

Informe

Caracterización de la selectividad en Ciencias en Chile en la perspectiva de la experiencia internacional

SYN. Jorge Yutronic

v1.1 03.10.15 / v1.2 27.10.15 / v1.3 26.11.15 / v1.4 07.12.15

v2.1 06.01.16 / v2.2 29.01.16 / v2.3 09.02.16

v3.1 24.04.16 / 28.05.16 / 03.06.16 / v3.2.13.07.16

Índice

Resumen Ejecutivo.

1. Objetivo y presentación.
2. Introducción y antecedentes.
 - 2.1 Tendencias globales.
 - 2.2 Desarrollo en Chile.
 - 2.3 Necesidades del país asumidas por el CNID.
3. Síntesis de *framework*.
 - 3.1 Tipos de selectividad.
 - 3.2 Ámbitos de selectividad
 - 3.3 Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad, y su evolución.
 - 3.4 Combinaciones de ámbitos y propósitos – resultados – impactos de la selectividad.
 - 3.5 Instancias de decisión y mecanismos de definición sobre selectividad.
4. Análisis de la experiencia internacional sobre selectividad en ciencias: caso de países desarrollados.
 - 4.1 Perspectiva global.
 - 4.2 Caso de estudio seleccionado: Reino Unido.
5. Análisis de la experiencia internacional sobre selectividad en ciencias: caso de países emergentes.
 - 5.1 Perspectiva global.
 - 5.2 Caso de estudio seleccionado: Corea del Sur.
6. Caracterización y análisis de la experiencia chilena en selectividad en ciencias.
 - 6.1 Iniciativas generadas en el gobierno central.
 - 6.2 Iniciativas generadas en CONICYT.
 - 6.3 Iniciativas generadas por CORFO.
7. Análisis de la selectividad realizada en Chile desde la perspectiva internacional.
 - 7.1 Tipos de selectividad considerados en Chile.
 - 7.2 Ámbitos de selectividad considerados en Chile.
 - 7.3 Propósitos, resultados e impactos de la selectividad considerados en Chile, y su evolución.
 - 7.4 Combinaciones de ámbitos y propósitos – resultados – impactos de la selectividad en Chile.
 - 7.5 Instancias de decisión y mecanismos de definición de selectividad considerados en Chile.
8. Planteamientos finales.
 - 8.1 Conclusiones.
 - 8.2 Recomendaciones.

Anexo A. Metodología.

Anexo B. Glosario.

Anexo C. Referencias.

SYN

Resumen Ejecutivo.

Las políticas públicas que usan selectividad en ciencias se han venido utilizando en los países desarrollados desde los años 50s (por ejemplo, Estados Unidos) y en los países emergentes desde los años 60s (por ejemplo, Corea del Sur). En la mayoría de los casos, la selectividad ha sido una respuesta a los desafíos que enfrentaron los países en ámbitos económico – sociales, políticos, de salud y otros.

En Chile también se ha aplicado algo de selectividad en ciencias desde los años 90s, pero sin los alcances y niveles de profundidad ni con los montos de inversión que se han realizado en los países desarrollados y emergentes principales.

Es sustantiva la diferencia entre Chile y los países desarrollados y emergentes en selectividad en ciencias, ya que Chile ha aplicado sólo una parte de lo expresado en la experiencia internacional. De aquí la importancia de estudiar qué y cómo se ha hecho realmente en Chile en comparación de la perspectiva internacional, con el ánimo de establecer bases para tomar nuevas y mejores decisiones sobre esta materia.

Complejidad de la selectividad en ciencias y *framework* para abordarla.

La experiencia internacional muestra que la selectividad en ciencia y tecnología es un fenómeno complejo en que concurren diversos factores culturales, políticos, económicos y de capacidades, además de las circunstancias históricas que desencadenan decisiones relevantes. No han servido las aproximaciones simplistas o voluntaristas para lograr resultados importantes, sino que han sido necesarios diseños efectivos, inversiones importantes y compromisos intensos durante períodos de tiempo suficiente. La selectividad que realmente es efectiva y produce resultados es compleja, tanto en sus definiciones como en sus implementaciones.

Por ello, para abordar este estudio se desarrolló un marco de referencia (*framework*) que represente los factores más relevantes que ha estado presentes en los casos de los países que han venido usando la selectividad y que dan cuenta de su complejidad. Basado en esa experiencia se sintetizó el *framework* que se presenta en capítulo 3 y que está compuesto de los siguientes componentes:

- Tipo de selectividad: explícita, implícita latente, implícita estructural; Los tipos de selectividad corresponden al grado de explicitación pública de las decisiones de los gobiernos sobre inversión en ciencia. La selectividad se considera: explícita cuando el gobierno (o la autoridad respectiva) decide y declara en forma clara y abiertamente que ha seleccionado determinados ámbitos científicos - tecnológicos, propósitos; Implícita Estructural cuando ella ocurre sin que el gobierno (o la autoridad respectiva) haya tomado una decisión consciente o deliberada para hacer tal selectividad, principalmente como consecuencia de la

estructura de los actores en ciencia y tecnología en el país; Implícita Latente cuando el gobierno (o la autoridad respectiva) decide invertir para abordar unos problemas o desafíos o para fortalecer algunas instituciones, lo que conduce a una selectividad de determinados ámbitos de ciencia que son necesarios para ello (aunque no necesariamente intencionado).

- Ámbitos de selectividad: disciplinas científico – tecnológicas (según definiciones de UNESCO y OECD), campos científico – tecnológicos, multi e interdisciplinariedad;
- Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad, y su evolución: desarrollo de capacidades y competencias en ciencia y tecnología, competitividad internacional de la investigación y desarrollo, desarrollo económico y social basado en ciencia y tecnología (desde la productividad hasta el empleo y el bienestar); desarrollo y cuidado de salud humana; aseguramiento de fuentes de energía; desarrollo de energías renovables no convencionales; desarrollo de sistemas de defensa; cuidado del medio ambiente; cooperación internacional; y otros.
- Combinaciones de ámbitos y propósitos.
- Instancias de decisión y mecanismos de definición de selectividad: decisiones de gobiernos centrales, decisiones de ministerios, reglas y mecanismos de decisión, regulaciones.

Para que una política de selectividad tenga probabilidades razonables de éxito para el país, es necesario considerar al menos todos esos factores además de las estrategias y los montos de inversión suficientes (los cuáles se deben establecer en instancias competentes y respetadas de decisión).

Caracterización de la experiencia en países desarrollados y emergentes, y enseñanzas que se derivan de ella.

Con el fin de profundizar el aprendizaje desde los países desarrollados y emergentes, se hizo un análisis de ellos usando el *framework*, lo que se expone en capítulos 4 y 5 respectivamente. Entre los países desarrollados se eligió el Reino Unido porque ha venido haciendo unas transformaciones importantes para lograr mayor impacto de su alta producción científico - tecnológica. Entre los países emergentes, se eligió Corea del Sur pues ha realizado un esfuerzo mayor en selectividad en ciencia y tecnología a la par de un aumento sostenido de I+D por décadas.

Los principales conclusiones de esta caracterización son:

- Evolución histórica de la aplicación de selectividad que muestra cómo esta se fue generando en función de los desafíos concretos que han enfrentado los países: aumento de la inversión pública de los países desarrollados en ciencias a partir de 1950 y uso de instrumentos diversos (incluyendo algunos selectivos); selectividad en algunos países desarrollados como respuesta a la restricción de recursos de los años 70s y a la crisis energética; aumento de inversión en ciencia y tecnología en

los países emergentes a partir de esos años, con parte relevante asignada en forma selectiva; selectividad para acelerar el desarrollo económico a partir de los años 90s, y ya proyectado hacia el siglo XXI, en una sociedad globalizada en que los países desarrollados y emergentes buscan resueltamente ser competitivos y líderes en algunos ámbitos; articulación de la selectividad y la transversalidad (no selectividad) en los financiamientos actuales de ciencia y tecnología a través de combinación de instrumentos selectivos (explícitos e implícitos) y no selectivos.

- Fundamentos utilizados para realizar selectividad en ciencias que muestran unos compromisos importantes de transformación e impacto en la sociedad de los respectivos países (algunos fundamentos usados en forma separada, otras veces combinados): fortalecimiento de la seguridad y los sistemas de defensa; desarrollo económico y social, principalmente orientados a la renovación y fortalecimiento de industrias existentes y al desarrollo de nuevas industrias; aumento de salud humana y bienestar; aumento de sustentabilidad ambiental y respuesta al cambio climático; orientación al liderazgo científico – tecnológico internacional en ámbitos de alta creación de valor; articulación con otras políticas públicas que requieren avances científico tecnológicos.

Los países emergentes, enfatizaron en algunos de estos fundamentos con la lógica de la velocidad en torno a los ámbitos con potencial relevante que los países desarrollados no abordaron suficientemente. Esto ha sido clave para el *catch up* y para lograr beneficios superiores.

- Instancias para realizar selectividad en ciencias que muestran el involucramientos a diferentes niveles de gobierno y en diversos organismos y agencias competentes: instancias determinadas por las voluntades políticas relevantes (convicción y base de poder político del gobierno respectivo); decisiones de ministerios individuales o en forma colectiva; instancias de negociación con los actores institucionales (establecimiento de prioridades y propósitos de las transferencias de recursos desde el gobierno central a universidades, instituciones de I+D y empresas); consejos nacionales (cuerpos de toma de decisiones constituidos por ley para asignar recursos en diferentes ámbitos científico – tecnológicos (usando criterios de calidad, pertinencia e impacto); directorios de entidades que realizan I+D (relevantes en la priorización y selección de ámbitos específicos de I+D); entidades de estudios diagnósticos, prospectivos y de diseño de políticas públicas (aunque no deciden la asignación de recursos, tienen influencia en las decisiones públicas).

Los países emergentes han mostrado flexibilidad para ir adaptando las instancias de toma de decisiones a través del tiempo en función de los contextos históricos y los propósitos que buscan.

- Montos relevantes y continuados de inversión en ámbitos científico – tecnológicos y propósitos seleccionados en los países desarrollados y emergentes,

lo que muestra la voluntad y compromiso efectivos para lograr resultados e impactos importantes a través de ellos.

- Críticas sobre la selectividad en ciencias realizada en los países desarrollados y emergentes, lo que muestra que estas decisiones tienen efectos colaterales y riesgos de los cuáles es necesario hacerse cargo adecuadamente: posible generación de privilegios para determinados actores (investigadores, instituciones); posible captura por grupos de interés; riesgo de equivocarse y gastar los recursos en una dirección inconveniente o de menor potencial; posible subordinación de la iniciativa científica a criterios económicos y de otro tipo; posible disminución de la libertad de los investigadores para seleccionar sus temas de investigación; posible disminución de la calidad de la investigación; aumento de la priorización de la investigación aplicada (para atraer inversiones) respecto de la investigación básica, lo que podría traer efectos contraproducentes; posible gasto en exceso en investigación básica, cuando se privilegian algunas disciplinas, respecto de investigación y desarrollo; posible desequilibrio entre disciplinas científicas al preferir el financiamiento de aquéllas en que las investigaciones son más baratas; posibles sesgos y efectos indeseados de las evaluaciones económicas cuantitativas para seleccionar los proyectos.
- Respuestas de los gobiernos a los riesgos y a las críticas hechas a la selectividad en ciencias en los países desarrollados y emergentes, lo que se muestra: mayor transparencia en la toma de decisiones (calidad y oportunidad de la información sobre las decisiones y del acceso de la comunidad a ella); mejor gobernanza y *accountability* (rendición de cuenta pública de las inversiones realizadas, mejoramiento de la gestión de los proyectos y de los programas de I+D, sistemas de gobiernos más competentes y representativos con reglas claras y conocidas, sistemas de evaluación de programas durante su ejecución).

Estas características muestran la relevancia y despliegue de la selectividad en ciencias en los países desarrollados y emergentes. Los aspectos específicos que dan cuenta de ello (ámbitos seleccionados, propósitos abordados, institucionalidad, criterios de selección, montos de inversión y otros factores) se exponen en los capítulos 4 y 5.

Esos países han generado una base relevante de aprendizaje, el cual se está catalizando.

Caracterización de la experiencia en Chile, y su relación con la experiencia internacional.

Hasta 2015, el gobierno central de Chile no había tomado decisiones directas sobre selectividad en ciencias, pero sí había creado instituciones que tomaron decisiones sobre selectividad en diversas formas.

Entre ellas: FONDEF (años 90s), en CONICYT, con el fin de asignar recursos para la I+D que

realizan universidades e instituciones con colaboración con las industrias en 6 ámbitos seleccionados; FONDAP (años 90s), en CONICYT, Fondo Áreas Prioritarias; FIA (años 90s), en Ministerio de Agricultura, con el fin de financiar I+D aplicada en el campo de la agricultura; CNIC (2005), con el fin de establecer estrategias nacionales de largo plazo en innovación incluyendo las estrategias de ciencia y tecnología, siendo ENIC la primera de ellas en el año 2007, en que consideró los ámbitos científico – tecnológicos en torno a los principales *clusters* industriales chilenos; evolución de CONICYT para realizar nuevos programas de ciencia y tecnología; evolución de CORFO para realizar diversos programas de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación.

La selectividad no fue establecida en forma explícita en las decisiones gubernamentales centrales que dieron lugar al desarrollo institucional de CONICYT, CORFO y otros. No obstante, varias de ellas tenían un carácter de selectividad implícita, ya sea latente o estructural.

En los capítulos 6 y 7 se abordan, respectivamente, unos casos de selectividades realizadas en Chile y sus principales características. Los casos abordados son: FONDAP y Programa Genoma Chile en CONICYT; Programas Estratégicos de Especialización Inteligente y Programa Ingeniería 2030 en CORFO. La caracterización se ha realizado según el *framework* desarrollado.

En el caso de FONDAP, hacia 2015, su propósito es: fomentar en Chile el desarrollo de centros de investigación científica de excelencia y alto impacto, enmarcados en áreas prioritarias que respondan a problemas de gran relevancia para el país o una oportunidad especial, donde el foco, la estructura y el tamaño de estos centros permitan establecer una investigación científica que vaya más allá de aquella que es posible alcanzar con otras fuentes convencionales de financiamiento. Los criterios de selección de áreas prioritarias vigentes en el FONDAP en 2016 son: problemas de relevancia para el país; potencial científico; multidisciplinariedad e interdisciplinariedad; masa crítica científica; ventajas comparativas del país; áreas no cubiertas por otros instrumentos de inversión pública. Las decisiones son tomadas por los Consejos Superiores de Ciencia y Desarrollo Tecnológico de FONDECYT los cuales reciben planteamientos sobre diversas áreas posibles, y luego las analiza en base a los criterios indicados más arriba y selecciona aquéllas que presentan mejor cumplimiento de ellos.

En forma similar, los otras iniciativas selectivas que realizan CORFO y CONICYT, también presentan los mismos factores característicos: propósitos de resultados e impactos en el país; ámbitos científico – tecnológicos seleccionados; criterios de selección que consideran calidad, pertinencia, desarrollo de capacidades e impacto; instancias formales de toma de decisiones en las respectivas agencias; convocatorias públicas que buscan obtener las mejores propuestas y los mejores equipos humanos. Los desarrollos específicos se presentan en los capítulos 6 y 7.

Al usar el *framework* al caso chileno comparado con la experiencia de los países desarrollados se concluye lo siguiente:

- Chile aplica selectividad en ciencias usando algunos de los factores y criterios

internacionales, no observándose elementos diferentes usados solo localmente. Es decir, las instituciones chilenas que aplican selectividad en ciencias están alineadas con las tendencias internacionales.

- No obstante, hay diferencias importantes que se reflejan en la falta completitud de los factores y criterios que son necesarios para tener éxito en la aplicación de selectividad en ciencias. Entre ellos: insuficiencia de la información de calidad sobre las inversiones en ciencia y tecnología ya hecha y sus resultados, lo cual es necesario para tomar mejores decisiones; insuficiencia de los diseños de los programas para asegurar los resultados e impactos (montos de inversión, articulación de actores); insuficiente estrategia efectiva de la inversión estatal selectiva para apalancar la inversión privada en determinados ámbitos científico – tecnológicos; insuficientes capacidades críticas en ámbitos científico – tecnológico relevantes; insuficiente orientación a resultados e impactos; insuficiencia de los sistemas de monitoreo y evaluación de los programas durante su ejecución. Como se puede apreciar, son importantes las diferencias con los países desarrollados y emergentes.
- El salto a un nivel mayor de selectividad en ciencias en Chile implicará necesariamente: una mayor vocación política por los aportes de la ciencia y la tecnología para abordar los desafíos del país; una mejor comprensión y compromiso con los resultados e impactos a obtener; mayores niveles de inversión; mayores riesgos y mejores estrategias para neutralizarlos.

Recomendaciones.

A partir de lo expuesto más arriba, a continuación se plantean algunas recomendaciones generales:

- Desarrollar la selectividad en ciencias en Chile en forma inteligente, responsable y sostenible (Selectividad Inteligente). Esto significa realizar buenos diseños y crear condiciones razonables para el éxito y adaptables en su implementación y operación. Asimismo, es necesario evitar la realización de selectividad cuando no se tengan motivos bien fundados y buenos diseños.
Para realizar tal selectividad: asociar la selectividad a temas científico – tecnológicos relevantes para abordar los problemas y desafíos que enfrenta Chile; organizar una gobernanza competente y respetada para establecer selectividad (definir y orientar los ámbitos – propósitos a elegir); asociar la selectividad a liderazgos relevantes y equipos competentes de alto desempeño en I+D; utilizar las entidades (centros I+D y otros) y otras capacidades ya existentes en el país en los temas en que se aplica selectividad, renovando, escalando y proyectándolas; articular internacionalmente con entidades competentes para catalizar la creación de valor, apalancar capacidades de otros países, asegurar la calidad internacional de la actividad en Chile, mejorar el acceso a los otros países para

proyectar los resultados de I+D.

- Asociar la selectividad (explícita o implícita) a aumentos significativos de inversión estatal en ciencia y tecnología (e innovación), en particular con potencial de apalancamiento de inversiones privadas.
- Atraer y formar gestores en ciencia, además de científicos e ingenieros, en particular en cuestiones de selectividad en ciencia y tecnología.
- Aumentar las capacidades de análisis y prospectiva de CNID (y de otros actores) para que pueda orientar a los diversos actores del país con información de calidad y con proyección de escenarios valiosos para Chile.
- Organizar una entidad (y programas) para registrar la información relevante sobre las actividades de ciencia y tecnología que se realiza en Chile (Observatorio de personas, proyectos, inversiones, resultados y otros).
- Organizar una entidad (y programas) que realicen estudios en profundidad sobre: necesidades CTI para el desarrollo de Chile; pronosis y escenarios posibles; diseños de políticas y programas, con los mejores estándares.
- Organizar sistemas y entidades independientes y profesionales de monitoreo y evaluación para los programas en ejecución, con criterios tanto cualitativos como cuantitativos.
- Realizar articulación intensa, actual y proyectiva, entre los sectores públicos y privados, en lo que respecta a: I+D con alto potencial de creación de valor; empleo de doctores en las industrias; aumento de la I+D financiada por las empresas.
- Aprovechar las instancias existentes para definir y establecer selectividad (explícita o implícita): la plataforma de CNID para estudiar y proponer selectividades al estado chileno, como parte de la política de ciencia y tecnología (e innovación); la plataforma de decisiones de los ministerios actuales (a futuro un eventual ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, o de Ciencia y Tecnología u otro); roles del Consejo CONICYT y del Consejo y Comités de CORFO.

1. OBJETIVO Y PRESENTACIÓN.

Se presenta una caracterización general de la selectividad en Ciencias realizada en Chile en el ámbito de la inversión pública, en el contexto de la experiencia internacional. Asimismo, se plantean algunas recomendaciones para su uso adecuado en los casos que sea conveniente.

El objetivo de esta caracterización general (no de detalles) es facilitar la comprensión de los fenómenos de la selectividad (por qué ocurren, cómo se ha aplicado y las actitudes y posiciones de los actores).

Aun cuando la inversión pública se orienta usualmente hacia Ciencia y Tecnología en forma conjunta (y en algunos casos integrada a Innovación), en este trabajo se aborda principalmente desde la perspectiva de la selectividad en Ciencias, ya sea en forma implícita o explícita (cuando la selectividad en Ciencias es inducida por una selectividad en Tecnología o por un propósito económico - social o de otro tipo).

Esta caracterización es útil para que el CNID la utilice en sus análisis y en el establecimiento de orientaciones de estrategias en ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo de Chile.

Los conceptos de selectividad que se utilizan en este trabajo provienen de la experiencia internacional, tanto en países desarrollados como emergentes, de acuerdo a lo que se expone en los capítulos 2, 4 y 5. En los países desarrollados y emergentes, se advierte el uso de diferentes conceptos de selectividad, algunos explícitos y otros implícitos, algunos orientados a ámbitos y otros orientados a propósitos estratégicos.

Se hace evidente que la selectividad toma diversas formas y se usa con diferentes fines. Por consiguiente, para facilitar el análisis y síntesis se organiza un marco de referencia (framework) que se presenta en el capítulo 3. Se sugiere que el lector revise primero este capítulo con el fin de ver en perspectiva los alcances considerados de la selectividad que se abordan en los otros capítulos.

La caracterización y el análisis de la selectividad en Ciencias en Chile se realizan considerando la comprensión de la perspectiva internacional usando el *framework* señalado, lo que se presenta en el capítulo 7, después de abordar algunos casos ilustrativos de la experiencia chilena en el capítulo 6.

A partir de lo anterior, en capítulo 8 se presentan unas conclusiones y recomendaciones.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

A modo de introducción, en este capítulo se abordan los siguientes antecedentes:

- Tendencias globales (2.1).
- Desarrollo en Chile (2.2).
- Necesidades del país asumidas por el CNID (2.3).

2.1 Tendencias globales.

Los países desarrollados formulan sus políticas públicas combinando diferentes tipos de instrumentos, algunos de carácter transversal (no selectivos respecto de los propósitos, temas y actores) y otros de carácter más selectivo (respecto de propósitos, temas y otros actores o combinaciones de ellos).

Esto lo hacen teniendo presente al menos tres factores relevantes:

- Cultura científica imperante en los respectivos países (en particular respecto del respeto y la influencia de los científicos en la sociedad, notable en algunos países como Reino Unido, Francia y Alemania).
- Necesidades públicas a abordar.
- Recursos disponibles para la inversión.

Aquélos países que cuentan con altos niveles de inversión, asignan recursos cuantiosos a instrumentos muy diversos. Por ejemplo, en Estados Unidos la NSF que es de carácter más transversal y los NHI que son de carácter más selectivo.

En los países con alta disponibilidad de recursos es menos exigente el balance de las inversiones entre los diversos tipos de instrumentos. Sin embargo, cuando los países desarrollados aplican selectividad, los criterios y procedimientos son rigurosos. Esta tendencia al rigor en la selectividad se origina en la necesidad de argumentar lo

seleccionado respecto de lo excluido en los procesos de toma de decisiones y en su transparencia pública.

Por otra parte, en países con menores niveles de inversión pero que buscan aumentar aceleradamente su producción científico – tecnológica (en la dinámica del *catch up* y del salto al liderazgo) es crítico un buen análisis de las opciones de selectividad con esos fines. En particular, para tomar buenas decisiones de asignación de recursos de modo de asegurar los resultados y atender temas de relevancia para el país.

Por varias décadas, la selectividad ha sido motivo de debate entre los *policy makers* a nivel internacional debido a las dificultades de hacerlo bien, al riesgo de equivocarse, a las responsabilidades que conlleva y a sus eventuales efectos colaterales. Con el transcurso del tiempo se puede observar que ha habido fracasos y aciertos, verificándose algunos países que han logrado avances significativos con el uso de selectividad (principalmente en torno a propósitos).

Entonces, estamos en presencia de unos procesos de aprendizaje internacional sobre las posibilidades de realizar selectividad, bajo qué condiciones conviene y de cómo realizarla adecuadamente. Estos procesos de aprendizaje están lejos de haberse estabilizado, pero es posible considerar las experiencias como fuentes de análisis y síntesis para concebir nuevos desarrollos y proyectarlos adecuadamente al caso chileno.

Las demandas de la sociedad por mayor selectividad en ciencia y tecnología han aumentado en algunos países debido al importante inventario de problemas no resueltos, algunos de los cuáles requieren de nuevo conocimiento (entre otros factores de transformación). Por ejemplo, para abordar los Desafíos del Milenio (ONU) y lograr que la población se beneficie más profunda y equitativamente de los avances de la ciencia y la tecnología. Estos desafíos son tanto globales como locales en los países y regiones, ya que existen asimetrías importantes en ámbitos específicos (por ejemplo, energías renovables, salud humana y otros), en temáticas poco representadas en los programas de ciencia y tecnología de algunos países, y en unas prácticas científico tecnológicas que no están necesariamente de acuerdo al estado del arte internacional.

Los países en desarrollo están desafiados a realizar algún grado de selectividad para abordar con responsabilidad el cultivo de la ciencia (y de la tecnología) con los mejores estándares de calidad y su contribución a la generación de riqueza y bienestar en sus respectivos contextos y en el acceso a ellos por parte de su población.

2.2 Desarrollo en Chile.

En los últimos 25 años, en Chile se han implementado principalmente políticas e instrumentos de carácter transversal (horizontal) con una clara orientación a movilizar los actores en torno a sus propias iniciativas científicas. Con este enfoque se han apalancado sus capacidades, motivaciones e intereses. Así se ha logrado que la comunidad científica chilena se dedique a producir con algunos criterios internacionales (en particular, publicaciones de calidad).

No obstante, en Chile se han realizado también algunas iniciativas con carácter selectivo. Por ejemplo, en CONICYT con la instalación del FONDAP (Fondo de Áreas Prioritarias), del Programa Genoma Chile, de los Programas Tecnológicos de CORFO y otros. En capítulo 5 se abordan algunos casos con los criterios de selección y otros temas de interés de estas iniciativas.

En general, las decisiones sobre la creación de instrumentos públicos en Chile han estado fundadas en unas racionalidades y motivaciones prácticas que buscan asegurar que los actores se concentren en los desafíos científicos que ellos perciben que pueden abordar y comprometerse (iniciativas de los actores). En el pasado, estas decisiones disminuyeron la necesidad de un debate o análisis previo para definir cuáles son los problemas o desafíos a los cuales es necesario o conveniente aplicarle un mayor grado de selectividad.

Habiendo transcurrido unas décadas de aumento de la producción científica en el país y verificando que ella es actualmente de calidad razonable, aunque todavía pequeña en volumen comparada con los países desarrollados, se han levantado preguntas sobre cómo obtener resultados más valiosos para la sociedad chilena. Esta dinámica se inserta coherentemente con lo que está ocurriendo en los países emergentes y desarrollados, según se expone en capítulos 4 y 5.

Chile necesita proyectarse hacia su desarrollo efectivo capitalizando su propia experiencia en desarrollo científico y tecnológico así como lo hicieron los países desarrollados y emergentes que ya pasaron por este tipo de situaciones. Asimismo, aprendiendo intensamente de la experiencia pertinente de esos países, para acelerar su evolución.

2.3 Necesidades del país asumidas por el CNID.

En el contexto descrito en general en las secciones 2.1 y 2.2, es útil para CNID una caracterización de la selectividad realizada en Chile respecto de la inversión pública en Ciencias, que le haga posible una mejor comprensión de los criterios utilizados en el país y un análisis respecto de la experiencia internacional.

En este contexto, es conveniente para el CNID analizar la experiencia, las proyecciones posibles y las limitaciones de la selectividad y establecer planteamientos para orientar sus actuaciones en políticas públicas. Para ello, es necesario comprender y analizar la experiencia en selectividad de la inversión en ciencia y tecnología y obtener aprendizajes útiles para tomar mejores decisiones a futuro, en particular para orientar las estrategias nacionales.

Con este propósito, en este trabajo se utiliza el *framework* cuya síntesis se presenta en el capítulo 3.

Así se podrá abordar en forma más preparada los requerimientos del país de contar con mejores políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación.

El SCTI chileno debe ser fortalecido y la selectividad es una dimensión de política pública que merece y debe ser abordada cuidadosamente.

3. SÍNTESIS DE *FRAMEWORK*.

En este capítulo se establece un marco de referencia (*framework*) para la caracterización de la selectividad como instrumento de inversión pública en Ciencia.

A partir del estudio de la experiencia internacional, y teniendo en perspectiva las necesidades de Chile, se ha sintetizado una estructura o *framework* útil para comprender las decisiones y actuaciones de los estados, gobiernos y sus agencias en selectividad en ciencias, así como su sistematización para facilitar su uso.

Este *framework* se organiza con los siguientes componentes:

- Tipo de selectividad (3.1).
- Ámbitos de selectividad (3.2).
- Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad, y su evolución (3.3).
- Combinaciones de ámbitos y propósitos (3.4).
- Instancias de decisión y mecanismos de definición de selectividad (3.5).

Estos componentes son consecuencias de las hipótesis sobre las políticas públicas en ciencia utilizadas a nivel internacional, algunas de las cuáles se refieren a la selectividad (explícita o implícita).

A continuación se indican algunas de esas hipótesis:

- Es posible asignar los recursos públicos para ciencia buscando beneficios para el país, más allá de sostener la actividad científica.

- La solución de algunos problemas y desafíos de los países requieren los aportes de determinadas disciplinas y campos científicos (y actividades interdisciplinarias y multidisciplinarias).
- Es responsabilidad de los actores estatales formular e implementar políticas públicas, y tomar decisiones, para abordar los problemas y desafíos de la sociedad en que concurren la ciencia y la tecnología.
- Las políticas y decisiones estatales podrán ser selectivas o no selectivas dependiendo de la naturaleza de los desafíos.
- La actividad científica representa una expresión cultural de una nación, que debe ser cultivada por sí misma (al menos hasta cierto nivel).
- Independientemente de que existan políticas explícitas sobre selectividad en ciencias, existen prácticas culturales que asociadas con las decisiones gubernamentales representan políticas implícitas de selectividad.
- Algunos ámbitos de la ciencia y tecnología son más fértiles para la selectividad que otros debido a sus propias peculiaridades como por sus efectos en la sociedad.
- La selectividad implica potenciales beneficios y riesgos que deben ser comprendidos y evaluados según la evidencia existente y los escenarios proyectados.
- Los actores institucionales que realizan actividad científica (universidades, institutos de I+D, otros) tienen intereses particulares que deben ser abordados como tales, además de sus contribuciones al progreso de sus respectivas países.
- Los *policy makers* y otros tomadores de decisiones disponen de diversos mecanismos para tomar buenas decisiones sobre la inversión pública en ciencia.
- Las personas valoran los aportes de la ciencia y evalúan sus riesgos principalmente a través de sus efectos en la sociedad y en ellas mismos.

3.1 Tipos de selectividad.

Los tipos de selectividad corresponden al grado de explicitación pública de las decisiones de los gobiernos sobre inversión en ciencia.

En el *framework* se consideran los siguientes tipos de selectividad que se han identificado en el estudio internacional, y que se han denominado en este trabajo como: explícita, implícita estructural, implícita latente.

- **Selectividad Explícita.**

La selectividad se considera explícita cuando el gobierno (o la autoridad respectiva) decide y declara en forma clara y abiertamente que ha seleccionado determinados ámbitos científicos - tecnológicos, propósitos científicos - tecnológicos o actores científicos - tecnológicos para las inversiones públicas.

Ejemplo: la definición de los 7 RCUK del Reino Unido y la asignación de sus presupuestos.

- **Selectividad Implícita Estructural.**

La selectividad se considera Implícita Estructural cuando ella ocurre sin que el gobierno (o la autoridad respectiva) haya tomado una decisión consciente o deliberada para hacer tal selectividad, principalmente como consecuencia de la estructura de los actores en ciencia y tecnología en el país.

Ejemplo: El aumento en investigaciones en ciencias biológicas al existir más investigadores formados en ese campo y que son capaces de formular y presentar propuestas a los instrumentos transversales (no selectivos) de financiamiento.

Ejemplo: La mayor adjudicación de fondos en las convocatorias públicas por parte de instituciones que ya tienen suficientes capacidades científicas en determinadas áreas.

- **Selectividad Implícita Latente.**

La selectividad se considera Implícita Latente cuando el gobierno (o la autoridad respectiva) decide invertir para abordar unos problemas o desafíos o para fortalecer algunas instituciones, lo que conduce a una selectividad de determinados ámbitos de ciencia que son necesarios para ello (aunque no necesariamente intencionado).

Ejemplos de problemas o desafíos son los de defensa, de salud humana, de sustentabilidad ambiental. Ejemplos de instituciones son las universidades.

Las decisiones de selectividad implícita latente conducen a diferentes grados de especificidad (granularidad) de la selectividad en ciencias, en función de las disciplinas y campos científicos que son necesarios para los respectivos problemas y desafíos.

En los casos de los países extranjeros estudiados (capítulo 4), se observa que existen los tres tipos de selectividad señalados más arriba.

Esto es consecuencia de: el momento histórico en que se generó el respectivo tipo de selectividad en un país; los objetivos políticos de la autoridad en ese momento; las necesidades o problemas que le dieron origen; la tendencia a la agregación de instrumentos de financiamiento en los países.

3.2 Ámbitos de selectividad.

Los ámbitos de selectividad se refieren a las disciplinas o las multi – inter - disciplinas científico - tecnológicas y a los campos tecnológicos que los gobiernos (o las autoridades respectivas) pueden elegir para su inversión en ciencia.

En el *framework* se distinguen los siguientes ámbitos de selectividad:

- **Disciplinas (y subdisciplinas) de ciencia y tecnología.**

Las disciplinas son determinadas por la comunidad científica y tecnológica internacional de acuerdo al estado del arte científico – tecnológico vigente. Cada disciplina está compuesta por una serie de sub disciplinas.

Elas son reguladas por organismos internacionales (tales como la UNESCO¹, OECD² y otros) y los respectivos organismos competentes nacionales (CONICYT en el caso de Chile). En Recuadro 3.1 se presenta una relación sintética de las disciplinas según la clasificación FOS del Manual de Frascati (OECD).

- **Campos de ciencia y tecnología.**

Los campos son agrupaciones de disciplinas de ciencia y tecnología que tienen un significado asumido en la sociedad, más allá de las especializaciones.

Su regulación internacional se realiza por los organismos ya señalados.

En Recuadro 3.1 se presenta una relación sintética de los campos de ciencia y tecnología de acuerdo a la clasificación FOS del Manual de Frascati, articuladas con sus respectivas disciplinas.

- **Multi - inter disciplinas de ciencia y tecnología.**

Las multi - inter disciplinas corresponden a las siguientes opciones:

- Disciplinas más complejas que corresponden a la sinergia de otras disciplinas y que son reconocidas como tales por la comunidad científica internacional (OECD, UNESCO u otro organismo competente).
Por ejemplo, geo ingeniería, astro ingeniería.
- Constructos nuevos de tipo instrumental para aplicar la selectividad.
Por ejemplo: Big Data (por ejemplo, establecido como prioridad por RU).

Recuadro 3.1	
Campos y disciplinas de Ciencia y Tecnología. FOS, Manual de Frascati.	
Campos	Disciplinas

¹ UNESCO. Disciplinas de Ciencia y Tecnología.

² OECD. Working Party National and Technology Field of Science (FOS) Classification in the Frascati Manual. 2007

1. Ciencias Naturales.	1.1 Matemática. 1.2 Computación y Ciencias de la Información. 1.3 Ciencias Físicas. 1.4 Ciencias Químicas. 1.5 Ciencias de la Tierra y Ciencias Medioambientales 1.6 Ciencias Biológicas. 1.7 Otras Ciencias Naturales.
2. Ingeniería y Tecnología.	2.1 Ingeniería Civil. 2.2 Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Informática. 2.3 Ingeniería Mecánica. 2.4 Ingeniería Química. 2.5 Ingeniería de los Materiales. 2.6 Ingeniería Médica. 2.7 Ingeniería en Medio Ambiente. 2.8 Biotecnología Medioambiental. 2.9 Biotecnología Industrial. 2.10 Nano-tecnología. 2.11 Otras Ingenierías y Tecnologías.
3. Medicina y Ciencias de la Salud.	3.1 Medicina Básica. 3.2 Medicina Clínica 3.3 Ciencias de la Salud. 3.4 Biotecnología de Salud. 3.5 Otras Ciencias Médicas.
4. Ciencias Agrícolas.	4.1 Agricultura, Forestal y Pesca. 4.2 Ciencias Lácteas. 4.3 Ciencias Veterinarias. 4.4 Biotecnología Agrícola. 4.5 Otras ciencias agrícolas.
5. Ciencias Sociales.	5.1 Psicología. 5.2 Economía y Negocios. 5.3 Ciencias de la Educación. 5.3 Sociología. 5.5 Leyes. 5.6 Ciencias Políticas. 5.7 Geografía Social y Economía. 5.8 Medios y Comunicaciones. 5.7 Otras ciencias sociales.

6. Humanidades.	6.1 Historia y Arqueología. 6.2 Lengua y Literatura. 6.3 Filosofía, Ética y Religión 6.4 Arte (Artes, Historia del Arte, Artes Escénicas, Música) 6.5 Otras Humanidades.
-----------------	--

3.3 Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad, y su evolución.

Los propósitos de selectividad corresponden a las motivaciones que tienen los gobiernos (o autoridades respectivas) para invertir en ciencia y tecnología.

Según criterios generales usados en OECD, los resultados esperados de la inversión en ciencia y tecnología se refieren a los nuevos conocimientos generados medidos por publicaciones ISI u otras calificadas, patentes y otros. Los impactos esperados corresponden a los efectos en la sociedad de tales resultados.

Las políticas selectivas que usan propósitos consideran combinaciones de temas, resultados e impactos. De aquí adelante se tratará como propósitos – resultados – impactos esperados.

La evolución se refiere a lo que ocurre durante el ciclo de vida de las políticas, programas y entidades que expresan las decisiones tomadas por los gobiernos o autoridades respectivas.

En este *framework* se distinguen los siguientes propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad (lista de principales, no exhaustiva):

- Desarrollo de capacidades y competencias en ciencia y tecnología.
Ejemplo: Programas de Innovation Canada.
- Competitividad internacional de la investigación.
Ejemplo: criterios de evaluación REF del RU.
- Desarrollo económico y social (desde la productividad hasta el empleo y el bienestar).
Ejemplo: las diversas líneas de I+D de los programas de Corea.
- Desarrollo y cuidado de salud humana.
Ejemplo: las diversas líneas de los NHI en EUA.
- Aseguramiento de fuentes de energía.
Ejemplo: las líneas del DoE de EUA.

- Desarrollo de energías renovables no convencionales.
Ejemplo: Programas de I+D de Alemania.
- Desarrollo de sistemas de defensa.
Ejemplo: las diversas líneas del DoD en EUA.
- Cuidado del medio ambiente.
Ejemplo: las diversas líneas del RCUK dedicado al medio ambiente (NERC).
- Cooperación internacional.
Por ejemplo: el aporte del RU (y de otros países) a la colaboración en I+D en la Unión Europea.

3.4 Combinaciones de ámbitos y propósitos – resultados - impactos.

Los ámbitos indicados en 3.2 y los propósitos – resultados – impactos indicados en 3.3 se pueden combinar para generar diversas convergencias de selectividad.

Existen muchas combinaciones posibles, y éstas aumentan frecuentemente en los países que están haciendo nuevas políticas y programas de ciencia tecnología de carácter selectivo. Ésta es una tendencia actual en varios países que se verifica en entidades públicas que configuran matrices de cruces y desarrollan road maps.

Más aún, los *policy makers* están viendo en esto un potencial valioso para lograr acuerdos entre actores muy diversos.

Un par de casos:

- Ciencia y Tecnología de la Información para Manufactura Avanzada.
Ejemplo: Programa Industria 4.0 de Alemania, en particular de programas del Fraunhofer Institut.
- Biotecnología para el Desarrollo Agroalimentario.
Ejemplo: Programa de los Países Bajos, en particular en Wageningen.

3.5 Instancias de decisión y mecanismos de definición sobre selectividad.

Las instancias y mecanismos de decisión corresponden a las entidades que utilizan los gobiernos (y las autoridades respectivas) para determinar en qué y en quiénes invertir en ciencia y tecnología.

En este *framework* se distinguen las siguientes instancias y mecanismos de decisión sobre de selectividad, que se han identificado en la experiencia internacional:

- **Decisiones de los gobiernos centrales.**

Corresponden principalmente a las decisiones de:

- Creación de nuevas instituciones físicas y programas que se hacen cargo del desarrollo en ciencia y tecnología.

Se pueden distinguir:

- ✓ Entidades de financiamiento público en determinados ámbitos científico tecnológicos (agencias). Por ejemplo, los Research Councils en Reino Unido.
- ✓ Entidades de realización de I+D u otras actividades de ciencia y tecnología. Por ejemplo, Institutos de Investigaciones del Corea (GRI), RU y otros.
- ✓ Entidades para generar información útil. Por ejemplo, STEPI en Corea.
- ✓ Entidades para realizar evaluaciones profesionales e independientes sobre la ejecución de los Programas. Por ejemplo, KEIT en Corea.
- ✓ Entidades de Estado.

- Término o transformación (incluyendo fusiones) de tales entidades y programas.

- Aumento o disminución de la inversión estatal en tales entidades y programas.

- Articulación de tales entidades y programas con otros actores públicos y privados para obtener los beneficios para el país.

- **Decisiones de los Ministerios.**

Corresponden a las actuaciones de los ministerios en su gestión operacional y estratégica, tanto en forma individual como colectiva entre ellos, sobre ciencia y tecnología.

Se distinguen:

- Declaraciones orientadoras a la comunidad (incluyendo visiones y planes estratégicos).
- Negociación y distribución presupuestaria entre entidades y programas ya existentes a nivel de toda la inversión pública en ciencia y tecnología.
- Creación, modificación y término de programas de inversión en I+D y otros temas.

- **Reglas y mecanismos de decisión.**

Corresponden a las reglas y mecanismos de:

- Evaluación y selección de propuestas que se realizan en las convocatorias públicas de algunas de las entidades ya existentes, a saber: entidades de financiamiento público en ciencia y tecnología (agencias o administradoras de fondos); programas públicos; institutos y universidades financiados con recursos públicos.

Estas reglas consideran usualmente criterios de: calidad, resultados, impactos y otros.

Los mecanismos usuales son protocolos de: directorios, paneles, evaluadores independientes.

- Monitoreo, evaluación y seguimiento de los programas, políticas y entidades, como también para la respectiva toma de decisiones.

Esto considera:

- ✓ Paneles internacionales de acompañamiento.
- ✓ Metodologías de evaluación de medio término y final.
- ✓ Divulgación temprana de resultados a través de las redes sociales.
- ✓ Criterios para la toma de decisiones sobre los programas en ejecución (continuar, suspender, transformar, otras).

- **Regulaciones.**

Corresponden a regulaciones de diversa naturaleza que implican inversiones y orientaciones de la actividad en ciencia y tecnología.

Se distinguen dos tipos de regulaciones:

- Regulaciones para incentivar la I+D en forma indirecta.
Por ejemplo, crédito tributario para los gastos de I+D de las empresas.
- Regulaciones sobre medio ambiente, salud humana, alimentación, construcción y varias otras, que crean demanda de I+D en forma indirecta.

4. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL SOBRE SELECTIVIDAD EN CIENCIAS: CASO DE PAÍSES DESARROLLADOS.

En este capítulo se aborda la experiencia internacional sobre selectividad (explícita e implícita) en ciencias a través de análisis en países desarrollados. En capítulo 5 se aborda el análisis en países emergentes.

Estos análisis son útiles para la caracterización sobre el caso chileno que se presenta en capítulo 6 usando el *framework* descrito en el capítulo 3.

En este capítulo se presenta la experiencia de selectividad (explícita e implícita) en ciencias en países desarrollados mediante:

- Una perspectiva global (4.1).
- Un caso de estudio seleccionado: Reino Unido (4.2)

4.1 Perspectiva global.

A partir del análisis de diversas fuentes de información, una perspectiva global sobre la realización de selectividad (explícita e implícita) en ciencias en los países desarrollados se puede sintetizar en los siguientes temas que se exponen a continuación:

- Relato evolutivo sintético (4.1.1)
- Fundamentos utilizados para realizar selectividad (4.1.2).
- Instancias para realizar selectividad (4.1.3).
- Críticas sobre la selectividad realizada en los países desarrollados (4.1.4).
- Respuestas a los riesgos y a las críticas hechas a la selectividad (4.1.5).

4.1.1 Relato evolutivo sintético.

Los principales aspectos observados en la experiencia de los países desarrollados sobre la evolución de la selectividad (explícita e implícita) en ciencias son:

- **Aumento de la inversión pública de los países desarrollados en ciencias a partir de 1950 y uso de instrumentos diversos (incluyendo algunos selectivos).**

Como consecuencia de la segunda guerra mundial, a partir del año 1945, se produjo una significativa valorización de la ciencia y la tecnología en los países, tanto en los gobiernos como en las universidades y empresas.

Por ejemplo, basado en los planteamientos del ingeniero y científico Vannevar Bush³ y otras personas, el gobierno de EUA tomó la decisión de invertir crecientemente en I+D en diversos ámbitos. Así surgió un presupuesto dedicado a I+D en defensa, la NSF (1950), más adelante los NHI, la NASA (años 60s) y otras agencias. Estas asignaciones presupuestarias se hicieron con instrumentos transversales (neutros) como las líneas de NSF y otras líneas verticales (selectivas) como las de I+D en defensa. La selectividad basada en propósitos ha tenido importancia en Estados Unidos, como se puede apreciar en Recuadro 4.1 en que se presenta la distribución presupuestaria estatal en I+D.

Algo similar ocurrió, pero con algunas diferencias, en Francia, Reino Unido, Alemania y otros países.

Entre los años 50s y 70s el desafío de los países era desarrollar capacidades críticas en ciencia y tecnología, tanto por razones de seguridad como de desarrollo económico-social y de salud humana. Y también por la creciente valoración de la actividad científica por sí misma y su contribución cultural.

Esta época estuvo caracterizada por un aumento significativo del número de científicos en todos los países desarrollados.

- **Selectividad en algunos países como respuesta a la restricción de recursos.**

A partir de mediados de los años 70s, como consecuencia tanto de la crisis energética por el encarecimiento del petróleo como por la comprensión de los efectos colaterales de la industrialización y de la urbanización en la sustentabilidad ambiental, se empezó a levantar una crítica a la inversión en ciencia y tecnología ya que no ayudaba todo lo necesario a resolver esos problemas. Esto se agudizó al inicio de los años 80s, debido a la restricción de recursos que acaeció como consecuencia de la crisis económica.

Entonces, varios países desarrollados utilizaron la selectividad (principalmente basada en criterios de pertinencia) para orientar la asignación de financiamientos a la I+D en contextos más restrictivos. Esto ocurrió en países como Francia y Reino Unido, entre otros, con estrategias diferentes.

En Francia la selectividad se realizó por varios medios. CNRS evaluaba regularmente sus unidades e investigadores. Entre los años 80s y 90s, el gobierno francés privilegió el

³ Bush, Vannevar. Science: The Endless Frontier. 1945. Report to the President of USA from the Director of the Office of Scientific Research and Development.

financiamiento de los investigadores afiliados a CNRS. Asimismo, creó un sistema de contratos entre el Ministerio y las universidades las cuales debían priorizar las investigaciones a desarrollar y los investigadores involucrados.

En cambio, en el Reino Unido el estado enfatizó en unos sistemas de evaluación con algunos criterios comunes, además de una estructura de consejos especializados en investigación por ámbitos, según se expone en 4.2.

- **Selectividad para acelerar el desarrollo económico.**

A partir de los años 90s, y ya proyectado hacia el siglo XXI, se observa más actividad selectiva.

Por ejemplo, en Alemania los Institutos Fraunhofer crecen basados en el criterio de los tres tercios de fuentes de financiamiento (estatal, empresas, entidades públicas), lo cual conlleva una selectividad de los temas en I+D que les interesan a las industrias. Esto queda representado en las misiones y orientaciones de los más de 60 institutos Fraunhofer que ya existen en lo avanzado del siglo XXI.

En los años 80s, en los países emergentes como Corea, Israel, Singapur y otros se utilizó la selectividad como medio para concentrar recursos en I+D buscando efectos para acelerar su desarrollo económico-social.

Más allá de las iniciativas de cada país en forma aislada, se han generado iniciativas bilaterales y multilaterales que buscan la colaboración en torno a temas o propósitos seleccionados de I+D para promover el desarrollo económico-social y la competitividad.

A nivel bilateral, por ejemplo: la cooperación que Alemania y China han venido negociando desde 2015 sobre I+D+i en manufactura avanzada, lo cual demanda bastante actividad de I+D.

A nivel multilateral, por ejemplo: los programas de la Unión Europea en ciencia, tecnología e innovación en varios ámbitos, en particular en torno a la especialización de sus industrias.

- **Articulación de selectividad y transversalidad (no selectividad) en los financiamientos actuales.**

Los países desarrollados han evolucionado en sus sistemas de financiamiento de ciencia y tecnología hasta ser actualmente una combinación de instrumentos selectivos (explícitos e implícitos) y no selectivos.

Probablemente, el caso con mayor diversidad lo representa EUA. En Recuadro 4.1 se presenta su presupuesto estatal de I+D, en el cual se aprecia la significativa asignación de recursos a agencias selectivas en torno a determinados propósitos (defensa, salud, energía y otros).

Recuadro 4.1.

Presupuesto estatal de EUA en I+D (2015) ⁴ . Valores en millones US\$.			
Distribución por ámbito		Distribución por tipo I+D	
I+D en Defensa (DoD)	64.430	Investigación básica	32.079
I+D en Salud (NHI y otros)	31.069	Investigación aplicada	32.641
I+D en Energía (DoD)	12.309	Desarrollo	68.017
I+D en NASA	11.555	Equipamientos I+D	2.615
NSF	5.727		
I+D en Agricultura	2.447		
I+D en Comercio (NOAA, NIST)	1.597		
I+D en Seguridad Interna	876		
I+D en Geología (USGS)	686		
I+D en Transporte	865		
I+D en Medio Ambiente (EPA)	560		
I+D en Educación	336		
Otros rubros	2.895		
Total	135.352		

Más aún, para abordar algunos desafíos específicos, el gobierno de EUA ha organizado unos programas dedicados que articulan presupuestos de varias agencias, según se presenta en Recuadro 4.2. Se puede apreciar que estos programas selectivos apalancan incluso recursos de una agencia transversal como NSF.

Recuadro 4.2. Ejemplos de Programas Selectivos Multi - Agencias de EUA (2015). Millones US\$	
Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI)	1.537
Aporte de NSF (incluido en valor total)	412
Programa I+D en Tecnologías de Información y Redes	3.786
Aporte de NSF (incluido en valor total)	1.158

Esta orientación a la selectividad según propósitos (selectividad implícita latente en ciencias) también se puede apreciar desde la perspectiva de las instituciones. Por ejemplo, en Recuadro 4.3 se presenta la distribución de fuentes de financiamiento del MIT. Se

⁴ The 2015 Budget. Science, Technology, Innovation, and STEM Education. White House Office of Science and Technology Policy.

verifica que solo el 11% de su presupuesto de I+D proviene de NSF, siendo las otras fuentes de financiamiento en su mayoría selectivas. Es decir, una cantidad relevante de su I+D es del tipo *mission oriented*.

Recuadro 4.3.
Fuentes de Financiamiento de I+D de MIT (2015) ⁵

Fuentes de financiamiento	% del financiamiento total de I+D
DoD: Department of Defense	18%
NHI: National Health Institutes	17%
Empresas de las Industrias	17%
DoE: Department of Energy	12%
NSF	11%
Fundaciones y otras instituciones sin fines de lucro	11%
NASA	6%
Otras fuentes	8%

⁵ MIT Institutional Research, Office of the Provost. Research Expenditures by Primary Sponsor, 2015.

4.1.2 Fundamentos utilizados para realizar selectividad.

Los fundamentos expuestos en los países desarrollados para realizar selectividad (explícita e implícita) han sido hasta ahora los siguientes (algunos de ellos usados en forma separada, otras veces combinados):

- **Fortalecimiento de la seguridad y sistemas de defensa.**

Principalmente orientados a generar: capacidades disuasivas; ventajas decisivas; sistemas de defensa frente a diferentes amenazas.

Por ejemplo: inversiones en I+D del Departamento de Defensa de Estados Unidos (DoD).

- **Mejoramiento de salud humana.**

Principalmente orientados a: comprensión científica de las enfermedades más impactantes; generación de sistemas efectivos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades (lo que incluye fármacos y dispositivos médicos, entre otros); desarrollo de políticas públicas en salud.

Por ejemplo: inversiones en I+D en los National Health Institutes (NHI) de Estados Unidos.

- **Desarrollo económico y social.**

Principalmente orientados a: renovación y fortalecimiento de industrias existentes que son importantes según las características de los países (alimentos, manufactura, logística, energía, otras); desarrollo de nuevas industrias.

Por ejemplo, inversiones en I+D del Departamento de Energía (DoE) de Estados Unidos.

- **Aumento de sustentabilidad ambiental.**

Principalmente orientados a: comprensión científica del cambio climático, de la contaminación del medio, de la pérdida de biodiversidad; generación de soluciones tecnológicas que minimicen o eviten estos efectos; desarrollo de fuentes de ERNC; aumento de eficiencia energética.

Por ejemplo, inversiones de I+D del Programa de Energía Renovable del Estado de California en EUA.

- **Liderazgo científico – tecnológico.**

Principalmente orientados a: tomar posición de liderazgo en campos científicos o tecnológicos que son prioridades por criterios políticos o estratégicos. Entre ellos: exploración espacial; astronomía; genómica; computación y electrónica.

Por ejemplo: programas de NASA desde los años 60s en adelante; programa de electrónica y computación de Japón en los años 80s y 90s (que incluyó una línea dedicada a desarrollar supercomputadores).

- **Articulación con (otras) políticas públicas.**

Principalmente orientados a articularse con algunas políticas públicas en: desarrollo económico y productividad; mejoramiento de salud humana; cuidado del medio ambiente y sustentabilidad.

Por ejemplo: desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en Canadá para abordar la evolución de sus industrias, en particular a través de Innovation Canada.

4.1.3 Instancias para realizar la selectividad.

Las instancias para efectuar selectividad (explícita y e implícita) en los países desarrollados han sido diversas.

Entre ellas:

- **Instancias determinadas por las voluntades políticas relevantes.**

Iniciativas políticas determinadas por la convicción y la base de poder político del gobierno respectivo.

Por ejemplo: la creación de NASA en EUA; las iniciativas de ciencia y tecnología en Francia en los años 60s; el programa de desarrollo científico tecnológico del etanol en Brasil.

- **Decisiones de ministerios individuales o en forma colectiva.**

Determinación, diseño e implementación de políticas públicas o programas de I+D o de otra naturaleza que demandan I+D.

Por ejemplo: prioridades establecidas por el consejo de ministros británicos en los 2000s; políticas y programas del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Corea en los años 90s.

- **Instancias de negociación con los actores institucionales.**

Establecimiento de prioridades y propósitos en las transferencias de recursos desde el gobierno central a universidades e instituciones de I+D los cuales son frecuentemente negociados entre las partes.

Por ejemplo: parte del financiamiento de universidades en Francia; convenios de desempeños en Estados Unidos, Canadá y otros países.

- **Consejos nacionales.**

Cuerpos de toma de decisiones constituidos por ley para asignar recursos a entidades que realizan I+D (universidades, institutos y otros).

Por ejemplo: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK).

- **Directorios de entidades que realizan I+D.**

Estos pueden corresponder a entidades que se dedican a I+D como foco de su actividad (universidades, institutos de I+D) o empresas que realizan I+D (ya sea con recursos propios, de fondos de inversión o con crédito tributario I+D).

Ejemplos de entidades dedicadas a I+D: los institutos de investigación de Corea; los institutos CNRS. Ejemplos de empresas que realizan I+D: varios miles, entre ellas General Electric, Google, Pfizer.

Los directorios de estas entidades tienen relevancia en la priorización y selección de ámbitos de I+D.

La selectividad que realizan las empresas es considerada por algunos actores públicos para la toma de mejores decisiones.

- **Entidades de estudios de políticas públicas.**

Estas son entidades y organismos que realizan estudios de diagnóstico y prospectiva, a partir de lo cual formulan y proponen políticas y programas de inversión pública en I+D (y eventualmente en innovación).

Aun cuando no necesariamente deciden la asignación de recursos, estos organismos pueden llegar a tener gran influencia en las decisiones públicas.

Por ejemplo: NESTA en Reino Unido; STEPI en Corea; área de estudios de TEMASEK en Singapur.

4.1.4 Críticas sobre la selectividad realizada en los países desarrollados.

Al utilizar la selectividad (explícita e implícita) en los países desarrollados se levantaron algunas críticas provenientes de diversos actores.

Entre ellas:

- **Posible generación de privilegios para determinados actores (investigadores, instituciones).**

Por su naturaleza, la selectividad implica optar por unos temas o propósitos respecto de otros (que se minimizan o excluyen en el financiamiento público). Al seleccionar los temas o propósitos, los recursos fluyen a los actores (investigadores y entidades) que los pueden abordar.

Los actores asociados a los temas o propósitos no seleccionados no reciben ese flujo de recursos, salvo que se dediquen a aquellos seleccionados (si es que pueden).

La selectividad aplicada en forma extrema puede implicar la concentración de un exceso de recursos (más de lo necesario) en un tema o propósito determinado excluyendo de recursos a otras cuestiones también relevantes.

Por ejemplo: la selectividad hacia Ciencias Físicas aplicada en la ex Unión Soviética por sobre las Ciencias Biológicas, perjudicó a los biólogos, en particular a los especialistas en genética, produciendo un retraso relativo en estas disciplinas respecto de otros países. Por ejemplo: la enorme diferencia en el presupuesto de I+D estatal de EUA entre los ámbitos de salud humana y de educación.

- **Posible captura por grupos de interés.**

Este riesgo está asociado al tema señalado en el punto anterior. Determinados grupos de interés pueden promover y lograr la aplicación de selectividad, más allá de la validez del

tema o propósito, porque les significa obtener recursos y poder que de otra manera no tendrían en la misma magnitud.

Por ejemplo: los investigadores que trabajan en enfermedades de poca prevalencia en los NHI respecto de los investigadores que trabajan en enfermedades masivas.

Los grupos de interés científico se originan frecuentemente en la existencia de poblaciones importantes de investigadores en determinados campos científico-tecnológicos. Estas poblaciones se generan tanto por la aplicación de selectividad previa como también por efectos implícitos de las políticas transversales.

Por ejemplo, en el ámbito de ciencias biológicas en EUA, RU y otros países.

- **Riesgo de equivocarse y gastar los recursos en una dirección inconveniente.**

El riesgo de equivocarse está implícito en la toma de decisiones de cualquier tipo y, con mayor razón, al aplicar selectividad en ciencias debido a la alta incertidumbre característica de la I+D.

Por ejemplo: selectividad utilizada en Japón en los años 80s y 90s en los ámbitos de la ciencia y tecnología de supercomputadores, que no le dio suficiente importancia a la I+D en microprocesadores y redes computacionales (y que terminaron teniendo un impacto decisivo en el desarrollo de las TIC en el mundo).

- **Posible subordinación de la iniciativa científica a criterios económicos y de otro tipo.**

Esta crítica proviene principalmente de algunos científicos de aquellos países cuyos gobiernos han buscado aumentar la pertinencia y relevancia de su I+D en función de las necesidades de la sociedad y de las industrias.

Por ejemplo: aplicación del REF en Reino Unido en que se busca que la I+D tenga impacto en la sociedad (proyección en la industria o en cuestiones sociales, salud humana y otros), según se expone en sección 4.2.

- **Posible disminución de la libertad de los investigadores para seleccionar sus temas de investigación.**

Esta crítica está asociada al tema planteado en el punto anterior. Al buscar la articulación con las industrias y la sociedad, los investigadores ya no podrían definir sus proyectos de I+D solo en base a sus curiosidades y sus preferencias científicas, sino que deben hacerlo también en función de las necesidades e intereses de otros actores lo cual es percibido como una pérdida relativa de libertad.

- **Posible disminución de la calidad de la investigación.**

Esta crítica, que es también un posible riesgo, se origina en la pérdida potencial de la motivación intrínseca de los investigadores (que ha sido la base de muchos logros científicos), al intentar orientar la I+D hacia los temas y propósitos seleccionados por otros.

Esta potencial menor motivación puede conducir a actividades de I+D de menor calidad (calidad entendida como publicaciones con alto nivel de citaciones) al disminuir el compromiso y dedicación de los investigadores. Este riesgo está en gran medida determinado por los perfiles de los investigadores.

Por ejemplo: algunos menores resultados en determinadas instituciones de I+D que trabajan con selectividad temática externa respecto de otras que promueven la libre iniciativa y competencia de sus investigadores (lo que usualmente son incentivos naturales a la calidad y productividad científica).

Esta cuestión a veces ha conducido a debates sobre el significado de calidad de investigación.

- **Aumento de la priorización de la investigación aplicada (para atraer inversiones) respecto de la investigación básica, lo que podría traer efectos contraproducentes.**

Cuando la selectividad en ciencias se origina por inducción de la selectividad por criterios económico-sociales (o de otro tipo) existe la tendencia a favorecer la investigación aplicada respecto de la investigación básica.

Esto es natural y ocurre habitualmente en los países desarrollados y emergentes.

El riesgo se manifiesta cuando esta tendencia se exagera y se transforma en una pérdida de investigación básica valiosa, expresada tanto en talento científico como en resultados de las investigaciones.

- **Posible gasto en exceso en investigación básica respecto de investigación y desarrollo.**

Esta crítica, y riesgo, se generó en RU y otros países europeos en los años 80s cuando verificaron sus altos niveles de publicaciones pero limitadas transformaciones de los resultados de la investigación en tecnologías e innovaciones en la sociedad.

Por ello, varios países han venido haciendo reformas y ajustes a este respecto.

- **Posible desequilibrio entre disciplinas científicas al preferir el financiamiento de aquéllas en que las investigaciones son más baratas.**

Cuando la selectividad está inspirada por tener bajos costos de I+D, aunque con una razonable tasa de publicaciones, se origina el riesgo de sesgo hacia actividades más baratas.

Es sabido que las investigaciones en los campos de Medicina e Ingeniería son en general más caras que en otros campos y disciplinas. Por ello, se verifican relativamente menos proyectos en esos campos en países e instituciones con menores recursos.

- **Posibles sesgos y efectos indeseados de las evaluaciones económicas cuantitativas para seleccionar los proyectos.**

Cuando se consideran evaluaciones económicas cuantitativas para seleccionar proyectos de I+D (ya sea por la valorización económica de sus resultados o por los aportes de la industria), se corre el riesgo de favorecer más el uso de tecnologías existentes o en desarrollo que de iniciar nuevas investigaciones genuinas.

Esto puede limitar la expresión del potencial científico disponible.
Por ejemplo: crítica que han hecho algunos científicos del Reino Unido y Francia.

4.1.5 Respuestas a los riesgos y a las críticas hechas a la selectividad.

Varios países desarrollados y emergentes han ido respondiendo a los riesgos que representa la selectividad (explícita e implícita) y, con ello, han abordado también algunas de las críticas que se han generado (potenciadas por las redes sociales).

Las respuestas principales son:

- **Mayor transparencia en la toma de decisiones.**

Esto consiste en el aumento de la calidad y la oportunidad de la información sobre las decisiones y del acceso de la comunidad a ella.

- **Mejor gobernanza y *accountability*.**

Esto consiste en la combinación de: la rendición de cuenta pública de las inversiones realizadas; mejoramiento de la gestión de los proyectos y de los programas de I+D; sistemas de gobiernos más competentes y representativos con reglas claras y conocidas; sistemas de evaluación de programas durante su ejecución.

Una dificultad no completamente resuelta en los países desarrollados se refiere al cierre o salida de un programa o política selectiva que ha perdido vigencia o que no logró obtener los resultados buscados.

4.2 Caso de estudio seleccionado: Reino Unido.

Para el análisis de selectividad en ciencias en un país desarrollo se ha seleccionado el caso del Reino Unido por las siguientes razones: realiza una gran actividad científica, lo que provee una base amplia para obtener aprendizajes en diversos ámbitos; ha implementado diversos instrumentos a través del tiempo y está haciendo reformas; tiene una alta producción científica (una de las más altas del mundo); ha estado buscando aumentar la generación de resultados a partir de ella (en particular innovaciones) y lograr desempeños mejores como los que obtienen otros países.

La experiencia en selectividad en ciencias del Reino Unido (RU de aquí en adelante) se puede sintetizar en:

- Relato evolutivo sintético (4.2.1)
- Fundamentos utilizados para realizar selectividad (4.2.2).
- Instancias para realizar selectividad (4.2.3).
- Críticas sobre la selectividad realizada en los países desarrollados (4.2.4).

4.2.1 Relato evolutivo sintético.

Los principales aspectos de la evolución del Reino Unido en selectividad (explícita e implícita) en ciencias son:

- **RAE: Research Assessment Exercise.**

Debido a su situación económica con problemas importantes en los años 80s, el gobierno del RU hizo reducciones de financiamiento a la inversión pública en varios sectores, siendo uno de ellos el ámbito de ciencias en 1984 y años siguientes.

El nuevo financiamiento se acompañó de un sistema de evaluación de la calidad de las investigaciones (Research Assessment Exercise: RAE). Las evaluaciones se hicieron considerando, entre otros factores, las participaciones de entidades externas (Research Councils y empresas) así como los juicios de expertos de UGC (University Grants Committee) que funcionó desde 1919 a 1989, y que evolucionó ese año al University Funding Council (UFC) que responde al Parlamento.

Este tipo de iniciativas luego fue seguido por otros países.

En esta dinámica, la selectividad tomó la forma de pertinencia y relevancia con las prioridades de la sociedad y de los expertos en ciencia y tecnología de UGC (que luego evolucionó a UFC).

- **REF: Research Excellence Framework.**

En una nueva etapa de su evolución, en los años 2000s el gobierno del RU decidió hacer cambios y creó el Research Excellence Framework (REF), que después de una reforma, reemplazó al Research Assessment Exercise (RAE).

Esta reforma busca mejorar la asignación de recursos para la investigación del RU que realizan las universidades principalmente con financiamiento del Higher Education Funding Councils (HEFC). Con esto, se orienta la investigación a que sea más competitiva internacionalmente, además de: asegurar relevancia, incluyendo el impacto en la sociedad; evitar los incentivos perversos; incluir equidad y diversidad; disminuir la burocracia.

Para concebir esta reforma se logró el aporte de muchos actores a través del país, pero no todas las ideas originales se implementaron aunque sí las más acordadas.

En el contexto de REF, las instituciones pueden hacer sus presentaciones en 36 categorías temáticas.

Cada propuesta es evaluada en base a tres componentes (en las 36 categorías existentes):

- La calidad de los resultados de la investigación, con una ponderación de 65% del total.
- El impacto de la investigación más allá de la academia, con una ponderación de 20% del total. Este componente se empezó a aplicar en 2014 y representa una selectividad orientada a los intereses de la sociedad y la economía.

- El desarrollo del ambiente de investigación, con una ponderación de 15% del total.

El impacto se refiere a los efectos, cambios o beneficios para la economía, sociedad, cultura, política pública o servicios, salud, el medioambiente o calidad de vida, más allá de la academia.⁶ También se considera como impacto la reducción o prevención de daños, riesgos, costos u otros efectos negativos.

El impacto es evaluado en función de sus alcances y significados, independientemente de la localización geográfica local, regional o nacional en que ocurre.

Las evaluaciones son realizadas en 36 sub paneles de expertos los cuales son seleccionados mediante procesos de convocatorias públicas. Hacia 2015, estaban compuestos por 1052 miembros y asesores, siendo 77% académicos y 23% usuarios. Los paneles son 4 y supervisan las evaluaciones de los sub paneles; en ellos participan 23 miembros internacionales y 17 miembros usuarios.

Cada uno de los componentes (calidad, impacto, ambiente de investigación) es evaluado con pasos de 1%, a partir de lo cual se genera una calificación con diferentes niveles según se presenta en Recuadro 4.4

Los resultados obtenidos usando REF durante el proceso 2014 fueron los siguientes:

- ✓ Se presentaron 1.911 propuestas que representan:
 - 154 universidades del RU.
 - 52.061 académicos.
 - 191.150 resultados de investigación.
 - 6.975 estudios de impactos.
- ✓ La calidad de las propuestas fueron calificadas como:
 - 30% líderes mundiales (4 estrellas).
 - 46% internacionalmente excelentes (3 estrellas).
 - 20% internacionalmente reconocidos (2 estrellas).
 - 3% nacionalmente reconocidos (1 estrella).

Recuadro 4.4.		
Niveles de Calificación usados por el REF en RU: Calidad e Impacto.		
Nivel	Significado en Calidad	Significado en Impacto
4 estrellas	Calidad líder mundial en originalidad, significado y rigor.	Impacto sobresaliente en sus alcances y significados.

⁶ Assessment framework and guidance on submissions. REF-UK. REF02.2011, updated 2012.

3 estrellas	Calidad internacionalmente excelente en originalidad, significado y rigor pero que no alcanza los más altos estándares de excelencia.	Impacto muy considerable en sus alcances y significados.
2 estrellas	Calidad reconocida internacionalmente en de originalidad, significado y rigor.	Impacto considerable en sus alcances y significados.
1 estrella	Calidad que es reconocida nacionalmente en originalidad, significado y rigor.	Impacto reconocible pero modesto en sus alcances y significados.
Sin clasificar	Calidad que no alcanza los estándares de reconocimiento nacional.	Impacto no existe o es muy pequeño.

Como se puede apreciar en esta dinámica, la selectividad se orienta a favorecer el liderazgo y la competitividad internacional así como el impacto notable de la investigación del RU, todo lo cual implica asignar los recursos en los campos con mayores posibilidades de éxito.

- **Research Councils (RCUK) como entidades principales.**

- Los Research Councils son las principales entidades estatales que financian la ciencia en el RU, en asignando en conjunto aproximadamente 3.300 millones de libras por año.

En Recuadro 4.5 se presentan la serie de los 7 RCUK existentes en el RU, con sus respectivas asignaciones presupuestarias (2013).

Recuadro 3.5. RCUK : Research Councils del Reino Unido con sus asignaciones presupuestarias (2013)	
	Millones libras
Arts and Humanities Research Council (AHRC)	92
Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC)	489
Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)	870
Economic and Social Research Council (ESRC)	194
Medical Research Council (MRC)	790
Natural Environment Research Council (NERC)	393
Science and Technology Facilities Council (STFC)	502

--	--

Se puede apreciar la presencia del criterio de selectividad a nivel estructural tanto en las denominaciones de los RCUK (y sus respectivas misiones) así como en sus asignaciones presupuestarias.

- Todas las instituciones de educación superior (IES) que reciben financiamiento de los organismos estatales de educación son elegibles para obtener recursos de RCUK para investigación, formación de postgrado y actividades asociadas.
En estos casos, en forma similar a los institutos de investigación, la selectividad aplica en función de la pertinencia y relevancia de las propuestas evaluadas según los criterios de los RCUK.
- Los RCUK proveen recursos a los institutos de investigación en los cuáles tienen compromisos de largo plazo con financiamiento principal. En Recuadro 4.6 se presenta la lista de tales institutos.

Recuadro 4.6. **Institutos de Investigación del RU financiados por RCUK.**

Babraham Institute	MRC Institute of Hearing Research
Institute of Food Research	MRC The Gambia Unit
John Innes Centre	MRC Laboratory of Molecular Biology
Rothamsted Research	MRC Mitochondrial Unit
The Genome Analysis Centre	MRC Mammalian Genetics Unit
The Pirbright Institute	MRC Prion Unit
EURATOM/CCFE	MRC Toxicology Unit
The Francis Crick Institute	MRC Clinical Trial Service Unit
MRC Biostatistics Unit	MRC/UVRI Uganda Research Unit on AIDS
MRC Clinical Trials service Unit	National Oceanographic Centre
MRC Cognition and Brain Sciences Unit	NERC British Antarctic Survey
NERC British Geological Survey	NERC Centre for Ecology and Hydrology
Plymouth Marine Laboratory	Scottish Association for Marine Sciences
Diamond Light Source Ltd	Isaac Newton Group
Joint Astronomy Centre	UK Astronomy Technology Centre
STFC - Laboratories	

- Los RCUK también proveen recursos a organizaciones de investigación independientes (IRO, varias decenas de entidades) siempre que ellas dispongan de capacidades para realizar investigación y demuestren una capacidad para liderar y realizar los respectivos programas. Además, es necesario que demuestren capacidades financieras y legales.
En este caso, la selectividad aplica con los criterios establecidos por RCUK.
- Los RCUK no proveen recursos a las instituciones completamente públicas como es el caso de las entidades Catapult que apoyan la innovación a partir de la I+D.
- Los RCUK evalúan los proyectos y programas con criterios que se inspiran en las orientaciones del gobierno, pero que toman formas específicas para cada uno de los consejos. En el Recuadro 4.7 se presentan los criterios de evaluación y selección usados en los ámbitos de Biotecnología y Ciencias Biológicas (BBSRC) y de Ingeniería y Ciencias Físicas (EPSRC).

Recuadro 4.7.

Criterios de Evaluación que usan RCUK en la Selección de Proyectos y Programas⁷

BBSRC: Biotechnology and Biological Sciences Research Council. (Bioscience for the future, Building the Bioeconomy).

- ✓ Excelencia científica.
- ✓ Relevancia estratégica.
- ✓ Relevancia industrial y de los incumbentes.
- ✓ Impacto social y económico.
- ✓ Oportunidad y promesa.
- ✓ Valor a obtener por los recursos (*value for money*).
- ✓ Potencial del proyecto para la formación del personal.

EPSRC: Engineering and Physical Sciences Research Council.

- Calidad de investigación.
- Importancia nacional.
- Valor agregado.
- Vision global y ambición.
- Calidad del liderazgo.
- Estrategia de gestión.
- Impacto.
- Promoción de la ingeniería y de las ciencias físicas.

⁷ RCUK Information. www.RCUK.ac.uk, feb 216

- **Desafío crítico de RU.**

Es importante tener en perspectiva el esfuerzo importante que está haciendo el RU para renovarse en ciencia, tecnología, ingeniería e innovación.

Al respecto, en Recuadro 4.8 se pone en evidencia el desafío que enfrenta el RU respecto del desbalance entre su producción científica y su producción tecnológica (por ejemplo, número de patentes generadas).

En particular, en los campos de la Ingeniería y la innovación, el gran desafío para RU es el liderazgo marcado que han logrado Alemania y otros países. Por ejemplo, aunque Alemania tiene menos publicaciones per cápita y menos universidades en los *top 100* de los rankings, tiene mucho más producción de innovación tecnológica y unas industrias muy activas basadas en ellas.

En esto también influye la diferencia de sus sistemas educacionales de los países.

Recuadro 3.8. Desafío de RU en ciencia, tecnología e innovación: desbalance entre actividades científicas y resultados tecnológicos⁸.	
Población:	0,9% de la población del planeta.
Investigadores:	4,1% de los investigadores del planeta.
GERD:	3,2% del GERD del planeta.
Publicaciones:	6,4% de las publicaciones del planeta.
Citaciones:	11,6% de las citaciones del planeta.
Publicaciones altamente citadas:	15,0% del total del planeta.
Patentes:	1,8% de las patentes del planeta.

Desde la perspectiva del gasto total de I+D expresado como % PIB, el Reino Unido está por debajo de varios países desarrollados como se muestra en Recuadro 4.9. Asimismo, también su inversión estatal en I+D es menor expresada como % del PIB. Esta situación ha puesto en evidencia la necesidad que el RU aumente su inversión en I+D, algo de lo cual ha hecho en los años recientes.

⁸ World shares data derived from Elsevier - International Comparative Performance of the UK Research Base, 2013.

Recuadro 4.9. Porcentajes de gastos de I+D, estatales y totales, del RU y otros países⁹ (2013)		
País	I+D estatal como % PIB	I+D total como % PIB
Reino Unido	0,49	1,67
Alemania	0,85	2,85
Finlandia	0,86	3,31
Corea	0,95	4,15
EUA	0,76	2,73
Singapur	0,77	2,00

El gasto estatal del RU en I+D se presenta en Recuadro 4.10. Se puede apreciar que además de los consejos de investigación y de educación superior (RCUK, HEFC), el gobierno asigna recursos también a través de sus departamentos sectoriales (negocios, salud e innovación, transporte, energía, defensa y otros).

Recuadro 4.10. Gasto estatal del RU en I+D¹⁰ (año fiscal 2013). Millones de libras esterlinas.		
Ámbito Civil		9.072
Research Councils (RCUK)		3.366
High Education Founding Councils (HEFC)		2.297
Civil Departments		2.653
Business, innovation and skills	981	
Health	952	
Contribution of UK to European Union RD		756
Defensa		1.516
Investigación		586
Desarrollo		931
Total		10.588

⁹ Royal Academy of Engineering. Investing in Innovation, 2015.

¹⁰ Richard Keen. House of Commons Library. Briefing paper. Spending on Research and Development in the UK. July 2015.

El gasto total de I+D del RU se presenta en Recuadro 4.11, considerando fuentes y ejecutores tanto públicos como privados. Se puede apreciar la importante participación de las empresas, tanto en el financiamiento como en la realización de I+D, tanto del país como del extranjero.

Recuadro 4.11. I+D realizada en el RU por cada sector en función de la fuente de financiamiento (año calendario 2013). Millones de libras esterlinas.						
Sector que realiza I+D						
	Gobierno	RCUK	Educación Superior	Empresas	OSFL	Total
Sector que provee los fondos						
Gobierno	1.050	77	380	1.646	61	3.214
RCUK	60	600	2.121	3	115	2.899
HEFC	---	---	2.297	---	---	2.297
Instituciones ES	1	13	300	---	54	368
Empresas	239	25	313	12.750	16	13.343
OSFL	5	48	1.051	74	185	1.362

Extranjero	112	51	1.167	3.975	87	5.393
Total	1.467	813	7.628	18.448	518	28.875

Obs.-(1) Este Recuadro tiene diferencias con Recuadro 3.10 debido a que las bases anuales son diferentes (fiscal. calendario), a los valores netos respecto de los brutos y a la contribución a la UE.

(2) OSFL: Organizaciones Sin Fines de Lucro.

- **Investigación en las universidades del RU, como actores relevantes.**
 - Las universidades tienen un rol protagónico en la investigación en el RU, pero no hegemónico.
Elas representan aproximadamente un 27% del gasto de I+D del RU, lo que es superior al promedio de la OECD de 19%. El presupuesto total de I+D asignado en 2013 a universidades asciende a 7.628 millones de libras desde diferentes fuentes. El presupuesto total de investigación de las universidades creció en un 86% entre 1995 y 2011.
 - Es importante comprender el gasto de I+D de las universidades en el contexto del total de su financiamiento universitario, según se presenta en Recuadro 4.12.
Se puede apreciar la relevancia de la I+D en las universidades cuyo financiamiento alcanza al 28% del total del presupuesto universitario. Esto implica que la selectividad en ciencias tiene efectos importantes en la orientación de las universidades.

Recuadro 4.12. Distribución de fuentes de financiamiento de universidades del RU¹¹.		
Presupuesto total de las universidades: 30.738 millones de libras.		
Fuente	Monto (millones libras)	%
Grants de fondos	6.080	19,8%
Aranceles y contratos educativos	13.678	44,5%
Grants y contratos de investigación	5.083	16,5%
Otros ingresos	5.556	18,1%
Ingresos financieros	340	1,1%

¹¹ Higher Education Statistics Agency, 2014.

- El ambiente de colaboración entre universidades e industria ha avanzado bastante en el RU. El World Economic Forum¹² lo califica como el segundo mejor del mundo para la colaboración universidad – empresa en torno a I+D, hacia 2013.

4.2.2. Fundamentos utilizados para realizar selectividad.

Los principales fundamentos utilizados en RU para realizar selectividad en ciencias han sido hasta ahora:

- **Combinación de la selectividad con otros criterios.**

En el sistema científico del RU se observa el uso de una combinación de criterios: transversalidad, tradición británica en ciencias, selectividad, concentración, sustentabilidad.

La selectividad en ciencias es una política implícita como consecuencia de la aplicación de REF en HEFC y explícita según los criterios de RCUK y los criterios de los departamentos de gobierno. La aplicación de REF ha logrado muchos apoyos, pero también algunas posiciones adversas sobre los efectos del REF.¹³

En los últimos años ha aumentado la relevancia de la combinación selectividad – concentración – sustentabilidad, en particular a causa de REF.

El criterio de selectividad en el RU busca responder la siguiente pregunta: ¿A qué ámbitos dar apoyo y cuánto foco poner en las prioridades?

El criterio de concentración en el RU busca responder la siguiente pregunta: ¿A qué instituciones y equipos de I+D apoyar y cuán concentrado debe estar el financiamiento en aquéllas con los mejores desempeños?

El criterio de sustentabilidad en RU busca responder la siguiente pregunta: ¿Se están renovando las instituciones y su personal, sus infraestructuras y sus recursos?

A través de REF, los componentes de resultados e impactos abordan la selectividad con los propósitos principales que buscan liderazgo internacional e impactos notables en la sociedad.

En cambio, el componente de ambiente de investigación del REF aborda el tema de la sustentabilidad a través del tiempo.

Algo similar ocurre con los criterios de los RCUK.

- **Características de la selectividad estatal en RU.**

Las principales características de la selectividad en el Reino Unido son:

- Se aplica principalmente a los financiamientos a través de grants.
- Se orienta principalmente a la priorización de determinados ámbitos científico – tecnológicos y áreas de desafío (como las expresadas en los RCUK).

¹² World Economic Forum. The Global Competitiveness Report, 2012-2013

¹³ J.R Schackleton, P. Booth. Abolishing the Higher Education Research Excellence Framework (REF). Institute of Economic Affairs. 2015.

- Usualmente se utilizan concursos competitivos en función de prioridades previamente definidas.
- Los criterios de adjudicación combinan criterios de promesa científica y de impacto económico social.
- Hace posible el foco de los recursos en algunos sectores de especialización del país (en el sentido de la especialización inteligente que se está realizando en Europa, la cual se refiere a las industrias que logran mejores desempeños en sus cadenas de valor integradas a través de TIC).
- Da una opción implícita de balances porcentuales entre los recursos asignados a investigación de libre iniciativa de los investigadores y, los recursos asignados con objetivos estratégicos.
Esto radica en la capacidad demostrada de los investigadores del RU de formular proyectos de su iniciativa que también se articulan con los objetivos estratégicos.

- **Priorización de algunos ámbitos.**

Este es el objetivo principal de la selectividad de campos científico-tecnológicos que se aplica a través de la estructura de los RCUK, según se indica en el Recuadro 4.5.

Además, el consejo de ministros del RU estableció unas prioridades sobre tecnologías relevantes según se muestra en Recuadro 4.13.

El gobierno del RU estableció en 2014 un conjunto de 5 orientaciones estratégicas prioritarias para la asignación de financiamiento a ciencia e investigación (Recuadro 4.14), lo cual influye en las diferentes organizaciones.

Recuadro 4.13. Prioridades genéricas relevantes del gobierno del RU en ciencia y tecnología.¹⁴
<i>Big data.</i> Espacio. Robótica. Ciencias de la vida. Medicina regenerativa. Agrociencias. Materiales avanzados y nanomateriales. Fuentes de energía y almacenamiento.

¹⁴ UK Ministers 8 Great Technologies.

Recuadro 4.14.

Cinco orientaciones estratégicas prioritarias del gobierno del RU para la asignación de financiamiento a ciencia e investigación 2015-2016¹⁵.

- ✓ Asegurar la excelencia con impacto, sosteniendo las capacidades nacionales y la competitividad internacional.
- ✓ Maximizar la contribución al crecimiento económico (y la estrategia industrial, con las 8 “grandes tecnologías”).
- ✓ Continuar mejorando la eficiencia de la base de investigación.
- ✓ Mantener un flujo sustantivo de nuevos investigadores y de talento de alto nivel.

• **Intento de mejoramiento del financiamiento.**

Al definir los fines de los tipos de selectividad que busca RU quedan más claros las formas de financiamiento que requiere en I+D y, por consiguiente mejora la pertinencia de tal financiamiento.

Por ejemplo: REF plantea el impacto como uno de los criterios importantes, lo cual orienta una selectividad implícita; RCUK plantea una selectividad explícita (o implícita latente) por ámbito. En esos casos las estructuras financieras de los programas son diferentes.

• **Búsqueda de aumento de los resultados de la investigación con impactos en la sociedad.**

Esto se refiere al aumento de los resultados de I+D en los ámbitos seleccionados con impacto en la sociedad. Esta orientación es consecuencia de la brecha existente en RU entre la producción científica y su transformación en resultados tecnológicos con impacto económico-social.

Las orientaciones prioritarias establecidas por el gobierno reflejan este propósito (Recuadro 4.14)

¹⁵ The Allocation of Science and Research funding 2015/2016. Investing in world-class science and research. Department for Business Innovation and Skills. 2014.

- **Valoración positiva de la selectividad en determinados ámbitos de la sociedad del RU.**

En la sociedad del Reino Unido se han expresado varias opiniones sobre la selectividad en ciencias, entre ellas:

- Esperado pronunciamiento ministerial sobre cómo el RU aborda su desarrollo basado en CTI.
Debido a la percepción imperante y a las expectativas de que el gobierno debía tomar decisiones frente al liderazgo creciente de otros países. Esta decisión se verificó en las asignaciones presupuestarias. El rol de los ministerios radicó en sus orientaciones estratégicas y en su poder para asignar presupuestos e influir en otros actores. En particular, respecto de la estrategia industrial.
- Alta valoración de las 8 prioridades seleccionadas (ver Recuadro 4.13).
- Percepción de que parte del financiamiento es adicional.
El gobierno aumentó su presupuesto total en 2015 respecto de años anteriores. Además, existe la percepción de que el gobierno debe aumentar todavía más su inversión en I+D.
- Consideración de que el RU debe dar respuesta rápida a grandes oportunidades y desafíos.

4.2.2 Instancias para realizar la selectividad en RU.

Las instancias para efectuar selectividad (explícita e implícita) en RU han sido hasta ahora:

- **Instancias determinadas por las voluntades políticas relevantes.**

Iniciativas políticas determinadas por la convicción y la base de poder político del gobierno respectivo.

Por ejemplo: la creación de los RCUK; la reforma de evaluación en HEFC a través de REF.

- **Decisiones de ministerios individuales o en forma colectiva.**

Determinación, diseño e implementación de políticas públicas o programas de I+D o de otra naturaleza que llevan implícito la I+D.

Por ejemplo: prioridades establecidas por el consejo de ministros británicos en los años 2000s; asignaciones del Department of Business, Innovation and Skills y de otros departamentos sectoriales del gobierno.

- **Instancias de negociación con los actores institucionales.**

Establecimiento de prioridades y propósitos en las transferencias de recursos desde el gobierno a universidades e instituciones de I+D, los cuales son frecuentemente negociados entre las partes.

Por ejemplo: acuerdos entre los departamentos de gobierno sobre contratos y *grants* específicos.

- **Consejos nacionales.**

Cuerpos de toma de decisiones constituidos por ley para asignar recursos a entidades que realizan I+D (universidades, institutos y otros).

Por ejemplo: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK); Higher Education Funding Councils (HEFC).

- **Directorios de entidades que realizan I+D.**

Estas pueden corresponder a entidades que se dedican a I+D como foco de su actividad (universidades, institutos de I+D) o empresas que realizan I+D (ya sea con recursos propios, de fondos de inversión o con crédito tributario I+D).

Ejemplos de entidades dedicadas a I+D: los institutos de investigación, varios de ellos financiados por RCUK. Ejemplos de empresas que realizan I+D: en petroquímica, farmacéutica, aeroespacial y otros.

Los directorios de estas entidades tienen relevancia en la priorización y selección de ámbitos de I+D. Esto es particularmente relevante en el caso de las empresas por lo significativo de su inversión en I+D.

- **Entidades de estudios de políticas públicas.**

Estos son, a partir de lo cual proponen políticas y programas de inversión pública en I+D (y eventualmente en innovación entidades y organismos que realizan estudios de diagnóstico y prospectiva).

Aun cuando no necesariamente deciden la asignación de recursos, estos organismos pueden llegar a tener gran influencia en las decisiones públicas.

Por ejemplo: NESTA, Royal Society, Royal Academy of Engineering.

4.2.4 Críticas sobre la selectividad realizada.

Al utilizar la selectividad (explícita e implícita) en el RU, se levantaron algunas críticas provenientes de diversos actores. Principalmente:

- **Posible generación de privilegios para determinados actores (investigadores, instituciones).**

En el proceso de la implementación de REF (uno de cuyos componentes es el impacto), esta crítica provino principalmente de aquellos investigadores con poca o nula interacción y experiencia con las industrias y con otros actores sociales del RU o extranjeros, respecto de aquellos investigadores que ya tenían tales vínculos y experiencias.

- **Posible captura por grupos de interés.**

Esta crítica ha provenido de actores diversos.

Los investigadores dedicados a la investigación aplicada venían haciendo esta crítica por décadas respecto de los investigadores más dedicados a la investigación básica (por la concentración y sesgo que se estaba produciendo).

Una vez que se empezó a aplicar el criterio de impacto, los investigadores más básicos hicieron la crítica por la orientación de los recursos para esos otros fines.

Asimismo, debido a que la REF actúa en base a instituciones y no a proyectos, se generó una mayor concentración en algunas instituciones. Esto no refleja necesariamente un mejoramiento de la calidad (lo cual ha sido motivo de otra crítica).

- **Riesgo de equivocarse y gastar los recursos en una dirección inconveniente.**

Esta crítica ha venido principalmente de algunos economistas y *policy makers* que consideran muy difícil elegir a los actores ganadores (*pick the winners*).

El gobierno moderó la aplicación de selectividad por ello.

- **Posible subordinación de la iniciativa científica a criterios económicos y de otro tipo.**

Esta crítica proviene principalmente de algunos científicos por la aplicación del REF en que se busca que la I+D tenga proyección en la industria o en cuestiones sociales (salud humana y otros).

Ellos perciben que la ciencia del RU tiene riesgo de quedar subordinada a las contingencias.

- **Posible disminución de la libertad de los investigadores para seleccionar sus temas de investigación.**

Esta crítica está asociada a lo anterior, debido a que los objetivos se fijan en forma importante con criterios diferentes a los intereses de los investigadores.

En todo caso, los investigadores del RU han demostrado su capacidad de articulación entre sus intereses científicos y las orientaciones estratégicas del país.

- **Posible disminución de la calidad de la investigación.**

Esta crítica, que es también un posible riesgo, se originó en el sentimiento de algunos investigadores respecto de que la selectividad con criterios económicos y sociales puede disminuir la calidad de la investigación.

- **Aumento de la priorización de la investigación aplicada (para atraer inversiones) respecto de la investigación básica, lo que podría traer efectos contraproducentes.**

Esta crítica se origina en algunos investigadores, principalmente en reacción al REF y a otras políticas de gobierno, que perciben que se puede dañar parte de la base de investigación del RU (como una tradición británica de alta reputación).

- **Riesgos específicos de las priorizaciones que se usan al aplicar selectividad.**

Algunos temas que han surgido en los análisis formales sobre selectividad en RU son:

- Cómo evitar unas categorías genéricas que cubren clases amplias de investigación (por ejemplo, medio ambiente) o demasiado específicas. Esto implica definir niveles adecuados de especificidad que tengan sentido (granularidad).
 - Cómo abordar la interdependencia de prioridades (por ejemplo, cuando un área prioritaria depende de otra que no es considerada prioritaria).
 - Cómo abandonar o disminuir los recursos a áreas no prioritarias considerando la resistencia de los investigadores involucrados.
-
- **Generación de actitudes negativas entre los actores.**

Se ha identificado la presencia de algunas actitudes negativas respecto de las decisiones tomadas en el RU, entre ellas:

 - El hecho que los RCUK tengan unos planes y pretendan definir las formas de investigación que ellos financian en los diversos actores.
 - Se pueda afectar las bases científicas en las que el RU es un reconocido líder.
 - Se pueda afectar el otorgamiento regular de *grants* de investigación y el financiamiento de la formación de doctores.
 - Efectos en las áreas cuyo presupuesto se recorta respecto de las áreas que obtienen más financiamiento.
 - Efectos de las acciones de concentración en instituciones (a través de los *grants* institucionales).

5. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL SOBRE SELECTIVIDAD EN CIENCIAS: CASO DE PAÍSES EMERGENTES.

En este capítulo se presenta una visión de la selectividad (explícita e implícita) en ciencias en países emergentes mediante:

- Una perspectiva global (5.1).
- Un caso de estudio seleccionado: Corea del Sur (5.2).

Los países emergentes son interesantes de considerar para Chile pues están en transición a ser países desarrollados, mostrando a la vez algunas características avanzadas y otras atrasadas (en términos políticos, económicos, sociales y, por cierto, científico - tecnológicos).

Por consiguiente, para Chile es posible aprender de sus procesos de transformación.

Ejemplos de países considerados emergentes son: Corea del Sur, Israel, Brasil, Nueva Zelanda, Polonia, México y algo más de 10 países. Algunos países son todavía emergentes, otros lo fueron y ya han transitado a ser desarrollados.

5.1 Perspectiva global.

Una perspectiva global sobre la realización de selectividad (explícita e implícita) en ciencias en los países emergentes se puede sintetizar en:

- Relato evolutivo sintético (5.1.1)
- Fundamentos utilizados para realizar selectividad (5.1.2).
- Instancias para realizar selectividad (5.1.3).
- Críticas sobre la selectividad realizada en los países desarrollados (5.1.4).
- Respuestas a los riesgos y a las críticas hechas a la selectividad (5.1.5).

5.1.1 Relato evolutivo sintético.

Los principales aspectos de la evolución observados en la experiencia de los países emergentes en selectividad (explícita e implícita) en ciencias son:

- **Necesidad y disposición de usar la ciencia y la tecnología como una herramienta de desarrollo económico y social.**

Fenómeno organizado principalmente como aprendizaje desde la experiencia de los países desarrollados, usualmente con enfoques diferentes a los usados por estos.

Estas diferencias radican tanto en las culturas como en el intento de evitar decisiones y trayectorias que han demostrado baja efectividad.

- **Selectividad en algunos países como respuesta a la escasez de recursos.**

Algunos países emergentes realizaron selectividad debido a la escasez inicial de sus recursos y agravados como consecuencia de las dificultades económicas de los años 80s, y de los períodos de dificultades en los años 90s y 2000s.

Han perseverado en la aplicación de selectividad en la medida que hay ido obteniendo resultados positivos, como por ejemplo Corea.

- **Selectividad para acelerar el desarrollo económico y alcanzar a los países desarrollados (velocidad en el cierre de brechas).**

Los países desarrollados usan actualmente selectividad para mantenerse competitivos unos respecto de otros.

En cambio, los países emergentes usan la selectividad tanto para alcanzar los niveles de los países desarrollados (catch up) como para intentar superarlos y mantenerse competitivos en ese nuevo conglomerado.

5.1.2 Fundamentos utilizados para realizar selectividad en los países emergentes.

Los fundamentos identificados en los países emergentes para realizar selectividad en ciencias (explícita e implícita) han sido hasta ahora:

- **Fortalecimiento de seguridad y sistemas de defensa.**

A diferencia de los países desarrollados, este fundamento es bastante menos usado en los países emergentes (con la notable excepción de unos pocos, como Israel).

- **Mejoramiento de salud humana.**

Este fundamento es utilizado en los países emergentes, aunque no con la intensidad de los países desarrollados.

Principalmente orientados a: comprensión científica de las enfermedades más impactantes para los respectivos países; generación de sistemas efectivos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades; desarrollo de políticas públicas en salud.

- **Desarrollo económico y social.**

Este es el principal fundamento utilizado en los países emergentes para la selectividad en ciencias (Corea del Sur, Singapur, China, Brasil).

Principalmente orientados a: renovación y fortalecimiento de industrias existentes que son importantes según las características de los países (alimentos, manufactura, logística, otras); desarrollo de nuevas industrias; aumento de competitividad y productividad.

- **Aumento de sustentabilidad ambiental.**

Este fundamento de selectividad se usa bastante menos en los países emergentes respecto de los países desarrollados, pero eso está empezando a cambiar producto de los impactos en las poblaciones urbanas y en sus industrias.

Principalmente orientados a: comprensión científica del cambio climático, de la contaminación del medio, generación de soluciones tecnológicas que minimicen o eviten estos efectos como remediación; desarrollo de fuentes de ENRC; aumento de eficiencia energética.

- **Liderazgo científico – tecnológico.**

La búsqueda del liderazgo científico tecnológico es mucho menos frecuente en los países emergentes que en los países desarrollados, pero tiene una expresión que está aumentando en la medida que las economías de esos países compiten con las de los países desarrollados.

Principalmente orientados a: tomar posición de liderazgo en campos científicos o tecnológicos que se priorizan con criterios políticos o estratégicos. Entre ellos: biotecnología; tecnologías de información y comunicaciones.

- **Articulación con (otras) políticas públicas.**

Principalmente orientados a articularse con políticas públicas en: desarrollo económico y productividad; mejoramiento de salud humana; cuidado del medio ambiente y sustentabilidad.

5.1.3 Instancias para realizar la selectividad.

Las instancias para efectuar selectividad (explícita e implícita) en los países emergentes son tan variadas como en los países desarrollados, aunque con menor experiencia.

Estas instancias han sido hasta ahora:

- **Decisiones a nivel del gobierno central.**

Desde los años 60s se han venido realizando iniciativas políticas determinadas por la convicción y la base de poder político de los gobiernos de países emergentes como Corea, Israel, Brasil y otros.

Estas decisiones se han materializado en: creación de agencias públicas de ciencia y tecnología, en algunos casos ministerios dedicados; creación de institutos de I+D; programas específicos para abordar algunos propósitos de desarrollo que requieren actividades y resultados de I+D.

- **Decisiones de los ministerios.**

En los países emergentes que crearon ministerios de ciencia y tecnología, como Nueva Zelanda y Corea, ellos tomaron un rol protagónico en: creación de programas y entidades de I+D, algunas de carácter selectivo; definición, implementación y evaluación de las políticas de ciencia y tecnología; proveer apoyo a la I+D.

Asimismo, en algunos países también tienen un protagonismo en ciencia y tecnología algunos ministerios sectoriales como los de defensa, energía, comercio y otros.

- **Propuestas de políticas originadas en entidades de estudio.**

Las entidades de estudio tienen menos expresión en los países emergentes que en los países desarrollados. No obstante, desde los 80s han empezado a tener cada vez más relevancia debido a las necesidades de disponer de buena información y capacidad de análisis sobre las diversas actuaciones en ciencia y tecnología. Por ejemplo, como STEPI en Corea, área de estudios de TEMASEK en Singapur.

Asimismo, este tipo de entidades contribuye directamente a la generación de políticas públicas.

- **Instancias de negociación con los actores institucionales.**

Establecimiento de prioridades y propósitos en las transferencias de recursos desde el gobierno central a universidades e instituciones de I+D los cuales son frecuentemente negociados entre las partes.

- **Directorios de las entidades de I+D.**

Los directorios de los institutos de investigación y otras entidades de I+D toman decisiones sobre prioridades de I+D al interior de sus instituciones.

Asimismo, los directorios de empresas toman decisiones importantes sobre la selectividad de la I+D que realizan.

5.1.4 Críticas sobre la selectividad realizada en Corea.

Al utilizar la selectividad (explícita e implícita) en los países emergentes han surgido críticas provenientes de diversos actores, aunque en forma muy heterogénea entre los países (principalmente como consecuencia de sus diferentes culturas y contextos).

Algunas críticas son las mismas que se expresan en países desarrollados, pero hay otras:

- **Posible generación de distorsiones entre actores, incluso con poca transparencia y eventualmente con trato discriminatorio.**

La tendencia a acelerar la obtención de resultados de selectividad implicó algunos casos de uso prácticas inadecuadas, además de algunos efectos por insuficiente prolijidad.

- **Desbalance entre los tipos de investigación (investigación básica e investigación aplicada).**

En los países emergentes se verifican situaciones muy diversas de balance entre investigación básica e investigación aplicada.

En algunos países predomina la investigación básica; en otros predomina la investigación desarrollada. Asimismo, al menos al inicio de las actuaciones de políticas, es escasa la actividad en desarrollo tecnológico.

Los gobiernos de los países emergentes han tenido dificultades para lograr el balance conveniente para abordar sus desafíos, generándose algunas críticas cualesquiera sean las orientaciones de sus decisiones.

- **Duplicación de esfuerzos entre ministerios insuficientemente coordinados o de estos con las industrias.**

Se han verificado algunas descoordinaciones e incluso duplicaciones entre los ministerios de los países emergentes en sus esfuerzos por desarrollar las políticas de ciencia y tecnología, algunas de ellas de carácter selectivo.

- **Posible captura por grupos de interés.**

Este riesgo se ha manifestado en algunos países emergentes, en particular con la orientación de esclarecer a quiénes debería genuinamente favorecerse.

- **Riesgos específicos de las priorizaciones que se usan al aplicar selectividad.**

Los países emergentes, a diferencia de los países desarrollados, buscan realizar el *catch up* en algunos ámbitos.

Por ello, en los análisis formales se identifican los siguientes riesgos:

- Escoger ámbitos poco fértiles en resultados.
- Cómo invertir oportunamente sin atrasos los montos adecuados al ámbito respectivo (sincronismo de la inversión con las necesidades y las oportunidades).
- Cómo abandonar o disminuir los recursos a áreas que pierden prioridad o en que se ha detectado duplicidad inconveniente, y realizar la transición a otras.

- **Generación de actitudes negativas entre los actores.**

En los países emergentes, en parte por el menor grado de madurez respecto de los países desarrollados, se han generado algunas actitudes negativas del siguiente tipo:

- Actitud paternalista de los actores y limitación de la iniciativa de las personas (excesiva relevancia del gobierno en algunos casos).
- Efectos culturales de las eventuales discrecionalidades.

5.2 Caso de estudio seleccionado: Corea del Sur.

Para el análisis de selectividad (explícita e implícita) en ciencias en un país emergente se ha seleccionado el caso de Corea del Sur por las siguientes razones: ha abordado el desarrollo científico – tecnológico con determinación desde unas condiciones nacionales iniciales precarias y ha avanzado sostenidamente hasta tener varios éxitos, lo que provee una base amplia para obtener aprendizajes sobre sus transformaciones (más allá de las diferencias culturales); ha implementado diversos instrumentos a través del tiempo haciendo evolucionar su sistema CTI en base a ellos; tiene actualmente una razonable y competitiva producción científico – tecnológica; busca aumentar la generación de resultados a partir de ella, en particular con innovaciones, y lograr desempeños altos para alcanzar a los países desarrollados.

La experiencia en selectividad (explícita e implícita) en ciencias de Corea del Sur (Corea de aquí en adelante) se puede sintetizar en:

- Relato evolutivo sintético (5.2.1)
- Fundamentos utilizados para realizar selectividad (5.2.2).
- Instancias para realizar selectividad (5.2.3).
- Críticas sobre la selectividad realizada en Corea (5.2.4).

5.2.1 Relato evolutivo sintético.

Los principales aspectos de la evolución de Corea respecto de la selectividad (explícita e implícita) en ciencias son:

- **Inicio con voluntad política y recursos escasos.**

Corea tiene limitados recursos naturales a partir de los cuáles construir una importante generación de valor.

Por ello, en los años 60s, su gobierno tomó la decisión de orientar el desarrollo económico del país en base a industrias con capacidad relevante de exportación. Con esta determinación de participar en los mercados internacionales con productos manufacturados, se requirió abordar también el desarrollo científico – tecnológico que le diera sustento.

Así se dio curso a la atracción de inversión extranjera en industrias dinámicas y a la inversión estatal en ciencia y tecnología en torno al desarrollo de las industrias locales, en un contexto de escasez inicial de recursos financieros, debido tanto a la pobreza del país como a las consecuencias de la guerra de los años 50s.

Fue relevante en este desarrollo la situación geopolítica del país, en particular en su progresiva competencia económica en algunas industrias con otros países de la región como Japón.

En esta dinámica inicial, la selectividad tomó las formas de pertinencia y relevancia con las prioridades de las industrias a ser desarrolladas (entre las cuáles destacaban la infraestructura y la manufactura). Por consiguiente, desde la perspectiva de las ciencias, la selectividad inicial fue implícita latente.

Asimismo, se dio un impulso a la educación en diferentes niveles institucionales, la que ya tenía una base valiosa en las familias principalmente a causa de la cultura confucionista que valora la educación y la auto superación.

- **Desarrollo institucional y estrategia de selectividad.**

Progresivamente desde los años 60s, Corea fue desarrollando su institucionalidad en ciencia y tecnología. Creó el KIST en 1966, el MOST en 1967, el KAIST en 1971, el acuerdo de desarrollo tecnológico en 1981 y así progresivamente con nuevas entidades hasta ahora.

Cada una de estas instituciones fue adicionando capacidades al sistema en: número de científicos e ingenieros; laboratorios y equipamientos en el estado del arte; recursos materiales y financieros dedicados. Por ejemplo, el KIST contaba con aproximadamente 3.000 investigadores en 2014.

Esta evolución ha estado gobernada por la estrategia: Seleccionar y Focalizar.

La Selección se refiere a los campos científico – tecnológicos a abordar. El Foco se refiere a concentrar los esfuerzos en determinadas industrias. Los focos fueron progresivamente: al comienzo la atracción de inversión extranjera industrial favoreciendo la transferencia tecnológica al país y el aprendizaje científico; en los años 60s las industrias livianas locales; en los años 70s las industrias pesadas; en los años 90s las industrias de tecnologías de información; y así sucesivamente hasta ahora.

La estrategia de Seleccionar y Focalizar fue siendo aplicada en forma persistente a través de los años con los actores, aprendiendo a partir de las evidencias de lo que funcionaba o no. Asimismo, fue evolucionando en función de los cambios en los contextos nacional e internacional de las industrias y de los propios avances de la ciencia y tecnología. Esta evolución implicó el crecimiento del sistema científico – tecnológico y su flexibilidad para ir adaptando las instituciones y las organizaciones.

En esta dinámica, la selectividad buscó favorecer el desarrollo económico y social del país, intentando asignar los recursos en forma eficiente.

- **STEPI y los estudios para apoyar la toma de decisiones.**

Para orientarse en la creciente complejidad del contexto y apoyar la estrategia Seleccionar y Focalizar, el gobierno creó en 1987 el STEPI (el Instituto de Políticas de Ciencia y Tecnología), una suerte de *think tank* que tiene el fin de estudiar lo necesario para tomar buenas decisiones en materias de inversión, difusión y orientación a los actores en los campos de ciencia y tecnología y, en años más recientes, en innovación.

Uno de los primeros trabajos de STEPI fue desarrollar una prospectiva científico – tecnológica para un período de 10 años. Con este y otros estudios, quedó en evidencia que era necesario una renovación del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Corea, lo cual ocurrió hacia fines de los años 90s.

Esta renovación del sistema se originó en la detección oportuna de las nuevas tendencias internacionales en ciencia y tecnología a la par de la valoración de los significativos avances ya realizados por el país y sus proyecciones, los que ponían en evidencia que el modelo requería cambios para abordar los desafíos nuevos.

Esto dio lugar al plan estratégico de 1999 para el período 2000 – 2025.

STEPI hizo evolucionar la selectividad desde unos criterios principalmente voluntaristas de los años 60s, anteriores a su creación, hacia unos criterios basados en evidencias a partir de los años 90s. Ello fue posible debido a la orientación hacia la generación de información de calidad y al trabajo sistemático con las instituciones de I+D y las empresas. Con este esfuerzo sistemático, STEPI ha logrado configurar la Política de Ciencia y Tecnología de Corea¹⁶.

- **Plan Visión 2025.**

En 1999, el gobierno coreano lanzó una iniciativa estratégica de largo plazo: la Visión para el Desarrollo de Ciencia y Tecnología hacia el 2025 (Visión 2025)¹⁷. La iniciativa incluye 40 tareas y 20 recomendaciones para orientar la transición hacia una economía avanzada y próspera a través del desarrollo científico – tecnológico.

Los objetivos están organizados en tres etapas en un periodo de 25 años. Cada etapa fue definida por un tema que le daba unidad de propósito:

- Etapa 1 (2005): Poner las capacidades coreanas en ciencia y tecnología a niveles competitivos con los países líderes movilizand los recursos, expandiendo la infraestructura industrial, y mejorando las leyes y regulaciones relevantes.
- Etapa 2 (2015): Posicionarse como un país principal en I+D en la región Asia – Pacífico, comprometiéndose activamente en iniciativas científicas y creando un nuevo ambiente orientado a promover la I+D.
- Etapa 3 (2025): Asegurar la competitividad científico – tecnológica de Corea en áreas seleccionadas respecto de los países G-7.

El plan para abordar la Visión 2025 consideró los siguientes objetivos principales:

- Cambiar desde un sistema de innovación conducido por el gobierno a un sistema de innovación conducido por el sector privado.
- Mejorar la efectividad de la inversión nacional en I+D.
- Alinear el sistema local de I+D hacia su participación en una red global de I+D.
- Abordar los desafíos de las revoluciones de las tecnologías de información y de la biotecnología.

¹⁶ STEPI. Science and Technology Policy. Science and Technology That Changes World, Policy that Cares about Humanity.

¹⁷ Ministry of Science and Technology, Korea. Vision 2025: Korea's Long-term Plan for Science and Technology Development. 2000.

Se puede apreciar que con la Visión 2025, la selectividad fue evolucionando desde desafíos internos del país a desafíos internacionales y desde dinámicas más bien reactivas (selectividad para recuperar brechas respecto de los países desarrollados) a otras dinámicas abiertamente proactivas (liderazgo internacional en áreas como electrónica y TIC, por ejemplo).

En ello, Corea ha utilizado simultáneamente selectividades explícitas e implícitas.

- **Renovación del sistema de innovación de Corea.**

Acompañando el plan de la Visión 2025, el gobierno de Corea abordó la renovación de su sistema nacional de innovación.

En Recuadro 5.1 se presenta una síntesis de las principales medidas del programa para abordar es renovación.

Recuadro 5.1. Medidas del Programa de Corea para Renovar su Sistema Nacional de Innovación (2000).	
1.	Medidas para aumentar de nivel la capacidad de innovación de la industrias, las universidades y los institutos estatales de investigación
2.	Medidas para aumentar la eficiencia de la inversión en I+D y asegurar la existencia de trabajadores altamente calificados.
3.	Medidas para desarrollar tecnologías y actualizar el mecanismo de difusión. a. Desarrollar determinadas tecnologías para que actúen como motores del crecimiento futuro de la economía de Corea. En 2003 se identificaron 10 industrias como futuros motores económicos: i. Productos bio médicos. ii. Pantallas computacionales de nueva generación. iii. Semiconductores de nueva generación. iv. Automóviles del futuro. v. Baterías de nueva generación. vi. Robots inteligentes. vii. Televisión digital. viii. Comunicaciones móviles de nueva generación. ix. Redes de casas inteligentes. x. Contenidos digitales y soluciones de software. b. Ayudar a las industrias de materiales y componentes a mejorar su competitividad. c. Desarrollar la tecnología en áreas clave como: i. Futuras tecnologías centrales (por ejemplo: biotecnología y nanotecnología), ii. Megaciencia (por ejemplo: tecnologías del espacio y marinas), iii. Energía iv. Bienestar público (por ejemplo: salud, transporte). d. Fortalecer el mecanismo de difusión mediante la creación de intermediarios entre la invención tecnológica y la difusión, mejorar los esquemas de evaluación de tecnologías y fortaleciendo el sistema de derechos de propiedad intelectual. (por ejemplo, proveyendo información sobre patentes y facilitando los procesos de patentamiento).

- e. Promover la ciudad de ciencia Daedeok como una Región Especial de I+D y desarrollar clusters nacionales de innovación.

4. Medidas para aumentar de nivel el desempeño del sistema de innovación.

5. Medidas para aumentar de nivel la infraestructura de innovación.

Obs.- (*) En este recuadro se presenta la apertura en el tema 3 en lo referente a selectividad en ámbitos de ciencia y tecnología.

• **Desafío crítico actual de Corea.**

Corea ha desarrollado la ciencia y tecnología como un factor muy significativo en su progreso económico, social y cultural. En esto, el gobierno coreano ha sido persistente a través del tiempo, pero flexible para adaptarse a los cambios en los contextos y a la progresiva superación de las metas que se ha impuesto.

De esta manera, el desafío actual (2014) de Corea ha llegado a ser: lograr una economía vibrante y el bienestar del pueblo coreano desarrollando y aplicando políticas científico – tecnológicas que abarquen la gente, la sociedad y el espíritu de los tiempos. Esto con el propósito de transformar a Corea en un país lleno de esperanza y felicidad, aunque esta orientación es todavía de carácter más integradora de las políticas y actuaciones existentes, que de nuevas políticas específicas.

Así se busca avanzar más allá de la participación en la sociedad del conocimiento.

Estos propósitos han empezado a plantear nuevos requerimientos de selectividad.

• **Investigación en las instituciones de Corea.**

Ha habido un rol dinámico de las instituciones coreanas en I+D. En un período intermedio de 20 años se pueden evidenciar los cambios que se indica a continuación¹⁸.

- Hacia 2014 el gasto total anual de I+D de Corea alcanzó US\$76,6¹⁹ mil millones PPP, siendo uno de los países con mayor crecimiento en este rubro.
- El gasto total de I+D de Corea evolucionó desde 282,5 miles millones won en 1980 a 17.325 miles millones won en 2002, cifras que son la base de los valores de % indicados más abajo.
- Las universidades han pasado de representar el 9,2% del gasto I+D en 1980 al 10,4% del gasto I+D en 2002. Los institutos estatales de investigación han pasado de representar el 62,0% del gasto I+D a 14,7% del gasto I+D en ese mismo período. La industria ha pasado de representar 28,8% del gasto I+D a 74,7% del gasto I+D en ese período.

¹⁸United Nations University. Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments. The “Policy Mix” Project. Country Report Korea. 2008.

¹⁹ OECD Data. Research and Development. Gross Domestic Spending on RLD. 2016.

- La composición del gasto total I+D de Corea ha evolucionado desde 64% de financiamiento estatal en 1982 a 26,5% en 2002, y la participación privada evolucionó desde 36% a 73,5%.
- Durante ese período el gasto de I+D se ha multiplicado 61 veces.
- Hacia 2002, la distribución del gasto I+D entre tipos de actividad era la siguiente (según clasificación OECD): 13,7% en investigación básica; 21,7% en investigación aplicada; 64,6% en desarrollo tecnológico.
- El ambiente de colaboración entre las universidades, los institutos estatales de investigación y las empresas es considerado valioso, aunque todavía de alcance limitado.

5.2.2 Fundamentos utilizados para realizar selectividad.

Los principales fundamentos utilizados en Corea para realizar selectividad explícita e implícita en ciencias han sido hasta ahora:

- **Combinación de la selectividad con otros criterios.**

En el sistema científico – tecnológico y de innovación de Corea se observa el uso de una combinación de criterios: desarrollo de capacidades a la par que obtención de resultados; generación de hábitos de I+D e innovación; selectividad en diversas formas; articulación con desarrollo industrial y bienestar de la población.

Los criterios de selectividad en Corea buscan responder las siguientes preguntas: ¿A qué ámbitos de ciencia y tecnología dar apoyo para impactar positivamente el desarrollo económico y el bienestar social? ¿Cuánto invertir en cada ámbito y cómo coordinar esas inversiones y las consiguientes operaciones resultantes?

La selectividad en ciencias es principalmente consecuencia de la selectividad en los ámbitos tecnológicos indicados en el Recuadro 5.1 que dan respuesta a las preguntas indicadas más arriba (combinación de selectividades explícita e implícita).

- **Características de la selectividad en Corea.**

La selectividad aplicada en Corea se ha caracterizado por:

- Al inicio se aplicó a los diversos niveles con fuerte liderazgo del gobierno. En las décadas anteriores esto fue decisivo.
En los últimos 20 años ha aumentado significativamente la participación privada en I+D, con el liderazgo de las empresas en varios ámbitos.
Por ello, la selectividad ahora utiliza cada más intensamente la coordinación entre los actores, tema todavía no completamente resuelto.
- Se orienta principalmente a la priorización de determinados ámbitos científico – tecnológicos y a tecnologías consideradas críticas, las cuáles son claramente explicitadas.

- Usualmente se utilizan asignaciones a través de programas con metas claras asociados a indicadores establecidos en el Plan Visión 2025, en el cual se establecen las prioridades.

- Los criterios de mérito combinan criterios de calidad científico - tecnológica y de resultados e impactos económicos y sociales.

Por ejemplo, en Recuadro 5.2 se presentan los criterios de evaluación y selección utilizados por el Korea Evaluation Institute for Industrial Technology (KEIT).

- Permite poner el foco de los recursos en las prioridades que tienen mayor potencial de creación de valor para Corea, lo cual ha ido provocando una progresiva especialización del país en ciertos ámbitos científico – tecnológicos en que ha perseverado.

Estas prioridades son definidas por el gobierno en el Plan de Visión 2025. Los desarrollos específicos de esas prioridades son establecidas por el MOST (a partir de 2013 transformado en un nuevo ministerio) y los ministerios sectoriales.

- La selectividad en Corea implicó la creación inicial y desarrollo de los institutos gubernamentales de investigación (GRI), ya que su base universitaria en los años 60s era muy reducida para abordar los desafíos de I+D que asumió el país.

- **Demostración de que la inversión en I+D produce resultados positivos.**

La inversión inicial de Corea en I+D en torno a ámbitos específicos de la industria produjo resultados positivos.

La demostración de estos efectos alentó a continuar con la estrategia de selectividad y foco.

- **Aumento progresivo de los resultados de la I+D.**

La combinación de resultados positivos de la I+D con sucesivos aumentos de inversión provocó una progresión de efectos (“bola de nieve”).

Así, Corea se ha constituido en uno de los países con mayor inversión de I+D total y per cápita.

Recuadro 5.2. Criterios de selección de proyectos con financiamiento estatal de I+D orientados a la industria²⁰.	
Criterio de evaluación (peso)	Criterios específicos
Nivel tecnológico y posibilidad de éxito del desarrollo (70%).	• Preparación de los postulantes para implementar el proyecto. • Cuán concreto es el plan y su validez. • Oportunidad, claridad, desafío y creatividad del objetivo de desarrollo. • Oportunidad de la estructura y estrategia del proyecto. • Dificultades e innovación asociada con la tecnología. • Capacidades y ética del gerente del proyecto y del equipo.

²⁰ OECD Reviews on Innovation Policy. Industry and Technology Policies in Korea.

Factibilidad económica y posibilidad de comercialización (30%).	• Posibilidad de comercialización. • Posibilidad de entrada al mercado. • Factibilidad económica.
---	---

- **Valoración positiva de la selectividad en Corea.**

La valoración positiva de la selectividad (explícita e implícita) aplicada en Corea se caracteriza por:

- La selectividad es valorada en la sociedad coreana tanto por la señal de compromiso y dedicación que representa como por los éxitos que se han ido obteniendo a través del tiempo.
- Esto es manifiesto en la estrategia industrial y en las priorizaciones científico – tecnológicas asociadas, principalmente como consecuencia del significativo número de empleos calificados y avanzados que han sido creados y mantenidos.
- Consideración de que la selectividad ha ido acompañada de aumentos de relevantes de presupuestos, aunque con algunas reestructuraciones a través del tiempo.
- Consideración de que Corea debe dar respuesta rápida a grandes desafíos, desarrollando compromisos efectivos.
- A diferencia de los países occidentales, la selectividad en Corea no ha levantado a alto nivel los temores de diversa naturaleza (sobre empleo, posiciones de concepciones económicas y académicas, entre otras).

5.2.3 Instancias para realizar la selectividad.

Las instancias para efectuar selectividad (explícita e implícita) en Corea han sido hasta ahora:

- **Decisiones a nivel del gobierno central.**

Desde los años 60s se han venido realizando iniciativas políticas determinadas por la convicción y la base de poder político del gobierno de Corea.

Al comienzo, con la creación de los institutos gubernamentales de investigación (GRI). Luego con de la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) y su posterior evolución; y varias agencias tales como KAIST, KEIT, STEPI y otras.

- **Decisiones del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) y de otros ministerios.**

El MOST evolucionó en 2009 a Ministry of Education, Science and Technology. Luego, en 2013 evolucionó a Ministry of Science, ICT and Future Planning.

Este ministerio toma decisiones relevantes en: definición, implementación y evaluación de las políticas de ciencia y tecnología; proveer apoyo a la I+D; desarrollar los recursos humanos; organizar planes nacionales de uso de las TIC (incluyendo Telecomunicaciones); otras tareas.

El propósito deliberado de esta evolución ministerial es la creación de nuevas fuentes de crecimiento económico basado en ciencia y tecnología, principalmente en TIC.

Otro ministerio importante en I+D es el Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), que tiene asociado entidades como el KEIT, el Korea Productivity Center y otras entidades.

- **Propuestas de políticas originadas en los estudios de STEPI.**

STEPI realiza estudios sobre la evidencia del avance de CTI en Corea así como de sus proyecciones. A partir de esto, formula propuestas de estrategias y políticas al gobierno central y a los ministerios.

STEPI ha formulado políticas que se han implantado y que acompaña en su implementación. Así, STEPI se constituye en una instancia de retroalimentación.

Otras entidades ministeriales realizan algo parecido a través de las evaluaciones de medio término y evaluaciones finales de los programas que se ejecutan.

- **Directorios de las entidades de I+D.**

Los directorios de los GRI toman decisiones sobre prioridades de I+D al interior de sus instituciones.

Asimismo, los directorios de empresas como Samsung toman decisiones importantes sobre selectividad de I+D.

5.2.4 Críticas sobre la selectividad realizada en Corea.

Como se indicó en el punto anterior, la selectividad (explícita e implícita) tiene poca crítica negativa en Corea, pero ha existido. En el Recuadro 5.3 se presentan las recomendaciones para abordar las debilidades encontradas por el Banco Mundial el año 2000²¹, algunas de las cuales corresponden a críticas a la forma en que se aplicaba selectividad:

- **Posible generación de distorsiones entre actores, incluso con poca transparencia y eventualmente discriminatorio.**

La tendencia a acelerar la obtención de resultados de selectividad implicó en algunos casos el uso prácticas inadecuadas.

- **Desbalanceo entre tipos de investigación (poca investigación básica).**

Esta situación se originó desde los años 60s y se mantuvo por décadas debido al menor grado relativo de desarrollo de las universidades coreanas respecto de los GRI y de las empresas.

En la última década ha habido un esfuerzo del gobierno por aumentar las actividades de I+D en las universidades.

²¹ World Bank. East Asia and Pacific Region. Republic of Korea Transition to a Knowledge – Based Economy. 2000.

- **Duplicación de esfuerzos entre ministerios insuficientemente coordinados o de estos con las industrias.**

En los años 60s a 80s, varios ministerios realizaban programas e inversiones en ciencia y tecnología en sus respectivos ámbitos, con poca interacción entre ellos y escasa duplicación. No obstante, con el aumento de los volúmenes de actividad y de inversión, en los años 90s se podía verificar la insuficiente coordinación y la duplicidad de algunas actividades de I+D.

- **Riesgos específicos de las priorizaciones que se usan al aplicar selectividad.**

En su estrategia Seleccionar y Focalizar, el gobierno presta atención a neutralizar riesgos como los siguientes:

- Escoger ámbitos poco útiles a los propósitos de Visión 2525.
- Cómo invertir oportunamente, sin atrasos, los montos adecuados al ámbito respectivo.
- Cómo abandonar o disminuir los recursos a ámbitos que pierden prioridad o en que se ha detectado duplicidad inconveniente, y realizar la transición a otras.

- **Generación de actitudes negativas entre los actores, en particular sobre:**

Se han identificado los siguientes casos:

- Actitud paternalista de los actores y algo de limitación de la iniciativa de las personas.
- Efectos culturales de la eventual discrecionalidad.

Recuadro 5.3. Recomendaciones resultantes de la evaluación del Banco Mundial sobre el Sistema de Innovación de Corea (2000).

1. Incentivar mayor interacción entre las empresas, las universidades, los programas de gobierno en I+D y los institutos estatales de investigación.
2. Justificar más claramente los fundamentos para la intervención estatal, y proveer subsidios de modo transparente y no discriminatorio.
3. Proveer apoyo en I+D a las grandes empresas en condiciones más estrictas, apoyándolas solo cuando no han podido abordar los proyectos respectivos, y estimulando la asociación con otros actores (empresas, universidades y laboratorios públicos).
4. Aumentar los esfuerzos en investigación básica, lo que debe realizarse principalmente en las universidades, las cuales deben recibir mayores recursos. Esto implica cambiar varias regulaciones y prácticas que desmotivan la investigación básica.
5. Reorientar los Institutos Gubernamentales de Investigación (GRI) ya que sus actividades tienden a duplicar las actividades de las industrias. Los GRIs deben ser reposicionados para realizar investigación aguas arriba o focalizarse en investigación de interés colectivo (por ejemplo: salud, transporte, otros). Una parte más grande del presupuesto tiene que ser asegurado en la forma de financiamiento institucional.

6. Desarrollar mejores formas de apoyo a la innovación de PyME con énfasis en la realización efectiva de redes y *clusters*, y con el involucramiento de las autoridades locales.
7. Incentivar fuertemente los contactos de todos los actores con contrapartes académicas extranjeras y realizar interacciones de investigación, cooperación tecnológica, *joint ventures* industriales, participación en cuerpos regulatorios internacionales y otros.
8. Requerir la aplicación de procedimientos de coordinación que involucren a los ministerios clave.
9. Implementar ejercicios de evaluación, incluyendo la revisión de las capacidades de investigación básica del país.

6. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA CHILENA EN SELECTIVIDAD EN CIENCIAS.

En este capítulo se caracterizan y analizan algunas acciones relevantes de selectividad (explícita e implícita) hechas hasta 2015 en Chile, independientemente de cuál es su naturaleza.

Se identifican, entre otros: las instancias de decisión; los criterios y mecanismos de definición de selectividad.

Asimismo, se identifican algunos factores que han sido facilitadores u obstáculos para implementar las políticas de selectividad.

La selectividad (explícita e implícita) en el caso chileno se aborda en:

- Iniciativas generadas en el gobierno central (5.1).
- Iniciativas generadas en CONICYT (5.2).
- Iniciativas generadas a CORFO (5.3).

6.1 Iniciativas generadas en el gobierno central.

Hasta 2015, el gobierno central de Chile no había tomado decisiones directas sobre selectividad en ciencias.

Eso sí, el gobierno central ha creado instituciones que tomaron decisiones sobre selectividad en diversas formas.

Entre ellas:

- CONICYT (fines de años 60s), con el fin de organizar la actividad en ciencia y tecnología del país y definir las políticas pertinentes.
- FONDECYT (años 80s), con el fin de asignar recursos fiscales para la I+D científico – tecnológica en forma transversal. FONDECYT fue alojado en CONICYT.

- FONDEF (años 90s), con el fin de asignar recursos fiscales para la I+D que realizan universidades e instituciones con colaboración con las industrias. FONDEF fue alojado en CONICYT.
- FONDAP (años 90s). Fondo Áreas Prioritarias, alojado en CONICYT, y que se aborda en sección 5.2.
- FIA (años 90s), en Ministerio de Agricultura, con el fin de financiar I+D aplicada en el campo de la agricultura.
- Milenio (fines de años 90s), con el fin de avanzar en ciencia principalmente basado en el liderazgo de los investigadores.
- Área de Innovación del Ministerio de Economía (años 90s), con el fin de promover la innovación en Chile, como proyección de la I+D principalmente con orientación económico-social.
- CNIC (2005), con el fin de establecer estrategias nacionales de largo plazo en innovación incluyendo las estrategias de ciencia y tecnología.

La primera estrategia nacional de esta entidad fue la ENIC del año 2007.

CNIC evolucionó al CNID en 2014.

- Ley de incentivo tributario a I+D a las empresas, lo cual demanda actividades de I+D a ser realizadas por diversos actores.
- Evolución de CONICYT (a partir de años 90s) para realizar nuevos programas de ciencia y tecnología.

Entre ellos, los Programas Basales y los Programas de Investigación Asociativa.

- Evolución de CORFO (a partir de los años 90s) para realizar diversos programas de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación.
Por ejemplo, recientemente a través de los Programas Tecnológicos y el Programa de Centros de Excelencia Internacional.

La selectividad no fue establecida en forma explícita en las decisiones gubernamentales centrales que dieron lugar al desarrollo institucional de CONICYT, CORFO y otros. No obstante, varias de ellas tenían un carácter de selectividad implícita, ya sea latente o estructural.

Por consiguiente, la selectividad que se verifica en Chile es consecuencia de los efectos implícitos de las decisiones del gobierno central o de decisiones explícitas o implícitas de los niveles intermedios como las agencias involucradas en ciencia y tecnología (CONICYT, CORFO, Ministerios y otros).

Algunos casos de interés para ilustrar estos procesos se abordan en las secciones siguientes.

6.2 Iniciativas generadas en CONICYT.

En esta sección se presenta en forma sintética algunos casos de selectividad en ciencias y tecnología generados en CONICYT:

- FONDAP (6.2.1).
- Programa Genoma Chile (6.2.2).

6.2.1 FONDAP: Fondo de Áreas Prioritarias.

FONDAP fue creado a comienzos de los años 90s por la Presidencia y Dirección Ejecutiva de CONICYT en consulta con diversos actores institucionales (Consejos de FONDECYT y universidades), con el fin de avanzar en el desarrollo científico y tecnológico en áreas consideradas prioritarias para el país.

Esto implicaba tanto la orientación a aumentar las capacidades científicas y tecnológicas (por ejemplo, aumento del número de investigadores competentes) como de la producción científica (y algo de la producción la tecnológica).

Los fundamentos principales que justificaron la creación de FONDAP fueron: realizar programas de ciencia y tecnología con foco en áreas relevantes y prioritarias de ciencia y tecnología en mediano y largo plazo (y no solo la lógica de proyectos como eran los casos de FONDECYT y FONDEF); aumentar las capacidades y competencias científicas y tecnológicas; aumentar la base de conocimientos en temas relevantes y prioritarios; aumentar el flujo de generación de nuevos proyectos de I+D aplicado aptos para el FONDEF (y eventualmente para algunos instrumentos de CORFO, existentes y otros en gestación en esa época).

El concepto de FONDAP de financiar programas, y no sólo proyectos, se inspiró en la experiencia de los países desarrollados, y fue pionero en Chile en los años 90s.

La toma de decisiones iniciales para seleccionar los campos científico – tecnológicos y los actores se basaron en un proceso inductivo. La instancia decisional fue la propia Presidencia de CONICYT, la cual tenía para ese entonces también los poderes del Consejo de CONICYT. Los Consejos Superiores de FONDECYT asumieron el rol de definir las prioridades para las sucesivas convocatorias.

Los factores facilitadores de la decisión inicial fueron: la percepción política de las significativas brechas y déficits en ciencia y tecnología en Chile a comienzos de los años 90s; la necesidad de aumentar las capacidades de ciencia y tecnología y fortalecer las

existentes; la necesidad de asegurar la generación de flujos de proyectos de I+D para alimentar FONDEF; y otros factores asociados a poner a Chile en la dinámica internacional de ciencia y tecnología.

No se identificaron factores limitadores u obstáculos de importancia al nacimiento ni al desarrollo inicial del programa FONDAP.

Las primeras inversiones de FONDAP, además de seleccionar determinadas áreas para ello, también implicaron selectividad institucional en aquellas universidades que concentraban las mayores capacidades científico – tecnológicas del país en los años 90s.

A partir de entonces, el Programa FONDAP ha evolucionado tanto en la inversión que ha realizado como en la forma de trabajar y en las áreas que ha abordado.

En Recuadro 6.1 se presenta una relación de los 18 centros financiados por FONDAP, con una duración de 10 años. Hacia 2014, el presupuesto anual del Programa era el equivalente de US\$18,4 millones.

Recuadro 6.1. Centros financiados por el Programa FONDAP de CONICYT (1998-2015).
Centros que están en su ciclo de desarrollo con financiamiento de FONDAP: Centro para el Estudio del Conflicto y la Cohesión Social (COES). Centro de Estudios Avanzados de Enfermedades Crónicas (ACCDIS). Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería (CRHIAM). Centro Interdisciplinario de Estudios Interculturales e Indígenas (ICIIS). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR). Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de los Desastres Naturales (CIGIDEN). Centro para la Investigación en Energía Solar (SERC-Chile). Centro para el Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS). Centro Interdisciplinario de investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR). Centro de Regulación del Genoma (CRG). Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA). Centros que ya cumplieron su ciclo de financiamiento FONDAP: Centro para el Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB). Centro de Astrofísica (CENASTRO). Centro de Estudios Moleculares de la Célula (CEMC). Centro de Modelamiento Matemático (CMM). Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencia de los Materiales (CIMAT).

Hacia 2015, el propósito de FONDAP es “fomentar en Chile el desarrollo de Centros de Investigación científica de excelencia y alto impacto, enmarcados en áreas prioritarias que respondan a un problema de gran relevancia para el país o una oportunidad especial, donde el foco, estructura y tamaño de estos Centros permitan establecer una investigación científica que vaya más allá de aquella que es posible alcanzar con otras fuentes convencionales de financiamiento”.

En Recuadro 6.2 se presentan los criterios de selección de áreas prioritarias vigentes en el FONDAP en 2016: problemas de relevancia para el país; potencial científico; multidisciplinariedad e interdisciplinariedad; masa crítica científica; ventajas comparativas del país; áreas no cubiertas por otros instrumentos de inversión pública.

Recuadro 6.2 Criterios de Selección de Áreas Prioritarias de Programa FONDAP (2016).
Para definir las áreas, los Consejos Superiores de Ciencia y Desarrollo Tecnológico de FONDECYT, han considerado los siguientes criterios de selección: Problemas País. Se busca abordar problemas existentes en Chile en la actualidad, y que son importantes de estudiar para la sociedad y el desarrollo nacional. Estos problemas deben ser tratados tanto con investigadores(as) nacionales como también con expertos extranjeros que puedan aportar conocimientos para desarrollar soluciones efectivas a los respectivos problemas. Potencial Científico. Se busca que las áreas prioritarias presenten un desafío científico donde se pueda generar nuevo conocimiento y se potencie la investigación realizada en el país. Multidisciplinariedad / Interdisciplinariedad. Se requiere abordar los temas de las áreas desde diferentes puntos de vista, de manera de contar con una mayor amplitud en el desarrollo de un objetivo en común. Masa Crítica. Se busca que para el área prioritaria exista una masa científica crítica en el país, la cual fuese capaz de desarrollar y potenciar esta área, generando a su vez redes de colaboración internacional que potencien la investigación en Chile a través de un trabajo en conjunto y colaborativo. Ventajas Comparativas. Se busca abordar áreas donde Chile, debido a sus condiciones geográficas, culturales, antropológicas, poblacionales, entre otras, presente ventajas comparativas permitiéndole generar nuevo conocimiento mediante el aprovechamiento de éstas. Áreas no cubiertas por otros fondos. Se busca seleccionar áreas nuevas, las cuales no se encuentren bien desarrolladas y cubiertas por otros instrumentos tanto de CONICYT como de otras fuentes de financiamiento públicas, de tal forma que los posibles postulantes vean en la respectiva convocatoria una oportunidad importante para el desarrollo de sus proyectos.

Los Consejos Superiores de Ciencia y Desarrollo Tecnológico de FONDECYT reciben planteamientos sobre diversas áreas posibles, tanto desde fuentes externas como desde su propio seno, y transcurrido un plazo establecido procede a analizar las áreas propuestas en base a los criterios indicados en el Recuadro 6.2 y selecciona aquellas áreas que presentan mejor cumplimiento de estos.

Aplicando este procedimiento, en Recuadro 6.3 se presentan las diferentes áreas prioritarias establecidas para el 2015, convocatoria ya adjudicada.

Recuadro 6.3. Orientaciones para concurso VI FONDAP (2015).

Agricultura sustentable.

Se requiere de investigación científica y desarrollo de aplicaciones tecnológicas en el diseño de sistemas agrícolas sustentables que permita compatibilizar de mejor forma la producción de alimentos de calidad, con la conservación de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y la rentabilidad económica.

Ciencia Antártica y Sub Antártica.

Se requiere aprovechar la cercanía con el Continente Antártico para que se establezca en Chile, y particularmente en la Región de Magallanes, un nodo científico y logístico en la investigación antártica mundial atrayendo a la investigación de excelencia. Se buscan planteamientos integradores e interdisciplinarios para resolver cuestiones fundamentales en áreas como ciencias de la tierra, ciencias atmosféricas y del mar, glaciología, biología y aspectos del medio ambiente relacionados con la región antártica y sub-antártica.

Contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica ha sido reconocida recientemente como el principal problema ambiental del país. Se requiere entender este fenómeno, considerando sus múltiples orígenes, la interacción entre sus efectos, y las particularidades geográficas de nuestro país y de tipo de contaminantes.

Procesos de envejecimiento y Factores asociados a la salud y bienestar de los adultos.

Chile observa un acelerado envejecimiento de su población. Este cambio demográfico incide en la calidad de vida de las personas e impone apremiantes demandas sobre los sistemas de seguridad social y de salud. Se requiere generar conocimiento desde múltiples disciplinas (entre otras, demografía, sicología, sociología, genética, neurociencias y medicina) que permita comprender los determinantes genéticos, ambientales, culturales y los mecanismos biológicos y psicosociales del proceso de envejecimiento.

6.2.2 Programa Genoma Chile.

El programa Genoma Chile fue creado a comienzos de los años 2000s por la Presidencia de CONICYT en diálogo directo con la Presidencia de la República respecto de la necesidad de poner a Chile en la tendencia internacional en genómica, al menos a nivel de América Latina (Brasil había creado hacía pocos años su programa de genómica).

En este acto de creación contribuyeron: la Subsecretaría de Economía con la decisión política ministerial de orientar parte de las inversiones estatales hacia las aplicaciones con resultados de creación de valor en la economía, así como su apoyo para la obtención de parte del presupuesto necesario; de la Vicepresidencia de CORFO con su posterior aporte en recursos y en criterios de diseño; la Dirección del FONDEF aportando tanto los recursos iniciales desde este fondo como el diseño detallado e implementación del programa.

Con este programa se buscaba avanzar en un campo científico que fuese capaz de tener impactos significativos a nivel internacional en el conocimiento de los seres vivos y sus aplicaciones en la salud, en las industrias, en el medio ambiente y otros ámbitos.

Esto implicaba tanto el aumento de las capacidades científicas y tecnológicas (por ejemplo, aumento del número de investigadores competentes dedicados a genómica y disciplinas asociadas como la bioinformática) y también de la producción científica – tecnológica y sus usos.

Los fundamentos principales que justificaron la creación del Programa Genoma Chile fueron: insertar a Chile en esta corriente científica internacional emergente en esos años; aumentar las capacidades y competencias científicas y tecnológicas en genómica, bioinformática y otras disciplinas relacionadas; lograr una producción científico – tecnológica relevante en el campo; realizar investigaciones aplicadas y desarrollos en torno a las industrias importantes de Chile.

El concepto de diseño general del Programa Genoma Chile fue financiar dos subprogramas: Subprograma de Biominería y Subprograma de Genoma en Recursos Naturales Renovables. El ámbito humano (en particular de salud) no se consideró al inicio del Programa debido a los mayores costos y riesgos que representaba.

La decisión de separar el Programa en dos líneas de genómica en recursos naturales se originó en la conveniencia de asegurar las orientaciones a dos campos relevantes para Chile y al mismo tiempo disponer de algo de variedad en el foco seleccionado para regular el riesgo de la selectividad. Para ello, además de considerar la experiencia internacional, se realizaron consultas tanto a investigadores de las principales universidades y centros de I+D que ya tenían experiencia en este campo como a representantes de empresas que podrían interesarse en su aplicación en minería, industrias frutícolas y otras.

El Subprograma de Genómica en Recursos Naturales Renovables tomó la forma de una convocatoria a las universidades y centros de I+D para que presenten propuestas lo cual incluyó el apoyo de empresas interesadas en aplicar los resultados de la I+D. En esto, el proceso fue similar a otras convocatorias de CONICYT.

En cambio, el Subprograma de Biominería adoptó la forma de un emprendimiento de I+D internacional siguiendo la experiencia de algunas iniciativas de Estados Unidos y otros

países desarrollados que buscaban acelerar los desarrollos científico – tecnológicos con potencial de aplicación industrial (por ejemplo, como en la industria farmacéutica).

Para realizar este emprendimiento, se acordó entre CONICYT, la Subsecretaría de Economía y CORFO invitar a CODELCO con el fin de abordar la lixiviación bacteriana de minerales de cobre, tema que la corporación venía desarrollando por años con tecnologías propias y de terceros. El concepto fue mejorar la efectividad de esos procesos a través del conocimiento y la caracterización genómica de las bacterias lixiviantes y, eventualmente, de su modificación genética.

La presidencia de CODELCO y los ejecutivos pertinentes de la corporación expresaron su plena disposición a involucrarse ya que coincidieron con el enfoque de mejorar significativamente los procesos de biolixiviación. Más aún expresaron que CODELCO estaba abordando innovaciones disruptivas para asumir los desafíos de la industria minera y que ésta posibilidad se alineaba en esa dirección. Para cumplir el requisito de emprendimiento internacional, CODELCO decidió invitar a Nippon Mining and Metals (NMM), empresa japonesa que se interesó por el potencial de las bacterias para recuperar cobre desde diversas materias primas.

Así nació la empresa BIOSIGMA S.A. cuyos socios son CODELCO y NMM. Hacia 2015, esta empresa había desarrollado unas tecnologías para mejorar significativamente la bio lixiviación, lo cual fue probado a nivel industrial en una de sus divisiones productivas (Radomiro Tomic). BIOSIGMA ha obtenido más de 70 patentes a nivel internacional. Su tecnología ha aumentado la efectividad metalúrgica y económica de los procesos de recuperación de cobre de cierto tipo de minerales, principalmente usando la caracterización de las bacterias lixiviantes (en vez de la modificación genética de ellas). La experiencia es replicable pero con las adaptaciones a partir de los aprendizajes del caso, en lo que respecta a una mayor orientación hacia los mercados.

Según lo expresado más arriba, la toma de decisiones en el Programa Genoma Chile se basó en un proceso de diálogo entre los directivos de las instituciones principales (CONICYT, Subsecretaría de Economía, CORFO, Presidencia de CODELCO en el caso de Biominería). Las instancias decisionales para la ejecución fueron la propia Presidencia de CONICYT, la cual tenía para ese entonces también los poderes del Consejo de CONICYT y la Presidencia de CODELCO (en el caso de Biominería).

Los factores facilitadores de la decisión de crear el Programa Genoma Chile fueron: la percepción política de las significativas brechas y déficits en ciencia y tecnología en Chile en genómica y en las disciplinas afines y relacionadas a comienzos de los 2000s; la necesidad de aumentar las capacidades de ciencia y tecnología y fortalecer las existentes para abordar unos desafíos en los ámbitos de recursos naturales; el interés de orientar la genómica a aplicaciones con impacto en las industrias relevantes de Chile.

No se identificaron factores limitadores u obstáculos de importancia al nacimiento ni al desarrollo inicial del programa Genoma Chile, con excepción de la escasez de algunas competencias profesionales al comienzo. No obstante, posteriormente con el nacimiento y desarrollo de CNIC se consideró que este tipo de programas debía surgir de estrategias

nacionales de innovación (como ENIC 2007), más que de las iniciativas directas de las agencias públicas como CONICYT.

Las primeras decisiones del Programa Genoma Chile, además de seleccionar las disciplinas de la genómica y afines, también implicaron selectividad institucional en aquellas universidades que concentraban las mayores capacidades científico – tecnológicas (en el Subprograma de Recursos Naturales Renovables) y de la empresa CODELCO en el Subprograma de Biominería.

6.3 Iniciativas generadas en CORFO.

CORFO ha realizado algunas iniciativas y programas selectivos en ciencia, tecnología e innovación, principalmente en los últimos 15 años. Entre ellos, en este capítulo se abordan los siguientes:

- Programas tecnológicos de especialización inteligente (6.3.1).
- Programa Ingeniería 2030 (6.3.2).

6.3.1 Programas Tecnológicos de Especialización Inteligente.

Los Programas Tecnológicos de CORFO en Especialización Inteligente han sido concebidos en 2014 como respuesta al desafío de la productividad que enfrenta Chile en la dinámica de lograr un desarrollo efectivo y sustentable. Esto significa aumentar la diversificación y sofisticación de las industrias chilenas, en particular en la exportación, para lo cual se requiere incrementar en forma significativa la I+D, la innovación empresarial y el capital humano avanzado.

Los programas tecnológicos están inspirados en la experiencia europea (en particular, de los programas de TEKES de Finlandia); la especialización inteligente está inspirada en las diversas iniciativas de la Unión Europea para aumentar la competitividad de sus industrias en el contexto internacional (en particular, respecto de los Estados Unidos y de los países líderes del Sudeste Asiático) a partir de la articulación con I+D e innovación.

La selectividad basada en la especialización inteligente consiste principalmente, pero no exclusivamente, en el uso de la digitalización de los ciclos industriales que van desde la I+D a la manufactura y desde ésta a los mercados. Este se logra a través del desarrollo y uso de tecnologías como Big Data, Internet de las Cosas (IoT), Machine to Machine (M2M) y otras. Esta selectividad tecnológica induce, a su vez, a selectividad en las ciencias que le dan sustento (selectividad semi - explícita).

Para definir los ámbitos, CORFO consideró las estrategias del CNIC (actual CNID) elaboradas en 2007 y su respectiva actualización a 2014 realizada en la corporación.

Así fueron seleccionados los siguientes ámbitos o focos estratégicos: minería virtuosa, turismo sustentable, tecnologías y servicios de salud, economía creativa y otros. Como plataformas habilitantes de todos ellos, se ha considerado: logística, agua y energía, TIC y biotecnología.

Con el fin de precisar los temas específicos a ser seleccionados y articulados, CORFO ha utilizado la metodología de los *Road Map* (con el apoyo de la Universidad de Cambridge), la cual hace participar activamente a los actores académicos, empresariales y del gobierno.

La toma de decisiones está radicada en las instancias de CORFO y el Comité Interministerial de Programas de Inversión Estratégica (CIPIE) con participación de representantes de varios ministerios y del sector privado.

6.3.2 Programa Ingeniería 2030.

Hacia 2009 se determinó en CNIC (ahora CNID) la necesidad de abordar la Ingeniería como un ámbito crítico para el desarrollo de Chile, en la lógica de orientar su evolución a ser de clase mundial. Esta opción se fundamenta en que la ingeniería es un factor determinante de progreso y sustentabilidad de los países que han alcanzado el desarrollo, lo cual no está suficientemente expresado a ese nivel en Chile.

Hacia 2012, CORFO estableció el Programa Ingeniería 2030 con las siguientes orientaciones estratégicas para las Facultades de Ingeniería:

- Armonización curricular de las carreras de Ingeniería (Pregrado) con respecto a criterios internacionales incluyendo la articulación con Magíster y Doctorados Tecnológicos o Profesionales.
- Orientación a la realización de investigación aplicada en ingeniería, además de desarrollo tecnológico, enfatizando el tratamiento de problemas relevantes de Chile y de las industrias que están en el estado del arte internacional.
- Realización de transferencia tecnológica y comercialización de resultados de I+D, incluyendo las modalidades de *spin offs* y *start ups*.
- Realización de innovación y emprendimiento de calidad.
- Internacionalización de los programas de estudios (incluyendo movilidad de académicos y estudiantes) y de las actividades de I+D e innovación (incluyendo alianzas efectivas con universidades de países desarrollados).

Las selectividades de este programa están radicadas en los siguientes ámbitos principales: los campos y disciplinas científico tecnológicas de la ingeniería; los avances científico -

tecnológicos que está teniendo alto protagonismo en los cambios en la sociedad y en las industrias (por ejemplo, Big Data, Internet de las Cosas y otros); la I+D que crea valor en las industrias y la sociedad; la innovación tecnológica que demanda I+D.

Estos ámbitos implican selectividad en ciencias, en forma implícita latente y a veces explícita, debido a los desafíos actuales de la ingeniería en los temas de mayor impacto en las industrias actuales de Chile. Por ejemplo: Matemáticas aplicadas, ciencias de la computación y comunicaciones, sistemas digitales, biotecnología aplicada a recursos naturales, nanotecnología, y otros.

En 2013, CORFO financió la elaboración de planes estratégicos de más de 20 universidades. Luego invitó a las universidades a presentar propuestas para la renovación de sus Facultades de Ingeniería, en base a las orientaciones señaladas más arriba y según sus planes estratégicos. Después de evaluaciones nacionales e internacionales, CORFO seleccionó los 5 proyectos actualmente en ejecución en que participan 10 universidades.

Estos proyectos están liderados por: Universidad de Chile; Universidad Adolfo Ibáñez; Consorcio entre Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Santa María; Consorcio entre Universidad de Concepción, Universidad de Santiago de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Consorcio entre Universidad de la Frontera, Universidad del Bío - Bío y Universidad de Talca.

El Programa Ingeniería 2030 está organizado para una duración de 6 años con una evaluación de medio término a los 3 años. Hacia 2016, el Programa ha entrado a su segundo año de implementación, y ya se pueden verificar algunos efectos tempranos de la aplicación de selectividad en Ingeniería. Entre ellos: creación de dinámicas transformadores de las Facultades de Ingeniería al interior de las 10 universidades; diálogo asociativo y colaborativo entre las Facultades de Ingeniería de las universidades en vez de dinámicas competitivas entre ellos; desarrollo de nuevo tipo de vínculos de las universidades con las empresas proyectándose a nivel internacional; proyectos pilotos de I+D que representan los cambios buscados.

La toma de decisiones del Programa está radicada en los Comités de CORFO. Para ello, cuenta con unos consejos consultivos y con un panel internacional.

7. ANÁLISIS DE LA SELECTIVIDAD REALIZADA EN CHILE DESDE LA PERSPECTIVA INTERNACIONAL.

En este capítulo se realiza un análisis de la selectividad en ciencias realizada en Chile desde la perspectiva de la experiencia internacional. Para ello se utiliza el marco de referencia (*framework*) definido en el capítulo 3.

Utilizando ese *framework* y considerando la experiencia sobre selectividad en Chile, en particular lo tratado en capítulo 6, se obtiene los siguientes resultados del análisis:

- Tipos de selectividad considerados en Chile (7.1).
- Ámbitos de selectividad considerados en Chile (7.2).
- Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad considerados en Chile, y su evolución (7.3).
- Combinaciones de propósitos – resultados – impactos con ámbitos en la aplicación de selectividad (7.4).
- Instancias de decisión y mecanismos de definición de selectividad considerados en Chile (7.5).

Se verifica en Chile, así como en la experiencia internacional abordada en capítulos 4 y 5, que estos componentes y resultados se corresponden con varias hipótesis sobre las políticas públicas en ciencia, algunas de las cuáles se refieren a la selectividad.

En particular:

- Es posible asignar los recursos públicos para ciencia buscando obtener beneficios para el país, más allá de sostener la actividad científica.
- Independientemente de que existan políticas explícitas sobre selectividad en ciencias, existen prácticas culturales en las decisiones gubernamentales que representan políticas implícitas de selectividad.

- Algunos ámbitos de la ciencia y tecnología son más fértiles para la selectividad que otros debido a sus propias peculiaridades como por sus efectos en la sociedad.
- La selectividad implica potenciales beneficios y riesgos que deben ser comprendidos y evaluados según la evidencia.
- Los *policy makers* y otros tomadores de decisiones disponen de diversos mecanismos para tomar buenas decisiones sobre la inversión pública en ciencia.

7.1 Tipos de selectividad considerados en Chile.

Los tipos de selectividad que se han expresado en Chile hasta 2015 son los que se exponen a continuación. Esta relación ilustra las modalidades de selectividad que se han venido expresando, pero no busca dar todos los antecedentes respectivos de cada caso (lo cual escapa a los alcances de este estudio).

- **Selectividad explícita.**

En los siguientes casos, el gobierno de la época (o las respectivas autoridades) al nivel que se indica, decidió y declaró en forma clara que seleccionó determinados ámbitos para las inversiones públicas en ciencia y tecnología:

- FONDAP: Fondo de Áreas Prioritarias de CONICYT, según se ha expuesto en apartado 6.2.1.
- Programas Genoma Chile de CONICYT, según se ha expuesto en 6.2.2.
- Programas selectivos creados en los años 2000s asociados a FONDEF de CONICYT: Programa Marea Roja (Biotecnología para prevenir el surgimiento y la propagación de las toxinas); Programa TIC-EDU (Tecnología aplicada a Educación).

- **Selectividad implícita estructural.**

En los siguientes casos, el gobierno de la época al nivel que se indica, decidió la creación de programas que no buscaban selectividad explícita en ciencia y tecnología. No obstante, ellos implicaron alguna selectividad en forma implícita:

- Programa Basal.
- Programa de Investigación Asociativa.
- Programa Milenio.
- Programas de Centros Regionales de CONICYT.

La principal causa de la selectividad implícita radica las capacidades críticas pre-existentes (número de investigadores competentes) en las respectivas instituciones del país para formular proyectos de I+D con la calidad suficiente.

Por ejemplo, se verifica que las actividades de I+D en ciencia y tecnología de Ingeniería (y también en los programas de doctorado) están sub representados respecto del potencial de estas disciplinas a nivel internacional.

- **Selectividad implícita latente.**

En los siguientes casos, el gobierno de la época al nivel que se indica (o las autoridades respectivas), decidió la creación de programas que implicaron la selectividad en ciencias en forma implícita latente:

- FONIS: Fondo de Investigación en Salud (CONICYT en colaboración con el Ministerio de Salud).
Fue creado para financiar investigación en el área de salud humana y en políticas de salud pública. La decisión de crearlo (2001) se originó en la Presidencia de CONICYT y la Dirección Ejecutiva de FONDEF como respuesta a los directivos del Ministerio de Salud que plantearon la necesidad de aumentar la investigación en ciertos temas de salud y a la voluntad de este ministerio de participar activamente en ello.
- FONDEF: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico - Tecnológico.
Desde su nacimiento consideró como áreas prioritarias: Minería, Agricultura, Pesca y Acuicultura, Forestal, Manufactura. Hacia fines de los años 90s se agregaron las áreas de Educación y Salud.
- Institutos gubernamentales de I+D tales como INIA (investigaciones agrícolas), IFOP (investigaciones pesqueras) y otros.
- Programa Acuicultura de Clase Mundial.
Creado por FONDEF de CONICYT (2001), este programa buscó desarrollar la ciencia y tecnología para los temas críticos de la acuicultura de diferentes especies: reproducción, alimentación, enfermedades y otros.
- Innovación basada en Ciencias en Educación Superior (CDInES, 2012).
Programa creado por MECESUP de MINEDUC en el contexto de los Convenios de Desempeño.
- Estrategia de Innovación planteada por el CNID (2007), basada en torno a clusters.
- Programas Tecnológicos de CORFO (2014), según se expone en 6.3.1.
- Programa Ingeniería 2030 de CORFO, según se expone en 6.3.2.
- Programa de Centros de Excelencia Internacional de CORFO.

7.2 Ámbitos de selectividad.

Los ámbitos de selectividad que se han verificado en Chile hasta ahora se pueden identificar y caracterizar en los siguientes casos, los cuales se presentan a modo ilustrativo (y que no busca entregar una relación detallada, lo cual escapa a los alcances de este estudio):

- **Disciplinas (y subdisciplinas) de ciencia y tecnología.**

Se indican a continuación algunas disciplinas en que se expresa una actividad y producción científica haciéndose referencia al tipo de selectividad que ocurrió (las cuáles están asociadas a los ejemplos indicados en sección 7.1):

- Ciencias Biológicas: selectividades implícita estructural y latente, selectividad explícita.
- Matemáticas: selectividades implícita estructural y latente, selectividad explícita.
- Biotecnología: selectividades implícita estructural y latente, selectividad explícita.

- **Campos de ciencia y tecnología.**

Se indican a continuación algunos campos en que se expresa actividad y producción científica haciéndose referencia al tipo de selectividad que ocurrió (las cuáles están asociadas a los ejemplos indicados en sección 7.1):

- Ciencias sociales: Selectividad explícita. Ejemplo: Centro FONDAP en Estudios del Conflicto y de Cohesión Social.
También selectividad implícita latente en otros instrumentos.
- Ciencias agrícolas: Selectividad explícita en FIA y otros.
También selectividad implícita latente en otros instrumentos.
- Ciencias de la Salud: selectividades implícita estructural y latente. Ejemplo, FONIS y otros.

- **Multi e inter disciplinas de ciencia y tecnología.**

Se indican a continuación algunos casos de multi e inter disciplinas en que se expresa actividad y producción científica haciéndose referencia al tipo de selectividad que ocurrió:

- Ciencias Acuícolas y Biotecnología: selectividad explícita en Programas de CORFO, Programa Acuicultura de Clase Mundial asociado a FONDEF de CONICYT, en FONDAP (Acuicultura Sustentable). Selectividad implícita latente en otros instrumentos.
- Ciencias Físicas e Ingeniería: Selectividad explícita en FONDAP (Energía Solar) y otros. Selectividades implícitas estructurales y latentes en otros.
- Ciencias de la Educación y Tecnologías de la Información: Selectividad explícita en Programa TIC – EDU.

7.3 Propósitos, resultados e impactos esperados de la selectividad considerados en Chile, y su evolución.

Hasta 2015, entre los principales propósitos, resultados e impactos esperados de selectividad que se han expresado en Chile al invertir en ciencia y tecnología se pueden señalar los siguientes (y que no busca entregar una relación detallada, lo cual escapa a los alcances de este estudio):

- Fomento de la calidad de la actividad científico-tecnológica con criterios internacionales.

- Generación de nuevos conocimientos en ámbitos relevantes para Chile.
- Apoyo al desarrollo económico – social del país.
- Apoyo al desarrollo de algunas industrias de Chile.
- Apoyo al mejoramiento de salud pública en el país.

No se han identificado políticas o programas chilenos que hayan expresado propósitos, resultados e impactos en ciencia y tecnología en (entre otros):

- Defensa.
- Liderazgo efectivo a nivel internacional.
- Renovación efectiva de industrias chilenas (más allá de apoyos a ellas).
- Desarrollo efectivo de industrias chilenas de clase mundial (más allá de algunos apoyos).

Respecto de la evolución de las políticas y programas de ciencia y tecnología se observa lo siguiente:

- Existen mecanismos de evaluación de medio término y finales de los programas usando criterios principalmente cualitativos. Estos están asociados a cada programa, no existiendo una entidad independiente que lo aborde con criterios comunes.
- Cada cierto tiempo, la Dirección de Presupuesto (Ministerio de Hacienda) realiza evaluaciones de los programas.

7.4 Combinaciones de ámbitos con propósitos – resultados – impactos en la aplicación de selectividad.

Hasta 2015, se han identificado algunas combinaciones principales de ámbitos y propósitos – resultados – impactos en las inversiones en ciencia y tecnología en Chile realizadas con algún grado de selectividad, entre ellas (relación no exhaustiva ni detallada):

- Mejoramiento de Procesos Mineros combinado con Biotecnología.
- Desarrollo de Acuicultura combinado con Biotecnología.
- Desarrollo de Fruticultura combinado con Biotecnología.
- Desarrollo de salud humana con Ciencias de la Salud.
- Mejoramiento de Procesos de Enseñanza – Aprendizaje combinados con TIC.

7.5 Instancias de decisión y mecanismos de definición sobre selectividad considerados en Chile.

Las instancias y mecanismos de decisión utilizados hasta ahora en Chile para determinar en qué y en quiénes invertir en ciencia y tecnología, han sido.

- **Decisiones del gobierno central y el estado.**

El gobierno de Chile, en diferentes épocas, ha creado instituciones en ciencia y tecnología. Queda en evidencia la voluntad y capacidad de crear entidades. La génesis de varias de estas instituciones es similar a lo que ha ocurrido en países desarrollados pero con retardos importantes, a veces de varias décadas. Asimismo, con recursos bastante menores.

Entre ellas, se pueden distinguir:

- Entidades de financiamiento público en determinados ámbitos científico - tecnológicos (agencias), entre ellas:
 - ✓ Creación de CONICYT (años 60s) para formular y realizar las políticas de Ciencia y Tecnología
 - ✓ Programa de Ciencia y Tecnología (años 90s) con la creación de FONTEC en CORFO, FONDEF en CONICYT y FIA en Ministerio de Agricultura.
 - ✓ Programa Milenio.
- Entidades gubernamentales de realización de I+D u otras actividades de ciencia y tecnología, entre ellas:
 - ✓ Creación de INIA.
 - ✓ Creación de IFOP.
 - ✓ Creación de INTEC (luego integrado a Fundación Chile).
- Entidad de estado orientada a generar estrategias de largo plazo para el país: CNIC que evolucionó a CNID en 2014.

En la medida en que las instituciones afirmaron sus roles y funciones, la toma de decisiones se fue desplazando al interior de sus cuerpos directivos.

- **Decisiones de los Ministerios y organismos centrales de gobierno y estado.**

Los ministerios chilenos han actuado en las diferentes decisiones que han implicado selectividad hasta 2015.

Entre esas actuaciones:

- Declaraciones orientadoras a la comunidad (incluyendo visiones y planes estratégicos):
 - ✓ Planteamientos de programa de Ciencia y Tecnología de 1991.
 - ✓ Planteamientos de programa de Ciencia y Tecnología de 1998.
 - ✓ Estrategia Nacional de Innovación para la competitividad (ENIC, 2007).
 - ✓ Glosa del parlamento en el presupuesto MINEDUC para aumentar la innovación en las universidades (2012).
- Negociación y distribución presupuestaria entre entidades y programas ya existentes a nivel de la inversión pública en ciencia y tecnología:

- ✓ Negociación anual entre el Ministerio de Educación y el Ministerio de Hacienda, en lo que respecta a los presupuestos de CONICYT (y de MECESUP).
 - ✓ Negociación anual entre el Ministerio de Economía y el Ministerio de Hacienda (en lo que respecta a Iniciativa Científica Milenio y otros programas).
 - ✓ Negociaciones específicas entre varios ministerios y el Ministerio de Hacienda respecto de la Estrategia Nacional de Innovación (ENIC) desarrollada por CNIC (2007).
 - ✓ Negociación anual entre el Ministerio de Economía, CORFO y el Ministerio de Hacienda en lo que respecta a los programas de CORFO, varios de ellos en Ciencia y Tecnología.
- Creación de programas de inversión en I+D y otros temas:
 - ✓ Programa de Ciencia y Tecnología de 1991.
 - ✓ Programa de Ciencia y Tecnología de 1998.
 - ✓ Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología en 2001.
 - ✓ Programas e iniciativas de CONICYT, CORFO y otros en 2006.
 - ✓ Programas e iniciativas de CONICYT, CORFO y otros en 2010.
 - ✓ Programas e iniciativas de CONICYT, CORFO y otros en 2014.

- **Reglas y mecanismos de decisión.**

El gobierno de Chile, a través de sus respectivas agencias, ha aplicado reglas y mecanismos para tomar de decisiones con algún carácter de selectividad.

Entre ellas:

- Evaluación y selección de propuestas que se realizan en las convocatorias públicas de algunas de las entidades ya existentes.
Se usan principalmente criterios de calidad, pertinencia, relevancia, resultados e impactos. No obstante, no existen criterios comunes entre todas las agencias y programas.
En general, las evaluaciones son realizadas con criterios cualitativos, en algunos casos con el uso de rúbricas.
Los institutos y las universidades financiadas con recursos públicos proyectan las reglas de las respectivas agencias con las cuáles tienen contratos de financiamiento.
- Evaluaciones y toma de decisiones sobre programas en ejecución.
La mayoría de los programas de CONICYT y CORFO considera algunas instancias de evaluación de medio término y evaluación final de los programas.
No obstante, los alcances de esas evaluaciones están en función de las definiciones de cada agencia y no de un propósito mayor de evaluar los resultados e impactos.

El Ministerio de Hacienda realiza algunas evaluaciones de los programas, con criterios principalmente orientados a verificar el cumplimiento de los compromisos institucionales.

No se verifica coordinación entre las diferentes agencias respecto de las evaluaciones de los programas en ejecución.

- **Regulaciones.**

El gobierno de Chile ha desarrollado y aplicado algunas regulaciones de diversa naturaleza que provocan aumento de la actividad en ciencia y tecnología, parte de ella con carácter selectivo.

Entre ellas, se distinguen:

- Regulaciones para incentivar la I+D: crédito tributario a las empresas que realizan I+D.
En este caso, la selectividad la establecen los directorios de las respectivas empresas.
- Regulaciones que provocan demanda implícita estructural o latente por ámbitos de ciencia y tecnología (principalmente como consecuencia de actualizar determinados sectores de acuerdo al estado del arte internacional).

Por ejemplo:

- ✓ Medio ambiente.
- ✓ Salud humana.
- ✓ Alimentación.
- ✓ Construcción e infraestructura.
- ✓ Comunicaciones.

8. PLANTEAMIENTOS FINALES.

A modo de planteamientos finales, en este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes del estudio.

8.1 Conclusiones.

Las principales conclusiones obtenidas son:

- La selectividad en ciencias se usa ampliamente a nivel internacional, tanto en países desarrollados como emergentes.

Este uso se caracteriza principalmente por:

- Aplicación a diferentes niveles, desde los niveles centrales y superiores de gobierno, las agencias públicas intermedias a los propios de las entidades de ciencia y tecnología.
 - Asociación a determinados propósitos - resultados – impactos esperados que se buscan.
Este tipo de selectividad es el más utilizado y conduce a la selectividad implícita latente en ciencias.
 - Coexistencia de los diversos tipos de selectividad, con bastante presencia de selectividad explícita e implícita latente.
- La aplicación de la selectividad en ciencias a nivel internacional (países desarrollados y emergentes) se ha caracterizado por decisiones en contextos complejos y en dinámicas de cambio de los respectivos países.

En particular:

- Necesidad de abordar determinados problemas del país que demandan avances científico – tecnológicos.
Principalmente en: desarrollo económico-social, salud humana, medio ambiente y defensa.
- La competencia de unos países con otros en algunos ámbitos de I+D que los consideran sustantivos para sus progresos nacionales.

- Necesidad de articular la selectividad en ciencias con otras actuaciones para asegurar la obtención de resultados, principalmente los propósitos de desarrollo económico – social, entre otros.
- Escasez relativa de recursos financieros respecto de las necesidades (o posibilidades) totales en ciencia y tecnología en los ámbitos que las demandan.
- Temor de algunos actores a perder sus posiciones cuando no son favorecidos por la selectividad.
- Riesgos de errar y generar efectos perversos con la selectividad en ciencias y tecnología.
- Asociación frecuente de la aplicación de selectividad a los aumentos de presupuestos de I+D y no solo a la sustitución entre ámbitos diferentes.
- Generación y uso de buena información sobre evidencias y proyecciones de escenarios (prognosis) para apoyar la toma de decisiones sobre selectividad.
- Uso de mecanismos de monitoreo y evaluación de los programas durante su ejecución para tomar decisiones vinculantes.
- Para asegurar que ocurran los resultados de la selectividad en ciencias, según la experiencia internacional, es necesario que:
 - Se creen las capacidades críticas suficientes de I+D (científicos, ingenieros, laboratorios y otros).
Esto es, que se superen los respectivos umbrales de producción científico - tecnológica que aseguran resultados valiosos.
 - Se articulen las actuaciones de selectividad con otras actuaciones necesarias para generar los resultados finales buscados.
Esta articulación debe hacerse tanto en organismos públicos como en actores privados, a nivel nacional y a nivel internacional.
 - Se dispongan de capacidades de gestión de I+D de alto nivel (y de innovación).
- La experiencia internacional en selectividad en ciencias muestra que, para hacerlo bien, se requieren buenos sistemas de gobernanza y muy buena capacidad de gestión superior.
Dado que las selectividades buscadas en la mayoría de los casos es para obtener determinados resultados, se origina el desafío de gestión científica y tecnológica orientada a obtener tales resultados, lo cual es usualmente una labor difícil y compleja. Son diversos los niveles de competencias y de aprendizajes entre los países que hacen selectividad.
- La selectividad se ha usado y se usa en Chile, aunque en forma bastante más atenuada respecto de los países desarrollados y de algunos países emergentes, y con diferencias importantes.
Por ejemplo:

- Limitación de la utilización de los institutos nacionales de investigación en Chile (a diferencia de Corea y RU) y limitadas capacidades críticas de I+D en estos.
- Insuficiencia en Chile de entidades de financiamiento dedicadas y especializadas en determinados ámbitos de ciencia y tecnología (como los RCUK en Reino Unido).
- Montos de inversión significativamente menores en Chile a los que invierten los países desarrollados y emergentes cuando abordan selectividad.
Asimismo, con escaso dimensionamiento adecuado en Chile de la inversión en I+D que es viable respecto de los fines que se buscan.
- Escasez de información de calidad adecuada y oportuna en Chile para apoyar las decisiones sobre selectividad (y otras políticas públicas).
- Insuficiencia de los sistemas de monitoreo y evaluación existentes en Chile sobre los programas en ejecución, tanto para apoyar toma de decisiones como para favorecer la retroalimentación y el aprendizaje.
- El espacio para avanzar en selectividad en ciencias en Chile es importante, lo cual se deriva de:
 - La necesidad de superar las brechas respecto de las buenas experiencias internacionales y del aprendizaje que ellas brindan.
Así como del propio aprendizaje de la experiencia sobre lo realizado en Chile.
 - Los problemas y desafíos de desarrollo del país que requieren avances en ciertos ámbitos científico - tecnológicos.
Algunos de los recientes programas de CORFO abordan esto.
 - Las posibilidades de hacerlo con nuevos y mejores diseños de los programas que sean a la vez de mayor impacto y más eficientes, al apalancar la experiencia internacional y la propia experiencia chilena.
 - Las posibilidades de dotarse de sistemas y entidades que potencien las políticas públicas en CTI en Chile, en particular para aquellas de carácter selectivo, a través de al menos dos instrumentos:
 - ✓ Sistemas de información sobre las evidencias en ciencia, tecnología e innovación.
Por ejemplo, en la forma de un Observatorio.
 - ✓ Entidad que realice estudios en profundidad sobre: las necesidades CTI para el desarrollo de Chile; prognosis y escenarios posibles; diseño de políticas y programas.
 - ✓ Sistemas y entidades independientes y profesionales de monitoreo y evaluación de programas en ejecución, con criterios tanto cualitativos como cuantitativos.

8.2 Recomendaciones.

A continuación se plantean algunas recomendaciones generales, no necesariamente en orden de importancia, para el uso adecuado de la selectividad (explícita o implícita) en ciencias para Chile, las que provienen de los diversos análisis realizados en este estudio.

- Desarrollar la selectividad en ciencias en Chile en forma inteligente, responsable y sostenible (Selectividad Inteligente).

Esto significa realizar buenos diseños y crear condiciones razonables para el éxito y adaptables en su implementación y operación. Es necesario realizar estudios rigurosos para diseñar los programas que minimicen los riesgos identificados en la experiencia internacional. Asimismo, es necesario evitar la realización de selectividad cuando no se tienen motivos bien fundados y buenos diseños.

Para realizar selectividad, en particular:

- Asociar la selectividad a temas científico – tecnológicos relevantes para el país (necesarios para abordar los problemas y desafíos que enfrenta Chile).

Es clave la conformación de equipos I+D de alto desempeño con estándares internacionales en los ámbitos que se seleccionen. En particular, cuando la selectividad se hace buscando determinados propósitos y resultados.

Considerando la experiencia de los países emergentes y desarrollados, se pueden considerar los siguientes candidatos que ya se vienen desarrollando en Chile en forma limitada (a modo de hipótesis que deben ser verificados con estudios en profundidad):

- ✓ Salud humana: enfermedades relevantes para los chilenos. Por ejemplo: obesidad.
- ✓ Chile como laboratorio natural para varias disciplinas y multi – inter disciplinas científico tecnológicas.
Por ejemplo: ciencias biológicas, ciencias de la tierra (geología, sismología y otras), ciencias del mar, astronomía, ciencias antárticas y algunas otras.
- ✓ Desarrollo de las nuevas industrias que Chile necesita para generar alto valor (especialmente en el empleo calificado y avanzado para su población).
Por ejemplo: industrias inteligentes, manufactura avanzada, TIC, biotecnología, tecnología de materiales y otras.
- ✓ Renovaciones de las industrias mineras, de alimentos, energía solar, medio ambiente y otras en versiones del siglo XXI a través del uso avanzado de la ciencia y tecnología.
- ✓ Ámbitos científicos y tecnológicos transversales y de impacto en muchos ámbitos – propósitos. Por ejemplo: Matemáticas, Ingeniería, Ciencias Sociales y otras.

Al realizar los estudios en profundidad para seleccionar los ámbitos – propósitos de selectividad, los casos deben compararse en cuanto a su potencial de creación de valor para el país.

Por consiguiente, los resultados pueden ser algunos ámbitos – propósitos similares a los señalados más arriba u otros

- Organizar una gobernanza competente y respetada para establecer selectividad (definir y orientar los ámbitos – propósitos a elegir).

Esta entidad o sistema debe ser capaz de superar las visiones y tensiones entre los actores, sus naturales intereses y las limitaciones de un país con insuficiente experiencia en grandes transformaciones basada en ciencia y tecnología (a diferencia de los países desarrollados y algunos pocos emergentes).

- Asociar la selectividad a liderazgos relevantes y equipos competentes de alto desempeño en I+D.

Las contribuciones importantes de I+D se basan en capital humano de calidad suficientemente dedicado.

Para ello es necesario disponer de programas sistemáticos para:

- ✓ Atraer y retener personas competentes con ejercicio de liderazgo (de Chile y el extranjero) y científicos y otros profesionales en diversas áreas y temas;
- ✓ Formar científicos, ingenieros, gestores en los ámbitos necesarios con las definiciones de números, perfiles y destinos laborales. En lo que se refiere a formación, es necesario la articulación de los programas de becas en Chile y en el extranjero en función de tales ámbitos y propósitos. Esto es importante, pues hoy se aprecia un desbalance entre las personas con doctorados y las necesidades laborales (carencias en algunos ámbitos, excesos en otros).
- ✓ Conformar capacidades científico – tecnológicas críticas en torno a los ámbitos – propósitos seleccionados, superando los umbrales que hacen viables la obtención de resultados.
- ✓ Fortalecer las instituciones existentes o crear nuevas entidades para acoger tales capacidades científico – tecnológicas, en condiciones adecuadas para obtener los resultados.

- Utilizar las entidades (centros I+D y otros) y otras capacidades ya existentes en el país en los temas en que se aplica selectividad, renovando, escalando y proyectándolas.

En algunos casos, esto implica fusiones de algunas entidades.

Para asegurar la efectividad de las entidades resultantes, es necesario fortalecer las gobernanzas.

- Articular internacionalmente con entidades competentes para: catalizar la creación de valor; apalancar capacidades de otros países; asegurar la calidad internacional de la actividad en Chile; mejorar el acceso a los otros países para proyectar los resultados de I+D.

- Asociar la selectividad (explícita o implícita) a aumentos significativos de inversión estatal en ciencia y tecnología (e innovación).

Esto se fundamenta en:

- La necesidad de abordar problemas y desafíos relevantes (como los indicados más arriba) demandan esfuerzos de I+D y recursos por sobre unos determinados umbrales. Para ello, es necesario que primero estén determinadas en forma cuantitativa los resultados posibles de obtener y los recursos necesarios a invertir para ello.
- La conveniencia de no enredarse o distraerse excesivamente en discusiones internas que acaecen cuando se hace selectividad solo reasignando parte de los recursos existentes.

La combinación entre aumento de presupuesto más la reasignación de presupuesto provoca menor ficción y genera más posibilidades de reconversión de personal y de actores.

- Atraer y formar gestores en ciencia, además de científicos e ingenieros, en particular en cuestiones de selectividad en ciencia y tecnología.

Esto se fundamenta en:

- Superar la escasez de personas con competencias demostradas en gestión efectiva de ciencia y tecnología (I+D y otros) y creación de valor a partir de ellas.
- Aumento del requerimiento de este tipo de personas al usar selectividad e intentar obtener resultados positivos y relevantes.

- Aumentar las capacidades de análisis y prospectiva de CNID (y de otros actores) para que pueda orientar a los diversos actores del país con información de calidad y con proyección de escenarios valiosos para Chile.

Asimismo, fortalecer las capacidades de análisis en las instituciones.

- Organizar una entidad (y programas) para registrar la información relevante sobre la las actividades de ciencia y tecnología que se realiza en Chile (una suerte de Observatorio de personas, proyectos, inversiones, resultados y otros).

- Organizar una entidad (y programas) que realicen estudios en profundidad sobre:
 - Necesidades CTI para el desarrollo de Chile, en particular en ámbitos – propósitos que requieran selectividad.
 - Prognosis y escenarios posibles.
 - Diseños de políticas y programas, con los mejores estándares.

- Organizar sistemas y entidades independientes y profesionales de monitoreo y evaluación para los programas en ejecución, con criterios tanto cualitativos como cuantitativos.

Asimismo, un sistema integrado de criterios compartidos comunicados en forma transparente a la comunidad.

- Articulación intensa, actual y proyectiva, entre los sectores públicos y privados.
Al menos en lo que respecta a:
 - I+D con alto potencial de creación de valor.
 - Empleo de doctores en las industrias.
 - Aumento de la I+D financiada por las empresas.
- Aprovechar las siguientes instancias para definir y establecer selectividad (explícita o implícita) en las cuestiones que se indica:
 - La plataforma de CNID para estudiar y proponer selectividades al estado chileno, como parte de la política de ciencia y tecnología (e innovación) del país.
Esto incluye cuestiones: estructurales (nacimiento de instituciones o fusión de algunas existentes); temáticas; de recursos; de agencias involucradas (CONICYT, CORFO y otras).
 - La plataforma de decisiones de los ministerios actuales (a futuro un eventual ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, o de Ciencia y Tecnología u otro) para transformar las definiciones del CNID en políticas y presupuestos a ser asignados a las respectivas agencias.
 - Roles del Consejo CONICYT y del Consejo y Comités de CORFO en asignar los recursos con las reglas de calidad que definan según criterios internacionales y las orientaciones presupuestarias de los ministerios – CNID.

ANEXO A. METODOLOGÍA.

A continuación se exponen los principales pasos de la metodología utilizada para abordar el estudio sobre la selectividad en ciencias.

A.1 Revisión y análisis de algunos casos de selectividad utilizados a nivel internacional.

- Revisión y análisis de casos en países desarrollados.
- Revisión y análisis de casos en países emergentes.
- Realización de reuniones con representantes de CNID.
- Análisis por el autor.

A.2 Establecimiento de un *framework* de caracterización de la selectividad como instrumento de inversión pública en Ciencia.

- Tipo de selectividad.
- Ámbitos de selectividad.
- Propósitos y resultados esperados de la selectividad.
- Combinación de ámbitos y propósitos.
- Instancias de decisión y mecanismos de definición de selectividad

A.3 Caracterización de las principales selectividades hechas hasta ahora en Chile.

- Realización de reuniones con representantes de CNID.
- Realización de reuniones con representantes de CONICYT, CORFO y otros actores.
- Identificación de los casos chilenos de selectividad.
- Revisión y análisis de información sobre los casos identificados.
- Caracterización de los casos chilenos en base al *framework* establecido en A.2.

A.4 Planteamiento de algunas recomendaciones sobre el uso adecuado de selectividad para el caso chileno.

- Planteamiento de recomendaciones sobre cuándo conviene utilizar selectividad.
- Planteamiento de recomendaciones para aplicar selectividad.
- Presentación de los resultados del trabajo en un informe final, con un informe preliminar a modo de avance.

ANEXO B. GLOSARIO.

En el texto de este documento se utilizan las denominaciones siguientes:

BT: Biotecnología.

CNID: Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo de Chile (evolución de CNIC).

CONICYT: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Chile.

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción, Chile.

DoD: Department of Defense (USA).

DoE: Department of Energy (USA).

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique (France).

EUA: Estados Unidos de América.

FOS: Fields of Science (OECD)

FONDECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, CONICYT, Chile.

FONDEF: Fondo Nacional de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, CONICYT, Chile.

GERD: Gross Domestic Expenditure in Research and Development.

I+D: Investigación y Desarrollo.

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación.

IES: Instituciones de Educación Superior.

ERNC: Energías Renovables No Convencionales.

KAIST: Korea Advanced Institute of Science and Technology (Universidad pública).

KEIT: Korea Evaluation Institute of Industrial Technology.

KIST: Korea Institute of Science and Technology (Institutos de investigación).

IoT: Internet of Things.

M2M: Machine to Machine.

MOST: Ministry of Science and Technology (Korea). Evolucionó a Ministry of Science, ICT and Future Planning.

OCDE (OECD): Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

ONU: Organización de Naciones Unidas.

NHI: National Health Institutes (USA).

NSF: National Science Foundation (USA).

RAE: Research Assessment Evaluation (UK).

RAEng: Royal Academy of Engineering, UK.

REF: Research Excellence Framework (UK).

RCUK: Research Councils United Kingdom.

RS: Royal Society, UK.

RU: Reino Unido.

SCT: Sistema de Ciencia y Tecnología.

SCTI: Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.

SNI: Sistema Nacional de Innovación.

STEPI: Science and Technology Policy Institute (Korea).

TEKES: Finnish Funding Agency for Innovation, Finland.

TEMASEK: Singapore Investment Company.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicaciones.

UGC (UFC): University Grant Committee, UK. Luego evolucionó a University Funding Committee.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, las Ciencias y la Cultura.

ANEXO C. REFERENCIAS.

¹ Bush, Vannevar. Science: The Endless Frontier. 1945. Report to the President of USA from the Director of the Office of Scientific Research and Development.

²The 2015 Budget. Science, Technology, Innovation, and STEM Education. White House Office of Science and Technology Policy.

³MIT Institutional Research, Office of the Provost. Research Expenditures by Primary Sponsor, 2015.

⁴Assessment framework and guidance on submissions. REF-UK. REF02.2011, updated 2012.

⁵RCUK Information. www.RCUK.ac.uk, feb 216

⁶World shares data derived from Elsevier - International Comparative Performance of the UK Research Base, 2013.

⁷Royal Academy of Engineering. Investing in Innovation, 2015.

⁸Richard Keen. House of Commons Library. Briefing paper. Spending on Research and Development in the UK. July 2015.

⁹Higher Education Statistics Agency, 2014.

¹⁰World Economic Forum. The Global Competitiveness Report, 2012-2013.

¹¹J.R Schackleton, P. Booth. Abolishing the Higher Education Research Excellence Framework (REF). Institute of Economic Affairs. 2015.

¹²UK Ministers 8 Great Technologies.

¹³The Allocation of Science and Research funding 2015/2016. Investing in world-class science and research. Department for Business Innovation and Skills. 2014.

¹⁴STEPI. Science and Technology Policy. Science and Technology That Changes World, Policy that Cares about Humanity.

¹⁵Ministry of Science and Technology, Korea. Vision 2025: Korea's Long-term Plan for Science and Technology Development. 2000.

¹⁶United Nations University. Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments. The "Policy Mix" Project. Country Report Korea. 2008.

¹⁷OECD Data. Research and Development. Gross Domestic Spending on RLD. 2016.

¹⁸OECD Reviews on Innovation Policy. Industry and Technology Policies in Korea.

¹⁹World Bank. East Asia and Pacific Region. Republic of Korea Transition to a Knowledge – Based Economy. 2000.

²⁰UNESCO. Disciplinas de Ciencia y Tecnología.

²¹OECD. Working Party National and Technology Field of Science (FOS) Classification in the Frascati Manual. 2007