere Chile 3.0 no son de ninguna manera los cambios inmobiliarios de las escuelas ni mucho menos la gratuidad universitaria. El desafío es reformular la instrucción pasiva en la sala de clases tradicional, para generar en los niños las habilidades de aprendizaje y adaptación que les servirán toda la vida.

¹⁶ Aguilera, José Miguel (2017): "Laboratorios Naturales de Chile: Camino hacia una ciencia de clase mundial", en Seminario "Laboratorios naturales para la ciencia chilena", Clapes UC, 8 de agosto de 2017. Presentación disponible en: <http://www.clapesuc.cl/investigaciones/seminario-laboratorios-naturales-la-ciencia-chilena-ppt-jose-miguel-aguilera/>

Ello requiere utilizar formatos innovadores como educación online, educación en el hogar, educación independiente, sin las restricciones de un currículum estatal obligatorio anclado en el siglo pasado. También se necesita reformular la educación técnica y universitaria. El avance tecnológico y la caída fenomenal en los precios de los computadores, así como iniciativas educacionales como la Academia Khan y el proyecto edX, iniciado por Harvard y MIT, ayudarán a elevar la calidad de la educación. Todo lo cual conduce además a un mayor dominio del inglés, el idioma ya casi universal de la tecnología y la globalización. Habrá que prepararse para el nuevo paradigma del trabajo que requerirá una educación continua y enriquecedora durante toda la vida»

“Chile 3.0. El desafío”, Editorial, *Economía y Sociedad*, febrero-abril 2017. Disponible en: <http://www.economiaysociedad.cl/chile-tres-punto-cero>

Junto con las nuevas ideas debemos hacernos cargo de las viejas deudas existentes con la educación escolar y superior en Chile. En cuanto a la educación escolar es necesario flexibilizar los currículos escolares y formar un contenido realmente mínimo que permita a cada establecimiento poder adaptarse de mejor forma a las nuevas demandas educacionales. En relación a todo nivel educativo es necesario parar de raíz la estrategia de tomas y paros con las que miembros de la comunidad educativa, muchas veces dirigidos por partidos políticos, que termina siendo autodestructivo en cuanto a la calidad de los establecimientos.¹⁷ Difícilmente podemos hacer grandes planes en torno al desarrollo de la ciencia de nuestro país si no somos capaces siquiera de hacer cumplir el calendario académico en buena parte de las universidades. En una *Minuta Republicana* retratábamos este problema:

«En relación a la educación superior, si bien todavía no existen estudios que demuestren el daño provocado por las paralizaciones, solo basta con evidenciar que existen algunos efectos de las tomas y los paros que son incompatibles con el normal funcionamiento de una institución de educación superior.

El efecto más evidente es el incumplimiento del calendario académico. La planificación académica constituye un criterio de evaluación para la acreditación de carreras profesionales, según la Comisión Nacional de Acreditación, y la falta de observancia a esta planificación en una institución de educación superior afecta gravemente el desempeño académico de sus estudiantes; las investigaciones de sus profesores y los procesos de titulación de sus egresados. ¿Cómo podemos fomentar la venida de prestigiosos profesores visitantes durante un semestre si no sabemos cuándo termina este? ¿Cómo podemos fomentar los intercambios académicos si es posible que el alumno beneficiado viaje sin haber terminado su semestre?»

Acción Republicana (2018): “Tomas Feministas”, *Minuta Republicana*, n° 2. Disponible en: <https://www.accionrepublicana.cl/minutas-republicanas/>

¹⁷ Fontaine, Arturo y Urzúa, Sergio (2018): Educación con Patines, Ediciones El Mercurio, Santiago, p. 121.

Por último, no solo debemos crear conocimiento, también debemos ser capaces de poner la sociedad del conocimiento al servicio de las urgencias sociales de nuestro país, tal es el caso de la salud. Sería importante implementar el Big Data en la administración de la salud pública, lo que permitiría mantener más pacientes sanos con menos dinero por medio del manejo de datos y analítica. Contamos con los datos suficientes como para crear una Ficha Médica Digital y así ir más allá de la clave única. Hoy la clave única es casi una firma notarial para muchos efectos y se usa en los más diversos trámites. Haciendo uso del Big Data, el paciente podrá acceder a una ficha médica digital que le permita rescatar los resultados de sus exámenes, así como todo su historial clínico.



CONCLUSIÓN

Frente a esta Cuarta Revolución Industrial es preciso ocuparnos antes que preocuparnos y esta ocupación reside en el fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Debemos ser optimistas ante las posibilidades que este cambio tecnológico nos puede seguir brindando, así como debemos ser realistas y ver que queda mucho por avanzar en el desarrollo de nuestra ciencia, partiendo por aumentar considerablemente el gasto en ciencia y tecnología. No solo el Estado tiene una deuda con la ciencia en Chile, también la tiene la Empresa privada, de quienes, al observar el promedio de la OCDE, esperamos que contribuyan con más de la mitad del gasto en ciencia. Solo a partir de este realismo es como la creación de un Ministerio de Ciencia resulta ser una buena noticia. Es de esperar que la importancia con la que se ha hablado de la ciencia en los discursos se refleje en una buena partida presupuestaria y en una reducción de ministerios para realzar aún más el protagonismo del nuevo Ministerio. Por último, la concreción de nuevas ideas debe ir de la mano con la solución de viejos problemas, la educación en Chile ha mostrado problemas inaceptables que no hacen plausible la llegada de científicos de prestigio.

FORMACIÓN REPUBLICANA



Todo republicano tiene el deber de formarse al mayor nivel posible. Si le dedicaras **1 hora de estudio al día** a este tema en 7 días podrías tener una muy buena formación en torno a este tema. Te recomendamos la lectura de los siguientes escritos:

Día 1

Lacalle, Daniel [2017]: "Robotización, tecnología y represión intervencionista", en IJM Actualidad, 1 de marzo de 2017. Disponible en:

<https://www.juandemariana.org/ijm-actualidad/articulos-en-prensa/robotizacion-tecnologia-y-represion-intervencionista>

De Solminihac, Hernán [2018]: "Cuarta Revolución Industrial: ocuparse más que preocuparse", en La Tercera/Pulso, 30 de octubre de 2018. Disponible en:

http://www.elmercurio.com/blogs/2012/02/12/2512/la_investigacion_en_ciencia_y.aspx

Día 2

Libertad y Desarrollo [2016]: "Ciencia, Tecnología e Innovación", Temas Públicos, n° 1258-2, 10 de junio de 2016. Disponible en:

<https://lyd.org/wp-content/uploads/2016/06/TP-1258-CIENCIA-TECNOLOGIA-E-INNOVACION-10-06-2016.pdf>,

Día 3 Día 4

Jiménez, Susana y Bruzzo, Stefano [2016]: "Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo", Serie Informe Económico, n° 256, abril 2016, Libertad y Desarrollo. Disponible en:

<https://lyd.org/wp-content/uploads/2016/05/SIE-256-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion-para-el-desarrollo-Abril2016.pdf>,

Día 5

Brahm Rivas, Joaquín [2016]: "Ciencia e investigación en Chile. Una deuda pendiente", Abriendo el debate, n° 8, Horizontal. Disponible en:

http://horizontalchile.cl/wp-content/uploads/2017/10/AbriendoElDebate_08.pdf

Día 6 Día 7

Instituto Juan de Mariana [2016]: "El Estado Emprendedor. ¿Realmente es el Estado el impulsor de la investigación básica y la innovación?", Mitos y Realidades. Disponible en:

https://www.juandemariana.org/sites/default/files/investigacion/20160803-mitos-y-realidades-estado-emprendedor_1.pdf