



CIECTI

Centro Interdisciplinario
de Estudios en Ciencia,
Tecnología e Innovación

ÁREA TEMÁTICA

**LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS RECIENTES DE POLÍTICAS DE CTI
EN PAÍSES EMERGENTES: REFLEXIONES Y LECCIONES PARA ARGENTINA**

Análisis de la evolución reciente de las políticas, instrumentos e instituciones de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en Brasil, Chile, Nueva Zelanda, Sudáfrica y España. Reflexiones y lecciones para Argentina.

Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE), Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) y Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología, Universidad de Buenos Aires (UBA)



Análisis de la evolución reciente de las políticas,
instrumentos e instituciones de ciencia, tecnología e
innovación (CTI) en Brasil, Chile, Nueva Zelanda, Sudáfrica
y España. Reflexiones y lecciones para Argentina

INFORME FINAL

Centro de Estudios en
Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo

CITECDE

Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo de la
Universidad Nacional de Río Negro



Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología de la
Universidad de Buenos Aires

Abril 2016

- **Equipo de Investigación**

- **Coordinador**

Lic. Juan Carlos DEL BELLO (UNRN)

- **Integrantes**

SUDÁFRICA

Lic. Juan Martín QUIROGA	CITECDE-UNRN
Dra. Mariana VERSINO	MAECyT-UBA/CEUR-CONICET/UNLP

BRASIL

Lic. Manuel. LUGONES	CITECDE-UNRN
Lic. Javier MOSCOSO	MAECyT-UBA

NUEVA ZELANDA

Dr. Carlos ABELEDO	MAECyT-UBA
Lic. Francisco ARISTIMUÑO	CITECDE-UNRN-CONICET

CHILE

Mg. Andrés NIEMBRO	CITECDE-UNRN-CONICET
Dra. Alejandra ROCA	MAECyT-UBA

ESPAÑA

Dr. Diego AGUIAR	CITECDE-UNRN-CONICET
Mg. María Paula SENEJKO	MAECyT-UBA

Este trabajo de investigación es fruto del consorcio conformado por:

Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE) de la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN); San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro; citecde@unrn.edu.ar; www.citecde.unrn.edu.ar

Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Buenos Aires (MAECyT-UBA); Ciudad Autónoma de Buenos Aries; maecyt@re.uba.ar

Índice

Índice	3
Introducción	10
1. <i>Problema</i>	10
2. <i>Objetivos</i>	11
3. <i>Abordaje teórico</i>	12
4. <i>Métodos y técnicas utilizadas</i>	12
Criterios generales:	14
Criterios parciales:	14
5. <i>Actividades realizadas</i>	14
Taller de discusión entre los investigadores del consorcio.	14
Búsqueda de fuentes secundarias (bibliografía e informes) y búsqueda de informantes claves para los 5 países.	14
Elaboración de informe preliminar sobre los 5 países	15
Realización de guías de entrevistas para informantes claves para los 5 países.	15
Realización de entrevistas en los 5 países	15
Taller de discusión entre investigadores para elaboración de informe final	16
Redacción de informe final.	16
Taller de discusión con autoridades del CIECTI y MINCYT y publicación de resultados	17
6. <i>Estructura y contenido del informe final</i>	17
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	18
Comparación entre los cinco países: datos estadísticos	20
<i>Bibliografía</i>	24
Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Sudáfrica	25
<i>Resumen Ejecutivo</i>	26
1. <i>Introducción</i>	28
2. <i>Principales hitos de políticas, instituciones e instrumentos de CTI desde la década de 1980 hasta la actualidad.</i>	31
Antecedentes (1980 – 1994)	31
Principales hitos (1994 – 2015)	31
3. <i>Instituciones de gobierno que realizan las funciones de hacer las políticas nacionales de CTI</i>	40
Department of Science and Technology (DST)	41
National Advisory Council on Innovation (NACI)	43
4. <i>Instituciones de gobierno que realizan las funciones de asignación de recursos nacionales para CyT + Instituciones que realizan el financiamiento de las actividades relacionadas con la CTI</i>	45

National Research Foundation (NRF)	49
5. <i>Instituciones gubernamentales que realizan actividades vinculadas al fomento de la innovación</i>	55
Technology Innovation Agency (TIA)	55
El fomento a la innovación desde el Department of Trade and Industry (DTI)	61
6. <i>Instituciones que realizan las funciones de ejecución de las actividades de CTI</i>	67
Consejos de investigación	69
Council for Mineral Technology (Mintek)	69
Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)	73
La National Research Foundation (NRF) como ejecutora de investigación	76
7. <i>Instituciones que tienen la función de creación de vinculaciones y flujos de conocimientos.</i>	78
Department of Science and Technology (DST)	78
Technology Innovation Agency (TIA)	79
Ley de derechos de propiedad intelectual de investigaciones y desarrollos financiados públicamente.	79
8. <i>Instituciones que tienen la función de formación de recursos humanos y fortalecimiento de capacidades en CTI.</i>	79
9. <i>Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Sudáfrica</i>	82
<i>Siglas</i>	85
<i>Anexo I</i>	88
<i>Fuentes y referencias bibliográficas.</i>	89
<i>Legislación</i>	92
<i>Entrevistas</i>	93
<i>Eventos</i>	94

Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Nueva Zelanda

Zelanda	95
<i>Resumen Ejecutivo</i>	96
1. <i>Introducción</i>	98
2. <i>La evolución de políticas de CTI a partir de 1990</i>	101
Reformas institucionales	101
Financiamiento de la investigación en universidades	104
Reformas de enunciados de políticas	105
Evolución de las reformas institucionales	106
Creación de la Oficina del PM Chief Science Advisor	107
Ministerio de Ciencias e Innovación	108
3. <i>Instituciones de gobierno que realizan el diseño de las políticas nacionales de CTI</i>	109
Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE)	110
Minister of Science and Innovation	110
Ministerio de Educación Terciaria	111
Ministerio de Industrias Primarias	111

Asesor Científico Principal del Primer Ministro	112
4. <i>Asignación de recursos en el plano nacional</i>	113
5. <i>Formulación de políticas reguladoras;</i>	115
Propiedad Intelectual	115
National Health Research Ethics Committee	115
National Animal Ethics Advisory Committee	116
Ministerio de Medio Ambiente	116
Legislación sobre condiciones de trabajo	117
Bioseguridad	117
6. <i>Financiamiento de actividades relacionadas con la CTI</i>	118
Ministry of Business, Innovation and Employment	118
Royal Society of New Zealand (RSNZ – Marsden Fund)	122
Tertiary Education Commission	123
Health Research Council	124
Ministry of Primary Industries	124
Vision Maturanga	128
7. <i>Instituciones que realizan las funciones de ejecución de las actividades de CTI</i>	129
Crown Research Institutes	129
Callaghan Innovation	131
Universidades	136
Empresas Privadas	139
8. <i>Instituciones que tienen la función de creación de vinculaciones y flujos de conocimientos</i>	145
Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE)	145
Ministry of Primary Industries	146
Callaghan Innovation	146
New Zealand Trade and Enterprise (NZTE)	146
Universidades	146
Cámaras Empresarias (Industry Good Bodies)	147
9. <i>Formación de recursos humanos y fortalecimiento de capacidades</i>	149
10. <i>Suministro de infraestructura.</i>	150
Barcos	150
Infraestructura de eCiencia (NeSI)	151
11. <i>Discusión del Plan Estratégico 2014-2024</i>	152
12. <i>Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Nueva Zelanda</i>	155
<i>Siglas</i>	159
<i>Bibliografía</i>	161
<i>Entrevistas realizadas en Nueva Zelanda</i>	167
<i>ANEXO I: Áreas para financiamiento del FRST establecidas en 1992</i>	170
<i>ANEXO II: National Science Challenges</i>	171
High-Value Nutrition - A National Science Challenge	174
<i>ANEXO III: Crown Research Institutes</i>	175
<i>National Institute of Water and Atmospheric Science (NIWA).</i>	176

Actividades de NIWA	176
Financiamiento de NIWA.	176
ANEXO IV: Institutos tecnológicos y Politécnicos	179
ANEXO V: Centres of Research Excellence	180

Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Chile 183

<i>Resumen ejecutivo</i>	184
1. <i>Introducción</i>	187
2. <i>Principales hitos de la historia del complejo de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Chile</i>	188
3. <i>Instituciones de gobierno que realizan las funciones de hacer las políticas nacionales y regionales de CTI</i>	197
4. <i>Instituciones que realizan el financiamiento de las actividades relacionadas con la CTI</i>	212
5. <i>Instituciones que realizan las funciones de ejecución de las actividades de CTI</i>	219
6. <i>Instituciones que tienen la función de creación de vinculaciones y flujos de conocimientos.</i>	232
7. <i>Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Chile</i>	238
Aspectos destacables y algunos desafíos	241
Referencias	245
Siglas	248
Entrevistas realizadas	250

Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Brasil 251

<i>Resumen</i>	252
1. <i>El Sistema Brasileño de Innovación: un breve recorrido histórico</i>	254
Políticas de CTI durante el modelo de industrialización por sustitución de importaciones (décadas del cincuenta al ochenta)	254
El SNDCT frente al quiebre del modelo sustitutivo (décadas del ochenta y noventa)	258
Las reformas institucionales del SNDCT y el SBI en la segunda mitad de la década del noventa	262
2. <i>Estructura de gobernanza del SNDCT y el SBI</i>	268
El Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	268
El Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior	271
Ministério da Educação	272
Estructura de coordinación del SNDCT y el SBI	272
Estructura de coordinación entre el nivel federal y el estadual	276
3. <i>Formulación de las políticas nacionales de CTI</i>	278
Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior: 2004-2008	279
4. <i>Marco regulatorio de las actividades de fomento de la innovación</i>	285
Ley de Incentivos à inovação e à pesquisa científica tecnológica	285

Ley “do Bem”	288
9. <i>Instituciones y estructura de financiamiento del SNDCT y el SBI</i>	290
Los Fondos Sectoriales	290
El Fondo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico a partir de los FS	294
La Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP)	295
El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social	297
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	300
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	301
6. <i>Principales Instrumentos de política de CTI</i>	304
Financiamiento no Reembolsable	305
Financiamiento Reembolsable	306
Capital de riesgo	309
7. <i>Sistemas regionales de CTI en Brasil</i>	310
Caso São Paulo	310
Instituciones de gobierno que realizan las funciones de hacer las políticas	311
Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação	311
Ley de innovación de San Pablo	312
Instituciones que realizan el financiamiento de las actividades relacionadas con la CTI	313
Instituciones de gobierno que realizan las funciones de asignación de recursos	315
Instituciones que tienen la función de formación de recursos humanos y fortalecimiento de capacidades	317
Instituciones que realizan las funciones de ejecución de las actividades de CTI	318
8. <i>Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Brasil</i>	320
<i>Siglas</i>	323
<i>Referencias</i>	325
<i>Fuentes Institucionales Consultadas:</i>	328
<i>Entrevistas realizadas</i>	329

Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en España 330

<i>Resumen Ejecutivo</i>	331
Nivel de la Gobernanza:	332
Nivel institucional	332
Nivel instrumental	334
1. <i>Breve síntesis de la historia del complejo de ciencia, tecnología e innovación hasta la década del 2000.</i>	337
Análisis de los planes nacionales	341
Aspectos estructurales del complejo de ciencia y tecnología	342
2. <i>Instituciones de gobierno que realizan las funciones de hacer las políticas nacionales de ciencia, tecnología e innovación</i>	345
3. <i>Instituciones de gobierno que realizan las funciones de asignación de recursos nacionales y financiamiento de las actividades relacionadas con la CTI.</i>	351

Bibliografía

OECD (1996). *Science, Technology and Industry Outlook*. París: OECD.

Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A. y Vergara, S. (2005). "Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina". En M. Cimoli (ed.). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL/BID.

Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Sudáfrica

Juan Martín Quiroga

Mariana Versino

Resumen Ejecutivo

El Sistema Nacional de Innovación de Sudáfrica, la principal economía del continente africano con un ingreso nacional bruto *per cápita* de U\$S 6.800 (dólares a precios actuales) contra uno de U\$S 1.638 para el resto de la economía africana sub-sahariana (World Bank, 2016), cuenta con instituciones de investigación y desarrollo públicas de larga trayectoria, así como con sectores empresariales -tanto públicos como privados- sólidos en términos de sus capacidades de producción de conocimientos científicos y tecnológicos. En este informe han sido tomados en cuenta los hitos más significativos en lo referente a la definición de políticas, creación de instituciones e instrumentos de CTI desde el fin del régimen del *apartheid* en 1994, momento a partir del cual se dio un cambio drástico y fundamental en las políticas de este país.

Se analiza en particular el accionar de una de las principales instituciones definidoras de las políticas nacionales de CTI como lo es el *Department of Science and Technology (DST)* creado en 2002 -sobre la base del *Department of Arts, Culture, Science and Technology* antes a cargo de esta tarea- y que se guía por las definiciones emanadas de las *National R&D Strategies*. Estas estrategias fueron adoptando a lo largo del periodo diversos formatos y denominaciones, si bien se orientaron por los mismos objetivos de obtención de “una mejor calidad de vida de la población” y una “mayor competitividad de las actividades económicas sudafricanas”, en particular con el fin de promover el aumento del empleo y la disminución de la pobreza. En este sentido, el *Ten-Year Innovation Plan (TYIP)* del año 2007 busca para el periodo 2008-2018: “- El establecimiento de Sudáfrica como líder en biotecnología y productos farmacéuticos, basados en el conocimiento “indígena”; - el posicionamiento de Sudáfrica como un actor clave en ciencia y tecnología espacial, incluyendo la industria satelital, telecomunicaciones y observación de la tierra y ciencias del espacio; - el aseguramiento energético, lo cual debe dirigir a investigaciones relacionadas con tecnologías limpias basadas en carbón, energía nuclear y en la economía del hidrógeno; - el desarrollo de las ciencias ambientales con especial foco en cambio climático; y - la optimización del rol de la ciencia como vía de desarrollo económico y social”.

Por otra parte, se analizan las principales instituciones planificadoras y ejecutoras del gasto en I+D que se encuentran bajo la dependencia del DST y entre las que se destacan el *Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)*; la *National Research Foundation (NRF)* y la *Technological Innovation Agency (TIA)*. En relación a estas instituciones se describen la estructura de gobernanza, los principales programas llevados adelante y el financiamiento con el que cuentan, lo que permite caracterizar introductoriamente su funcionamiento.

Si bien en términos generales las conclusiones recopiladas acerca del desempeño del gasto en I+D sudafricano no son alentadoras, el informe destaca algunas iniciativas que sería de interés evaluar como estrategias de políticas orientadas centralmente a la promoción de la innovación productiva. En este sentido, constituyen arreglos

institucionales de interés el Consejo de Investigación Científica e Industrial y la Agencia de Innovación Tecnológica.

En el primer capítulo se realiza un breve estudio que sirve de introducción a las características sobresalientes del país vinculadas a su historia reciente, economía y políticas de ciencia, tecnología e innovación.

A continuación, en el capítulo 2 se repasan, en forma más específica los principales hitos que han tenido las políticas, instituciones y planes vinculados a ciencia, tecnología e innovación. Si bien se hace alguna referencia a períodos anteriores, el foco se ha puesto en lo realizado a partir del año 1994, cuando asume la presidencia Nelson Mandela, puesto que el fin del régimen de apartheid ha supuesto un cambio fundamental en la historia política de Sudáfrica y en su relación con el mundo.

El capítulo 3 comienza con una descripción, a grandes rasgos, de la composición del sistema nacional de innovación, para ayudar al lector a situarse en el mapa de instituciones que componen dicho sistema, para luego presentar las instituciones de gobierno que tienen por objetivo hacer las políticas de CTI: el *Department of Science and Technology* (DST), es decir el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y el *Nacional Advisory Council on Innovation* (NACI), Consejo Nacional Asesor en Innovación, que asesora al Gabinete de Ministros en la materia.

A continuación, en el capítulo 4, se da cuenta de la inversión que se ha realizado en Sudáfrica en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como también el grado de inversión por sectores de la economía y se delimitan los organismos de CTI vinculados tanto al DST como a otros ministerios nacionales. El capítulo se completa con la presentación de la *National Research Foundation* (NRF), institución dependiente del DST que tiene un doble rol: como agencia de financiamiento de actividades de I+D, así como también en tanto ejecutora de investigación.

El capítulo 5 se centra en las instituciones vinculadas al fomento de la innovación. Para ello se presenta el caso de la *Technology Innovation Agency* (TIA) y del *Department of Trade and Industry* (DTI), Ministerio con una fuerte orientación a favorecer el aumento de la competitividad de la actividad manufacturera sudafricana y que tiene diversas líneas de financiamiento para actividades de innovación y capacitación de recursos humanos altamente competitivos.

En el capítulo 6 se presentan algunos Consejos de Investigación que realizan actividades de investigación y desarrollo. Se optó por presentar a sólo tres de ellos: el Mintek, orientado a investigación en minería y metalurgia; el *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR), consejo orientado a la investigación científica para apoyo de la actividad industrial y que posee una fuente considerable de ingresos vinculada a los servicios que presta a la industria, así como también por los emprendimientos desarrollados autónomamente y vinculados a temas de interés industrial; y por último – nuevamente- la NRF, aunque aquí se presenta su actividad en tanto ejecutora de

investigación. En este punto cabe destacarse el proyecto *Square Kilometer Array* (SKA), el mayor radiotelescopio del mundo que está en fase de construcción y es impulsado por un consorcio internacional del cual Sudáfrica forma parte.

El capítulo 7 busca presentar instituciones que tienen preponderancia en la creación de flujos de conocimiento, y en el capítulo 8 se esboza el sistema de la educación superior en Sudáfrica, el cual también ha tenido modificaciones considerables desde el año 1994, a partir del cual ha sido paulatinamente más accesible. Si bien en términos generales la formación superior sudafricana tiene buena reputación internacional, el país tiene problemas en términos de la cantidad de recursos humanos con los que cuenta para destinar al desarrollo de sectores demandantes de mano de obra calificada.

Por último se presentan algunas consideraciones finales que hemos considerado oportuno retomar como cierre de este apartado.

1. Introducción

Sudáfrica es la economía más importante del continente africano. Con alrededor de 54 millones de habitantes da cuenta de un poco más del 5% de la población del continente, pero genera alrededor de un cuarto del PBI total (Kraemer-Mbula y Pogue, 2012). Asimismo, se caracteriza por ser un país con grandes desigualdades: mientras existen grandes fortunas y sus ciudades capitales se incluyen entre los mayores centros de negocios de África, aproximadamente una cuarta parte de la población sudafricana se encuentra desempleada.

Se caracteriza por ser un país con una enorme diversidad de culturas, idiomas y creencias religiosas, lo que le ha valido la denominación de “nación del arcoíris”. Once idiomas son reconocidos como oficiales por la Constitución de Sudáfrica. Desde 1998, Sudáfrica es un país miembro del *Commonwealth* y miembro observador de la OECD, estatus que le había sido denegado durante la vigencia del apartheid (Kahn, 2006).

En 1948 con la llegada al poder del Partido Nacional (*National Party*) se instaura un gobierno autoritario que impone el estado de sitio y el régimen de segregación racial “apartheid”, que se mantiene hasta 1992 en que comienzan a tomarse medidas para su eliminación. Este régimen implicó, además de la segregación racial y la creación de enclaves étnicos, la exclusión deliberada de la mayor parte de la población del derecho a la educación y a la participación en la vida económica del país. Esta política implicó que paulatinamente Sudáfrica fuera aislándose del mundo, sufriendo sanciones, boicots y restricciones en el acceso al crédito (Kahn, 2006).

En mayo de 1994 se retorna a un sistema de gobierno democrático y Nelson Mandela asume el gobierno. Además de las atroces condiciones de vida de millones de habitantes negros y de minorías no blancas, la situación del país era bastante delicada: años de aislamiento del mundo habían sumido a Sudáfrica en un conjunto de problemas difíciles

de resolver. Entre ellos pueden destacarse las altísimas tasas de pobreza, la gran brecha entre ricos y pobres, el analfabetismo generalizado y consecuentemente una muy baja tasa de educación superior en la población negra, mayoritaria en el país que pasaría a tener un rol primordial en la conducción de la nueva Sudáfrica (Thompson, 2001).

Por esta situación el gobierno de Mandela tuvo tres objetivos principales al inicio de su mandato: lograr la reconciliación entre los diversos sectores sociales, promover el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de la mayoría africana pobre. Para lograr los dos últimos objetivos se requería una re-apertura al mundo a fin de permitir inversiones que generaran empleo y que permitieran una mejoría en las condiciones de vida. El gobierno lanzó con este propósito el *Reconstruction and Development Program (RDP)* que implicaba la generación de empleo tanto público como privado, construcción de viviendas, acceso a la salud, servicios públicos, educación y redistribución de tierras (Thompson, 2001).

Sin embargo, a inicios de 1996, era evidente que no se lograba el necesario crecimiento para financiar el *RDP*. Por ello en junio se pasa a un nuevo plan llamado *Growth, Employment and Redistribution (GEAR)*, focalizado más en el crecimiento que en mejorar la calidad de vida los sectores relegados. Las recetas aplicadas fueron las que imperaban en el mundo en la década de 1990: achicamiento del Estado, liberalización de la economía, y apertura a los flujos financieros internacionales (Thompson, 2001; Kahn, 2006). Estas medidas permitieron paulatinamente disminuir el endeudamiento del Estado, reducir la inflación y estabilizar el valor de la moneda. Sin embargo, el logro de la estabilidad macroeconómica no fue la panacea: en primer lugar, puesto que tuvo como costo la postergación de la prestación de servicios sociales universales (Kahn, 2006) y, en segundo lugar, puesto que la economía sudafricana continuó creciendo a tasas bajas, para finalmente entrar en recesión en 1999 (Thompson, 2001).

Hacia 2001, la revisión gubernamental de los logros del *GEAR* demostraba que si bien se había alcanzado cierto grado de estabilidad macroeconómica, las metas vinculadas al crecimiento económico, la inversión y el ahorro estaban por debajo de los objetivos planteados. Otros indicadores como la tasa de desempleo, los niveles de pobreza y el acceso a la educación también presentaban un mal desempeño. Esto llevó a una revisión del *GEAR*, plan que según Scerri (2013) se caracterizó por “la fragmentación y falta de coordinación” de los esfuerzos realizados, debido a la falta de un enfoque alternativo.

En 2010, luego de la crisis financiera global de 2008-2009, se lanza el *New Growth Path (NGP)*, que reemplaza al *GEAR* y se orientó a la creación de nuevos puestos de trabajo, la lucha contra la pobreza y la reducción de la inequidad persistente en la Sudáfrica post-apartheid. Para ello se planteaba un objetivo de crecimiento económico anual de entre el 6 y el 7% a fin de crear cinco millones de puestos de trabajo, que permitieran disminuir el nivel de desempleo a un 15% para 2020 (Gobierno de la República de Sudáfrica, 2009).

El NGP también incluyó objetivos relacionados con “políticas tecnológicas” focalizados en cuatro áreas principales: (i) actividades de I+D, donde se busca lograr para 2018 un Gasto en I+D equivalente al 2% del PBI (en 2008 era de 0,93%); (ii) mejora en el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) orientada tanto al desarrollo social como a aplicaciones en políticas públicas; (iii) adaptación y difusión de tecnologías orientadas a apoyo a la creación de empleos y crecimiento económico; y (iv) mantenimiento de la frontera tecnológica en sectores intensivos en conocimiento (Gobierno de la República de Sudáfrica, 2009).

2. Principales hitos de políticas, instituciones e instrumentos de CTI desde la década de 1980 hasta la actualidad.

Antecedentes (1980 – 1994)

Antes de 1994, las políticas científicas eran llevadas a cabo por una rama del *Department of National Education*. Por su lado, el *Science Advisory Council* ejercía funciones de consejería en materia científica a los mayores niveles gubernamentales. Los consejos científicos (Research Councils)² eran un brazo ejecutor de los mandatos gubernamentales, siendo el sistema científico-militar-universitario un eficiente proveedor de soluciones a las necesidades derivadas de la búsqueda de autosuficiencia en el campo militar. La situación comenzó a cambiar hacia fines de la década de 1980 cuando se inició el desmantelamiento del aparato militar de I+D, y los consejos científicos debieron buscar alternativas de financiamiento (Kahn, 2006).

Es por ello que, hacia 1988, se desarrolla el concepto de “autonomía de marco” para los consejos científicos, que implicaba la posibilidad de que los diversos consejos ofrecieran sus servicios al mercado a fin de obtener ingresos adicionales, lo cual conllevaba el riesgo de que los consejos divergieran de sus respectivos objetivos. Hacia 2006, esta divergencia de objetivos aún era señalada por Kahn (2006) como una debilidad del sistema, puesto que los ingresos de los consejos de ciencia se dividían en partes iguales entre los derivados de asignaciones presupuestarias y los obtenidos por locación de servicios.

En esta sección han sido tomados en cuenta los hitos más significativos en lo referente a la definición de políticas, creación de instituciones e instrumentos de CTI en Sudáfrica desde el fin del régimen del *apartheid*, que implicó un cambio drástico y fundamental en las políticas de este país, tanto hacia dentro de sus fronteras como también hacia el exterior. Por el carácter radical de los cambios acaecidos en ese momento es que no se profundiza con más detalle lo ocurrido entre 1980 y 1994.

Principales hitos (1994 – 2015)

Luego de las elecciones democráticas de 1994, en el plano económico, el gobierno optó por una política económica en la cual se continuó con la privatización de activos estatales -comenzada en la década de 1980- así como también de disciplina fiscal, medidas que permitieron paulatinamente, disminuir el endeudamiento del Estado, reducir la inflación y estabilizar el valor de la moneda. Sin embargo, el logro de la estabilidad macroeconómica tuvo como costo la postergación de la prestación de servicios sociales universales (Kahn, 2006).

² Como veremos más adelante, los Research Councils de Sudáfrica son, en realidad, instituciones de ejecución de actividades de CyT.

A partir del fin del *apartheid*, se encararon una serie de reformas institucionales y de PCTI, desarrolladas bajo el paraguas del *Reconstruction and Development Programme (RDP)*, que incluyeron -entre otras- la racionalización y desracialización de la educación superior; la creación del *Department of Arts, Culture, Science and Technology (DACST)* producto del desmembramiento del *Department of National Education*; el establecimiento de la *Academy of Sciences of South Africa (ASSAf)* y la creación del *National Advisory Council on Innovation (NACI)*.

El gobierno de Mandela inició una primera revisión de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI) que fueron plasmadas en el documento “*South Africa’s Green Paper on Science and Technology. Preparing for the 21st Century*” que implicó un proceso de consultas participativas que condujeron a la adopción de un primer Plan de CTI llamado *White Paper on Science and Technology: Preparing for the 21st Century*, el cual definió la política a partir de 1996 (DACST, 1996; DACST, 1998; Kahn, 2006).

1994 – Green Paper on Science and Technology

Este documento constituyó el puntapié inicial para construir, basándose en consultas a diversos actores y a la sociedad en general, lo que posteriormente sería una política de “ciencia, ingeniería y tecnología” (SET, por su sigla en inglés) que se plasmaría en el *White Paper* de 1996 y que se enmarcó en el *Reconstruction and Development Program (RDP)* propuesto por el Gobierno de Unidad Nacional, presidido por Nelson Mandela.

El desmantelamiento del régimen del *apartheid* a partir de 1990, junto con la democratización del país en 1994, impulsó no solo la apertura social al interior del país, sino que además repercutió en la apertura económica de Sudáfrica al mundo. Ello llevó aparejados nuevos desafíos, tanto a nivel local como internacional, entre los que se encontraban el impacto de las inversiones globales, el libre comercio y las regulaciones ambientales (*Ministry of Arts, Culture, Science and Technology*, 1994).

El proceso de consulta y desarrollo del “*Green Paper*” estuvo a cargo del *Minister of Arts, Culture, Science and Technology*, y tuvo como propósito realizar consideraciones acerca de las maneras en que la ciencia y la tecnología podían ser utilizadas para el beneficio del país, identificando las principales cuestiones a resolver a través de las políticas públicas, al tiempo que sugeriría diversas opciones disponibles, analizaría pros y contras de cada una, buscando generar un debate público en torno a ellas, para lo cual se solicitaba explícitamente que el público realizara aportes (*Ministry of Arts, Culture, Science and Technology*, 1994).

El documento -preparado con la asistencia del IDRC de Canadá, y en el cual se adopta explícitamente el enfoque de Sistema Nacional de Innovación (SNI), asume que los gastos en ciencia, ingeniería y tecnología constituyen la base del desarrollo económico y social de un país. Adicionalmente, parte de la base de que el sistema de SET estaba en ese momento en crisis puesto que, luego de haberse alcanzado un máximo de gastos en I+D

del 1,04% del PBI en 1987, el mismo fue reduciéndose paulatinamente hasta llegar a un 0,75% del PBI durante 1994 (*Ministry of Arts, Culture, Science and Technology*, 1994).

A fin de afianzar y volver eficiente el SNI, el *Green Paper* reconocían que “conocimiento, ciencia, innovación y emprendedorismo” son los bloques operando al interior de dicho sistema, que a su vez debía incluir tanto al sector público como privado, para desarrollar, proteger, financiar y regular las actividades de CyT que permitieran: “una mejor calidad de vida para todos; una mejor competitividad internacional para las actividades económicas de Sudáfrica; y [el desarrollo de] una población bien educada capaz de participar activamente en la nueva Sudáfrica” (*Ministry of Arts, Culture, Science and Technology*, 1994: 18).

El documento también reconocía que era necesario realizar un esfuerzo sistemático para afianzar la innovación industrial y el emprendedorismo tanto en las empresas como en las organizaciones de investigación. Por ello se estipulaba la necesidad de incentivar la colaboración entre el sector privado y los demás componentes del SNI. Y finalmente, al reconocerse que las empresas públicas y el sector de la defensa cumplían un rol preponderante en los procesos de innovación en el país, fueron sugeridas diversas opciones a fin de que contribuyeran al desarrollo de otras áreas del SNI.

1994 – Ministers’ Council on Science and Technology

A partir de 1994 -y hasta 1999- funcionó el *Ministers’ Council on Science and Technology (MCST)* que tenía bajo su supervisión el conjunto del SNI. Este Comité, presidido por el Ministro de Artes, Cultura, Ciencia y Tecnología, incluía la participación de los ministros de Defensa, Ambiente y Turismo, Minerales y Energía, Salud, Agricultura, Finanzas, Comercio e Industria y Educación (*Ministry of Arts, Culture, Science and Technology*, 1994; Kahn, 2006).

1996 – White Paper on Science and Technology

Luego de la realización de la consulta lanzada en el *Green Paper* de 1994, las conclusiones se plasmaron en el documento denominado *White Paper on Science and Technology* que fue el plan de políticas en CTI propuesto por el DACTS.

Este plan ha sido reconocido como el puntapié inicial para el establecimiento en 1998 de la *National Research Foundation* y del *National Advisory Council on Innovation* y, posteriormente en 2002, del *Department of Science and Technology (DST)*. También como consecuencia del *White Paper* el DACTS lanzó diversas encuestas y auditorías destinadas a relevar capacidades en ciencia, tecnología e ingeniería. Sin embargo, según Kahn (2006) el *White Paper* fue principalmente una declaración de intención y un marco general, más que un instrumento de política pública.

1998 – Fue declarado ‘The Year of Science and Technology’.

1998 - SETI System-wide Review

El *System-wide Review of Public Sector Science, Engineering and Technology Institutions* es el informe final que culmina el proceso de auditoría establecido por el *White Paper*. El mismo propuso que el *Ministers’ Committee for Science and Technology* realizara una investigación sobre la gobernanza y administración de las instituciones públicas ejecutoras de actividades de ciencia y tecnología para establecer cómo estas instituciones podían ser reestructuradas con el fin de alcanzar las grandes metas nacionales. El informe fue realizado por expertos nacionales e internacionales y se centró en el análisis de las siguientes instituciones: *Africa Institute of South Africa*, el *Agricultural Research Council*, la *Atomic Energy Corporation*, *Council for Geosciences*, *Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)*, *Human Sciences Research Council (HSRC)*, *Medical Research Council*, *MINTEK*, *South African Bureau of Standards* y el *South African Weather Bureau*. A su vez, un primer panel de expertos analizó la "*Agency Function*" que era la forma en que el gobierno en ese entonces otorgaba fondos de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos al sector de la Educación Superior y un segundo grupo de expertos estudió una política para permitir el apoyo de las Facilidades Nacionales de Investigación (Mullin, y otros, 1998).

1999 – National Innovation Fund

El *Innovation Fund* era un fondo orientado a financiar proyectos innovadores que generaran conocimientos y proyectos que pudieran ser comercialmente viables al finalizar contratos de tres años. Fue una de las iniciativas derivadas del *White Paper* y se orientó a promover la investigación colaborativa y el desarrollo de programas tecnológicos, desde una aproximación multi-disciplinaria a la resolución de problemas y programas de investigación aplicada (Kahn, 2006).

Se trató, por lo tanto, de un programa diseñado para apoyar programas de innovación en ciencia, ingeniería y tecnología de larga escala al que podían aplicar las instituciones de I+D, el sector de la educación superior, la empresa, así como también la comunidad industrial y cuerpos no gubernamentales. Este fondo quedó posteriormente subsumido en la estructura de la *Technology Innovation Agency (TIA)*.

2001 – National Biotechnology Strategy for South Africa

La *SETI Review* de 1998 mostró la necesidad del desarrollo de biotecnología para cumplir con la realización de los siguientes imperativos nacionales: - mejorar el acceso al cuidado de la salud, - proveer nutrición a bajo costo, - crear puestos de trabajo en la industria manufacturera y - proteger la diversidad biológica del medio ambiente sudafricano. La estrategia nacional diseñada buscaba el desarrollo de la biotecnología para la obtención de una economía basada en el conocimiento que permitiera el crecimiento económico y de la calidad de vida teniendo siempre presente los impactos ambientales, socio-económicos y en salud a partir del trabajo orientado por principios que incluían:

mejorar el acceso a un sistema de salud humana económicamente accesible (incluyendo investigación en HIV/SIDA, Tuberculosis y Malaria), asegurar la alimentación, crear nuevos puestos de trabajo vinculados a manufacturas y lograr la sustentabilidad ambiental (DACST, 2001)

La implementación de esta estrategia hizo lugar posteriormente al surgimiento del *Biotechnology Advisory Committee* y a la creación de los *Biotechnology Regional Innovation Centres* (BRIC), orientados a apoyar y articular entre empresas y academia los esfuerzos de innovación y comercialización en el área [geográfica] (Uctu y Essop, 2012). Entre los BRIC creados se encuentran el *Lifelab EcoBioInnovation Centre* en la región de *Kwazulu Natal* (KZN) y la *East Coast*, centrado en la salud humana y la industria; el *Cape Biotech* de la región de *Western Cape*, también centrado en la salud humana y la industria; el *BioPAD* en la región de Gauteng, orientado a la salud animal y la industria; y el *PlantBio* de orden nacional con base en KZN y centrado en plantas, forestación y agricultura.

2002 - National R&D Strategy (NRDS) y creación del Department of Science and Technology (DST)

En 2002, a partir del concepto de Sistema Nacional de Innovación, se desarrolla la *National R&D Strategy*, orientada a lograr que la inversión en I+D alcanzara el 1% del PBI para el año 2008, y en la cual se establecía que el presupuesto anual de ciencia se debe preparar tomando en cuenta todos los fondos públicos utilizados para I+D incluyendo aquellos del *Department of Education* destinados a instituciones de educación superior.

La *National R&D Strategy*, se orientó a tres áreas: (i) favorecer la innovación; (ii) proveer recursos humanos y facilitar la transformación de las instituciones de ciencia, ingeniería y tecnología (SET, por *Science, Engineering and Technology*); y (iii) crear un sistema de gobierno efectivo para la ciencia y tecnología. En este contexto se crea el *Department of Science and Technology* (DST), como un Ministerio gubernamental que aboga por la coordinación, integración y supervisión general de todas las instituciones gubernamentales dedicadas a actividades vinculadas con CyT (*DST. South Africa, 2015*).

La *NRDS* priorizó plataformas tecnológicas en sectores como la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación, la producción avanzada y la astronomía, así como aquellas orientadas a la mitigación de la pobreza (*Kraemer-Mbula y Pogue, 2012*).

2004 - New Strategic Management Model for South Africa's Public S&T System

En el año 2004, se promulgó el *New Strategic Management Model for South Africa's Public S&T System*, donde se realizaban adecuaciones organizacionales para las actividades de investigación gestionadas gubernamentalmente. A partir de este momento el DST tenía bajo su órbita las *Public Research Organizations* (PRO) –también llamadas

Science, Engineering and Technology Institutions (SETI), así como también a la *National Research Foundation* (NRF), que funciona con un doble rol: como agencia de financiamiento y como ejecutora de investigación (en la sección 4 -Instituciones de gobierno que realizan las funciones de asignación de recursos nacionales para CyT- se describirá con más detalle a esta institución).

Con este nuevo arreglo el DST tenía un rol fundamental en la gobernanza del SNI debiendo elaborar las políticas para los *SETI* por un lado y, por otro, asumir la responsabilidad de desarrollar un Plan Nacional de Ciencia y Tecnología. Sin embargo, en la práctica esta responsabilidad se limitó a actividades más parecidas a las de un “departamento de línea” (DST, 2012:130) que se orientaba a la elaboración de un reporte anual retrospectivo sobre gastos en actividades de CyT.

2007 – OECD National System of Innovation Review

Se trató de un estudio solicitado por el *DST* para analizar las políticas de innovación del país en el cual se realiza un análisis exhaustivo del sistema de innovación sudafricano y culmina haciendo una serie de recomendaciones orientadas hacia la obtención de resultados económicos de la inversión pública en el sector de ciencia y tecnología.

En este sentido, recomienda al gobierno sudafricano estimular el emprendedorismo que pueda promover un cambio estructural a partir de un crecimiento independiente de las industrias basadas en los recursos naturales, y basado en la producción conocimiento-intensiva. Para ello promueve las ideas de: - colocar a las empresas en el centro del SNI en tanto generadoras y creadoras de los recursos humanos para la innovación (junto con el sistema educativo); - mejorar la estructura de gobernanza del SNI, haciéndose referencia a la desconexión que existía entre formulación e implementación de políticas vinculadas a tecnología e innovación; - fortalecer la base de recursos humanos para la ciencia, la tecnología y la innovación; - mejorar el financiamiento de la investigación universitaria; y - desarrollar una mayor diferenciación entre la ciencia y la tecnología públicas y las organizaciones de apoyo a la innovación, especialmente para beneficiar a las pequeñas y medianas empresas (OCDE, 2007).

2007 – Ten-Year Innovation Plan (TYIP)

Es un Plan que abarca el período 2008-2018 que tiene por fin establecer lineamientos con el objetivo de lograr transformar la economía sudafricana en una economía basada en el conocimiento. Refuerza la idea, desarrollada en los planes de CTI anteriores a partir de la publicación en 1996 del *White Paper on Science and Technology*, de que la ciencia y la tecnología tienen un rol clave a desempeñar en el desarrollo socioeconómico en general, y en la lucha contra la pobreza en particular, al ser generadoras de trabajo genuino; propender al aumento de la competitividad y al crecimiento de diversos sectores intensivos en conocimiento (DST, 2007).

Se identifican cinco grandes desafíos cuyo abordaje permitirá al gobierno el achicamiento de la “brecha de innovación”, es decir la utilización de los resultados de la investigación con fines tangibles en la vida económica y social del país:

1. El establecimiento de Sudáfrica como líder en biotecnología y productos farmacéuticos, basados en el conocimiento “indígena”.
2. El posicionamiento de Sudáfrica como un actor clave en ciencia y tecnología espacial, incluyendo la industria satelital, telecomunicaciones y observación de la tierra y ciencias del espacio.
3. Aseguramiento energético, lo cual debe dirigir a investigaciones relacionadas con tecnologías limpias basadas en carbón, energía nuclear y en la economía del hidrógeno.
4. Ciencias ambientales con especial foco en cambio climático.
5. Y el rol de la ciencia como vía de desarrollo económico y social.

El documento reconoce que la transformación hacia una economía del conocimiento será llevada adelante por cuatro medios: el desarrollo del capital humano, la explotación de los resultados de las actividades de I+D; la generación de infraestructura “de conocimiento”; y el achicamiento en la brecha existente entre resultados de investigación e innovación de mercado.

Este Plan ha sido criticado por pretender impulsar a las pequeñas empresas del sector *hi-tech*, que da cuenta del 3% de las exportaciones manufactureras, mientras que otros sectores de mayor impacto socio-económico en términos de la creación de empleo y apoyo a infraestructuras de servicios no están recibiendo tanta atención ni financiamiento en investigación (Kraemer-Mbula y Pogue, 2012).

2008 – Creación de la Technology Innovation Agency (TIA)

Esta Agencia tiene por objetivo promover el desarrollo y explotación –en beneficio del interés público- de descubrimientos, inventos, innovaciones y mejoras, fungiendo de nexo entre instituciones de investigación: universidades, consejos de ciencia, empresas y organizaciones que se encargan de la comercialización. Para ello se encarga de “apoyar al Estado en la estimulación e intensificación de innovación tecnológica de forma tal de incrementar el crecimiento económico y la calidad de vida de todos los sudafricanos, desarrollando y explotando innovaciones tecnológicas”³.

Esta Agencia, trabaja en forma mancomunada con agencias provinciales y tiene una primordial orientación a promover empresas basadas en conocimiento (o en innovación), que busquen responder a las demandas provinciales y que favorezcan la creación de empleos sustentables que contribuyan al desarrollo económico. En la sección

³*Technology Innovation Agency Act*, 2008: Artículo 3.

5 se describirá con detalle la estructura, gobernanza, financiamiento y áreas de trabajo de esta Agencia.

2010 - Ministerial Review Committee

En el marco de la continuidad de las políticas en CTI, que significó el establecimiento del DST en 2002, el gobierno de Sudáfrica ha encarado varios ejercicios de planeación y evaluación de sus PCTI: Prospectiva (2000), Revisión de PCTI por OECD (OECD, 2007) y una revisión del estado de la ciencia, tecnología e innovación encargado por la Ministra G. Pandor a una Comisión Ministerial (*Ministerial Review Committee, 2010*). Especialmente designada en julio de 2010, dicha Comisión desarrolló su labor en dos etapas. La primera de ellas tendiente a realizar consideraciones sobre el presente del Sistema Nacional de Innovación (SNI); la segunda con el objeto de realizar recomendaciones a ser consideradas en el futuro respecto a: (i) estructura y gobernanza del sistema; (ii) roles y responsabilidades del DST; (iii) capacidades de infraestructura y recursos humanos; y (iv) recapitalización y requerimientos de financiamiento (DST, 2012).

Así, la segunda etapa del estudio fue estructurada teniendo en cuenta cinco áreas de análisis:

- Gobernanza del Sistema Nacional de Innovación;
- Promoción de un ambiente propicio para la innovación en los sectores privado y público;
- Capital humano e infraestructura de conocimiento;
- Monitoreo y evaluación (del Sistema);
- Financiamiento del Sistema Nacional de Innovación.

Uno de los desafíos identificados en este estudio se refiere a la necesidad de definir políticas para una “innovación para el desarrollo” que contribuya a una de las prioridades gubernamentales que es la de promover la inclusión social, disminuyendo niveles de pobreza y desempleo (DST, 2012).

Cabe señalar el hecho de que desde hace ya algunos años, en la letra de diversas legislaciones y planes de gobierno se explicita la necesidad de transformar la economía sudafricana en una economía moderna intensiva en conocimiento. En este sentido, se destaca el potencial del desarrollo científico-tecnológico como dinamizador de la economía, favoreciendo no solo a la matriz productiva, sino también como una fuente de creación de empleo y, por lo tanto, una herramienta fundamental para reducir los niveles de pobreza. Por su parte, muchos de los informes sobre el SNI sudafricano destacan la poca investigación y desarrollo destinada a la búsqueda de la resolución de los problemas sociales que afectan a la mayoría de la población del país y la baja incidencia de la I+D desarrollada en la mejora de la calidad de vida de los sectores más postergados.

2012 - National Development Plan 2030: Our future - make it work

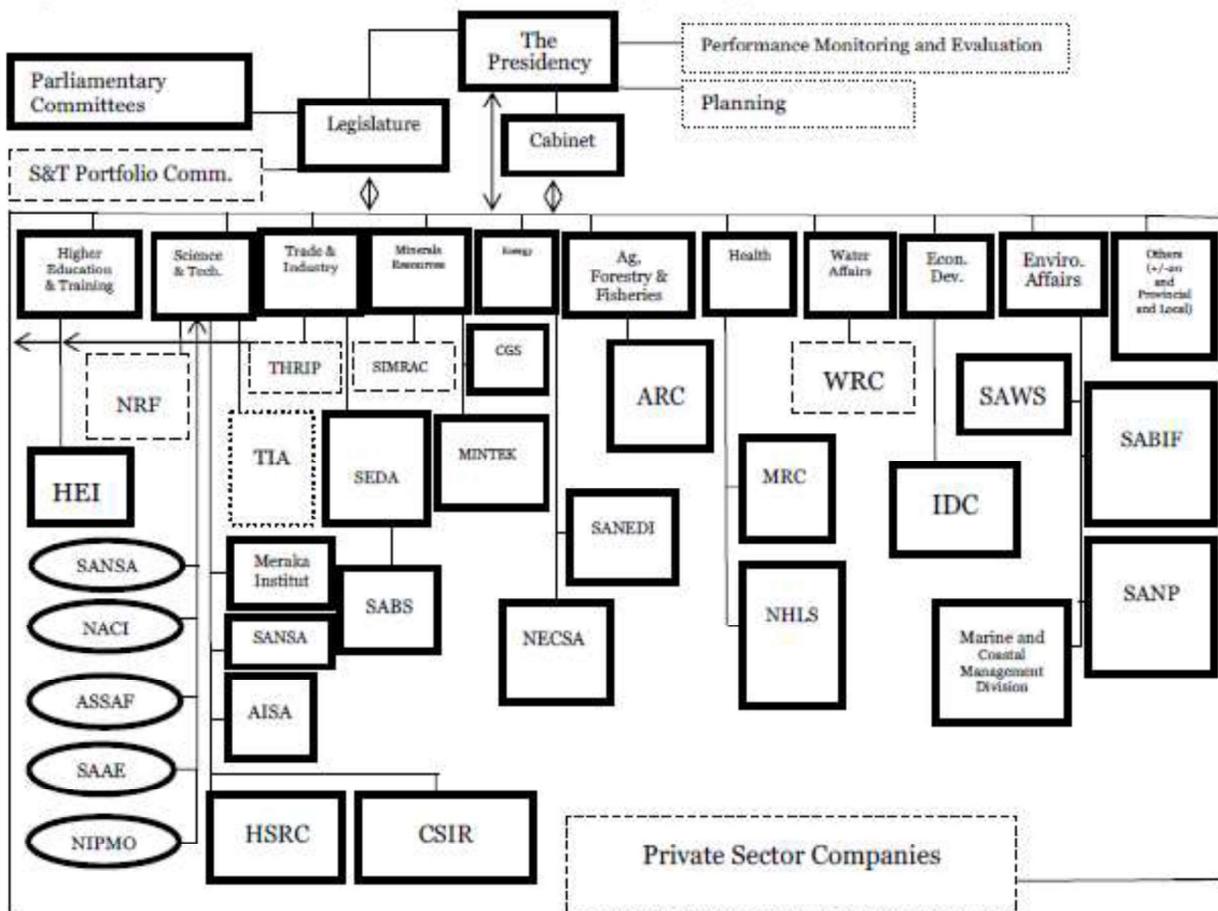
Este Plan Nacional identifica a la calidad de la educación y al fortalecimiento del sistema nacional de innovación como centrales en el desarrollo de la nación sudafricana. En el mismo se establece que los cambios tecnológicos y la innovación son claves en el objetivo de empoderar a los ciudadanos para resolver los desafíos de la pobreza, el crecimiento de la ocupación a través de la creación de fuentes de trabajo, el mejoramiento de la salud y la disminución de la inequidad social.

Esta estrategia nacional enmarca las acciones de las instituciones del SNI sudafricano tanto como las áreas estratégicas departamentales. Así por ejemplo, el último Reporte Anual de la *National Research Foundation* muestra el crecimiento de recursos colocados tanto en los temas definidos como los denominados Grandes Desafíos del Departamento de Ciencia y Tecnología– Bio-economía, Seguridad Energética, Cambio Global y Dinámicas Humana y Social –, en las Áreas definidas con ventajas geográficas para el país – Astronomía, Paleociencias, investigación Antártica y Biodiversidad – y en las áreas definidas por las Estrategias Departamentales, a saber: la Estrategia Sudafricana para las Paleociencias, los Sistemas de Conocimiento Indígena, la Estrategia Nacional Espacial, la Estrategia de Nanociencias y Nanotecnología y la Estrategia de Bio Economía (*NRF*, 2015a: 17).

3. Instituciones de gobierno que realizan las funciones de hacer las políticas nacionales de CTI

El paisaje de las instituciones dedicadas a actividades de CTI en la República de Sudáfrica tiene como característica particular la existencia de una gran cantidad de consejos de investigación que buscan responder a las necesidades existentes en diversos sectores de la vida económico-social del país.

Gráfico1: Estructura del sistema sudafricano de investigación en ciencia y tecnología dependiente de organismos públicos.



Fuente: Kraemer-Mbula y Pogue (2012)

En el más alto nivel político (Nivel 1) se encuentran las oficinas de asesoramiento gubernamental -NACI, ASSAI-, en el segundo nivel ministerial (Nivel 2) se localizan los departamentos sectoriales -DST, DHET, DTI, DoE, DMR, NDA, DoH, DAFF, DEA, el Tesoro Nacional y otros Departamentos-, en el tercer nivel (Nivel 3) las Agencias promotoras y financiadoras - NRF, IDC, SANEDI, MRC, WRC, TIA, SEDA - y en el cuarto (Nivel 4) los ejecutores de investigación e innovación – NRF, HEI, SABS,

NECSA, Mintek, ARC, MRC, SAWS, empresas públicas y privadas, HSRC, ASSAI, MCM, CSIR, SANBI, SANSAN,NIHSS- (NRF, 2015a).

Así, en el más alto nivel de definición política y legislativa se encuentra el Parlamento que es asesorado por el *Portfolio Committee on Science and Technology*. Actualmente, el *Department of Science and Technology* (DST) tiene a su cargo la formulación de políticas relacionadas a Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), así como también la administración y coordinación entre las instituciones que realizan actividades vinculadas a CTI. El conjunto de organizaciones que componen el complejo científico tecnológico dependiente de organismos gubernamentales es amplio y excede a aquellos organismos dependientes del DST. Por ello es necesario tener en cuenta que otros ministerios, tales como el *Department of Trade and Industry*, el *Department of Higher Education* o el *Department of Agriculture, Forestry and Fisheries*, son actores clave en lo referido a la formulación de políticas y programas relacionadas con actividades de I+D+I (Kraemer-Mbula y Pogue, 2012). El Gráfico1 da cuenta de la gran diversidad de actores del sector público que conforman el SNI sudafricano.

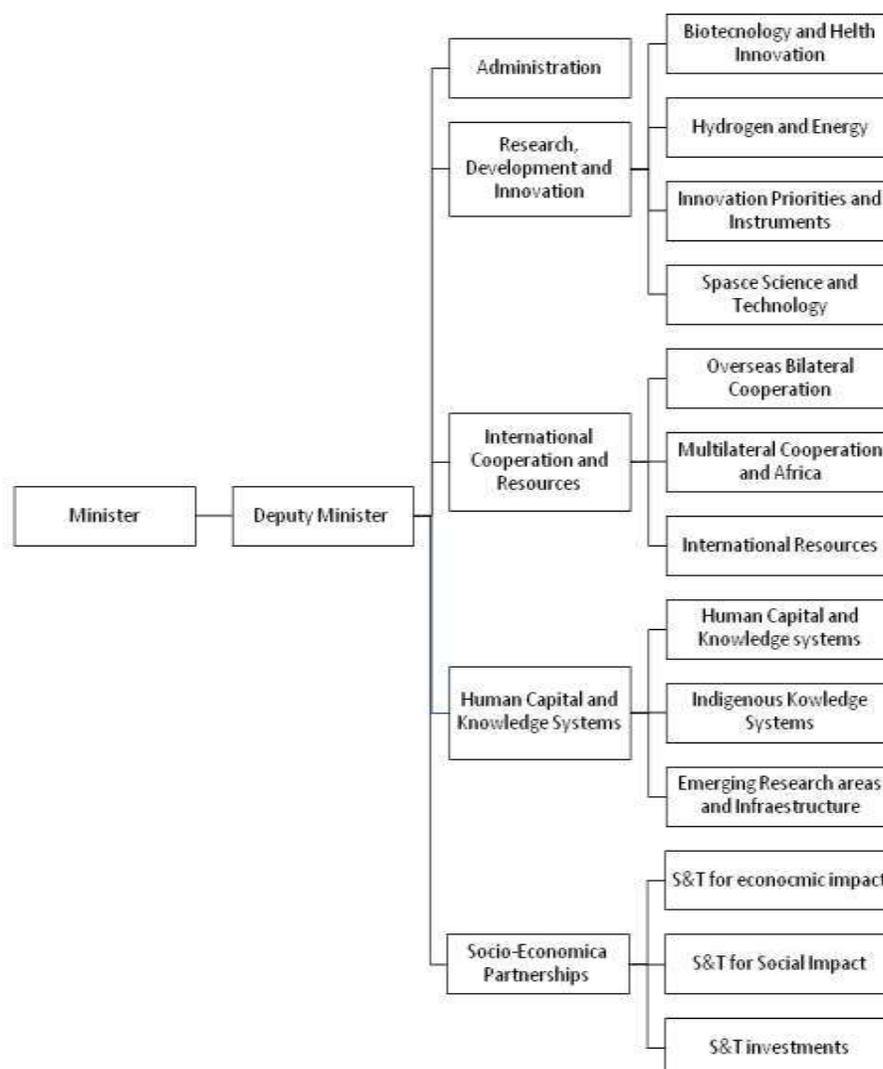
Department of Science and Technology (DST)

El *DST* es el organismo que coordina en Sudáfrica el desarrollo del SNI, a través de sus estrategias generales y en articulación con las estrategias nacionales tales como el *National Development Plan (Vision 2030)* del año 2012.

Esta cartera, conducida actualmente por la Dra. Naledi Pandor, adoptó el enfoque de los sistemas nacionales de innovación desde su creación. Entre sus principales objetivos se cuentan el apoyo al SNI trazando y coordinando estrategias generales; coordinando el trabajo de diversos actores del SNI; proveyendo indicadores y análisis del SNI a fin de mejorar su desempeño; apoyando instituciones CTI; facilitando recursos y asociatividad con agencias internacionales y multilaterales; y financiando la educación de posgrado (*DST*, 2015b).

En 2012 el gobierno sudafricano lanzó el “*South Africa’s National Development Plan (Vision 2030)*”, documento en el cual se resalta el hecho de que la transformación de Sudáfrica hacia una economía del conocimiento debe partir del desarrollo de las capacidades del SNI, a fin de mejorar la productividad, competitividad, el crecimiento económico y el desarrollo socio-económico. En este Plan el enfoque de SNI sigue siendo un pilar fundamental buscándose por ello incrementar su tamaño y efectividad, de forma tal de alinear esfuerzos públicos y privados. Debido a ello, el DST se ha comenzado a percibir como un actor clave en la política de desarrollo (*DST*, 2014a).

Gráfico 2: Organigrama del *Department of Science and Technology*



En la actualidad el DST está enfocado en resolver diversos desafíos que enfrenta Sudáfrica, en relación a los que se propicia la utilización del conocimiento y la innovación con vistas a:

- **Favorecer el desarrollo económico** desarrollando programas que buscan reducir el “déficit de cuenta (*account deficit*)” (aproximadamente del 6% del PBI). Entre éstos se encuentran programas que incluyen exenciones impositivas para empresas que realicen inversión en I+D; apoyo a industrias emergentes, paquetes de asistencia tecnológica y fondos sectoriales para innovación.
- **Favorecer el desarrollo de nuevas industrias y la diversificación de la economía** propiciando alianzas y asociaciones con otros países y empresas, pasando de acuerdos de investigación a acuerdos de innovación. Agencias como el

Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) y la *Technological Innovation Agency (TIA)* han desarrollado portafolios de iniciativas tecnológicas con diversos niveles de madurez que pueden contribuir en este sentido.

- **Aumentar la competitividad** de los diversos sectores productivos, buscando áreas de mejora y, en conjunto con la industria, implementar paquetes tecnológicos que permitan lograr este fin.
- **Favorecer el desarrollo inclusivo** a partir de diversas acciones, como las de proveer soluciones tecnológicas vinculadas a agua, energía y vivienda; fortalecer la vinculación entre la economía formal e informal, lo cual ha dado lugar a una de las primeras legislaciones a nivel mundial que promueve desarrolla y protege el conocimiento indígena; relevar el potencial de innovación de personas de comunidades marginalizadas, a fin de crear mejores intervenciones que permitan su inclusión en la economía del conocimiento.
- **Desarrollar a las PyME** facilitándoles el acceso a servicios tecnológicos por medio del programa de “estaciones tecnológicas”. Asimismo, el DST a través de la *Technology Localisation Implementation Unit* ha desarrollado un directorio de capacidades tecnológicas que comprende 147 empresas (de las cuales el 60% son PyME) en condiciones de proveer asesoría tecnológica a grandes empresas y PyME.
- **Comercializar los resultados de la investigación.** La *Intellectual Property Rights from Publicly Funded Research and Development Act* (Ley de derechos de propiedad intelectual de investigación y desarrollo financiado públicamente), junto con la *Technology Innovation Agency (TIA)* y el *National Intellectual Property Management Office (NIPMO)* constituyen un paquete de políticas orientadas a la aceleración de la conversión de resultados de investigación en productos y servicios comercializables.

National Advisory Council on Innovation (NACI)

Se trata de un Consejo Asesor creado en 1997 que tiene por fin asesorar al DST -y por su intermedio al Gabinete de Ministros- en lo referente al rol y contribuciones que la Ciencia, Tecnología e Innovación pueden tener en relación con los objetivos de las políticas nacionales, orientadas tanto a incrementar la competitividad internacional, como a la inserción de Sudáfrica en la economía del conocimiento. Para ello, promueve la interacción entre los diversos actores del SNI incorporando representantes de diversos sectores, provinciales y nacionales, y de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico (DST, 2015).

El mandato dado por la ley de creación implica una amplia gama de actividades entre las que se destacan:

- La coordinación, gobernanza y promoción de la cooperación al interior del SNI;
- La coordinación de las políticas de Ciencia y Tecnología con otras políticas y estrategias;
- El desarrollo y mantenimiento de recursos humanos para la innovación que permitan el apoyo a la innovación, el entrenamiento, investigación y desarrollo en el sector universitario, consejos de ciencia, instituciones de ciencia y tecnología y en el sector privado.
- El desarrollo de estrategias para la promoción de la innovación tecnológica, que incluyan el desarrollo, adquisición, transferencia e implementación de innovaciones en todos los sectores, así como también la identificación de áreas prioritarias de investigación y desarrollo;
- El financiamiento del sistema de CyT respecto a su contribución a la innovación.

El NACI tuvo un rol determinante en un amplio conjunto de iniciativas de políticas tales como el desarrollo del *Ten Years Innovation Plan* (TYIP), la creación de la *Technology Innovation Agency*, la *Intellectual Property Rights for Publicly Funded Research Act*; el establecimiento y monitoreo de una serie de indicadores de ciencia y tecnología; el desarrollo y mantenimiento de infraestructura nacional para innovación (*National Innovation Infrastructure*); la introducción de incentivos impositivos para la investigación y desarrollo (NACI, 2014).

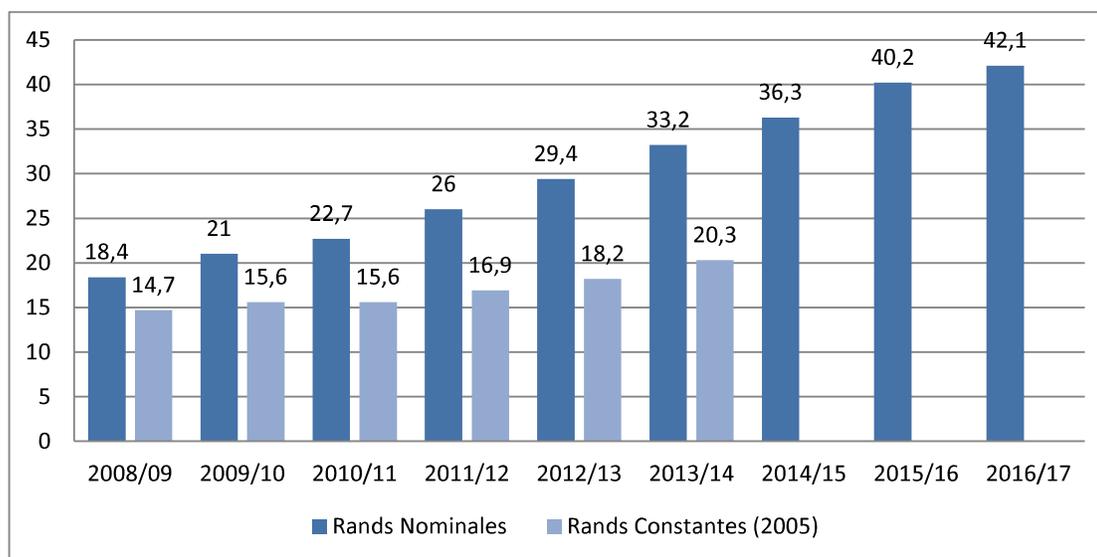
El NACI está conducido por un Consejo compuesto por 16 a 20 miembros nombrados por el Ministro de Ciencia y Tecnología, con un mandato de 4 años, renovables una sola vez. A su vez, tiene un Comité Ejecutivo constituido por cinco personas que incluyen al Director del NACI (CEO), el Director del Consejo y otros tres miembros electos de entre los miembros del Consejo. En el seno del NACI funcionan una serie de equipos de proyecto, constituidos por paneles de expertos que son seleccionados de la academia, consejos de ciencia, gobierno, organizaciones civiles y de la industria, cuyo fin es asistir al Consejo en la ejecución de sus funciones. Para ello realizan investigaciones en tópicos que se relacionan con las prioridades del NACI (NACI, 2014).

4. Instituciones de gobierno que realizan las funciones de asignación de recursos nacionales para CyT + Instituciones que realizan el financiamiento de las actividades relacionadas con la CTI

Desde la formulación del *Ten-Year Innovation Plan* en 2006, la República de Sudáfrica estableció el objetivo de lograr un gasto en I+D equivalente al 1% del PBI para el año 2015. Si bien entre los años 2005 y 2008, se llegó a un valor en torno al 0,9% del PBI, a partir de dicho año este porcentaje disminuyó para situarse en torno al 0,73% en el año 2012, lo cual equivale a unos 4.643,22 millones de dólares⁴ (OECD.stat, 2016).

El gobierno sudafricano destinó, durante el año fiscal 2013/14, 33.200 millones de Rands⁵ (aproximadamente unos \$3.059 millones de USD) para financiar actividades de CyT, monto que implicó un gasto equivalente al 3,2% del presupuesto gubernamental para dicho año (DST, 2014b).

Gráfico 3: Gasto gubernamental en CyT (en miles de millones de Rands) de los años fiscales 2008/09 a 2016/17.



Fuente: Adaptado de DST (2014b).

Nota: los datos de los años 2008/09 al 2013/14 corresponden a gastos efectivamente realizados. Los gastos para los períodos 2014/15 a 2016/17 corresponden a presupuestos.

El porcentaje del gasto en I+D que se realiza con fondos gubernamentales registra un franco aumento desde el año fiscal 2003/04, cuando significaba el 34% del gasto total en I+D. Para el año 2012/13 implicó el 45% del total del gasto en I+D. Los fondos

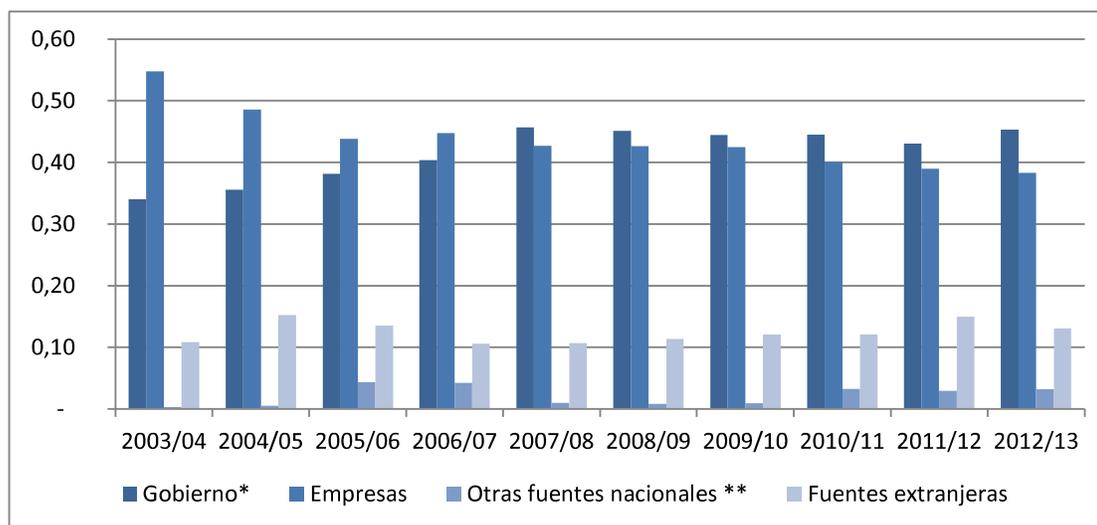
⁴ Para dicho año en la Argentina se habían invertido un total de 4.939 millones de US\$, lo cual representó un 0,58% del PBI (OECD.stat, 2016).

⁵ En el Anexo I

Tipo de cambio Promedio, se presenta el tipo de cambio oficial promedio para los años 2000 a 2014.

transferidos por el gobierno para actividades de I+D fueron destinados a: Universidades e instituciones de Educación superior 50%; Consejos de Ciencia 31%; otras instituciones gubernamentales⁶12%; Empresas 6%; y un 1% a ONG que realizan investigación y desarrollo (CeSTII - HSRC, 2014, págs. 16- 17).

Gráfico 4: Porcentaje de financiamiento de las actividades de I+D, según fuente de los fondos (2003/04 a 2012/13)



Fuente: Elaboración propia en base a CeSTII - HSRC, 2014.

*Incluye fondos de Universidades y Consejos de Ciencia.

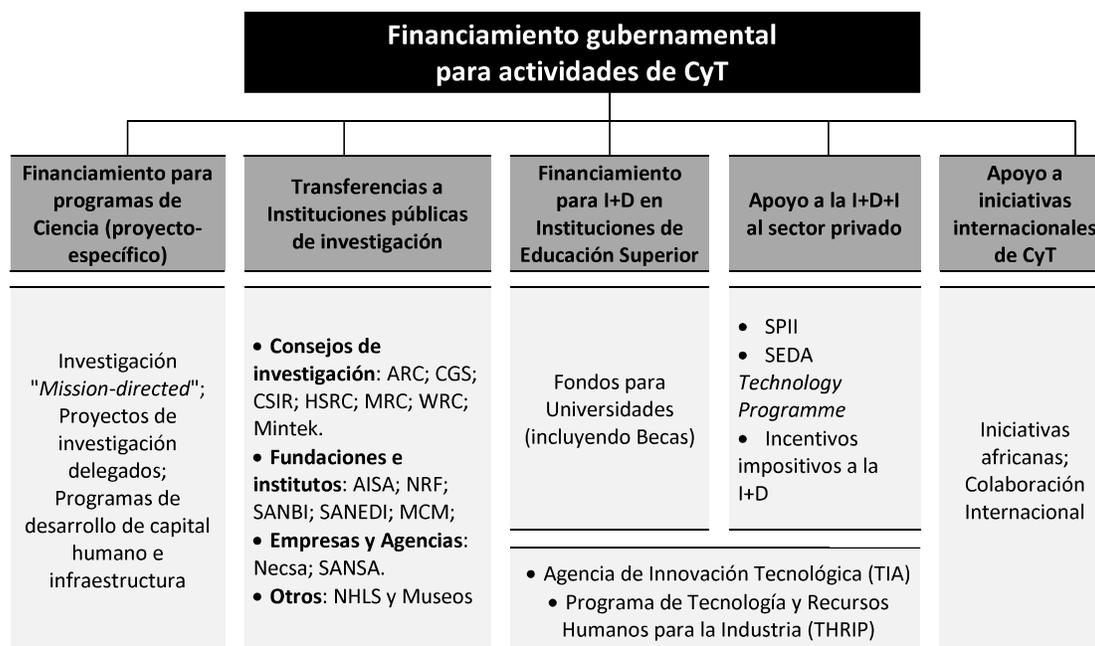
** Incluye fondos de otras instituciones de educación superior, ONGs y donaciones

La inversión que realiza el gobierno sudafricano en actividades vinculadas a investigación científica y desarrollo tecnológico es asignada a las diversas instituciones que realizan actividades de I+D+i principalmente a través de cinco canales, tal como se muestra en la Tabla 1.

El gobierno financia el 45,4 % de la I+D mientras que el sector empresarial el 38,3% (datos de 2012/13). El financiamiento público se incrementó un 13.3% en 2012/13. La educación superior recibió el 49,8% del financiamiento total gubernamental en I+D, mientras que las instituciones gubernamentales incluyendo los consejos científicos recibieron el 42,8%. El sector empresarial fue el segundo financiador de la I+D sudafricana contribuyendo con el 38,3% en su mayor parte (91,8%) ejecutado y gastado por el sector. El financiamiento intersectorial muestra que las empresas financian el 12% de la I+D universitaria, el gobierno el 12,8% gasto empresarial en I+D y el financiamiento internacional alrededor del 14% de la I+D empresaria, el 11% de la investigación de los institutos públicos de investigación y el 9% de la I+D en el sector universitario (DST, 2015).

⁶ En esta categoría se incluyen los fondos propios de los consejos de ciencias y las universidades.

Tabla 1: Financiamento gubernamental a actividades de CyT



Fuente: Adaptado de DST 2014b.

Cabe aquí mencionar lo expuesto por Kraemer-Mbula y Pogue (2012) quienes aclaran que desde la adopción en el año 2004 del *New Strategic Management Model* por parte del gabinete presidencial, el DST solo financia las actividades de I+D+i orientadas a tecnologías de punta, a la *Academy of Science of South Africa (ASSAf)*; el *Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)*; el *Human Sciences Research Council (HSRC)*; la *National Research Foundation (NRF)*; la *South African National Space Agency (SANSa)* y la *Technological Innovation Agency (TIA)*.

Tabla 2: Organismos dependientes del *Department of Science and Technology*

Nombre de la Institución	Objetivo
ASSAf Academia de la Ciencia de Sudáfrica	Promueve bases comunes de conocimiento científico en todas las disciplinas, incluyendo la física, matemática y ciencias de la vida, tanto como las ciencias humanas, sociales y económicas; estimula el pensamiento científico innovador y autónomo; promueve el desarrollo óptimo de la capacidad intelectual de todas las personas; provee consejos efectivos y facilita acciones apropiadas en relación a las necesidades colectivas y los desafíos y oportunidades de todos los sudafricanos; conecta a Sudáfrica con la comunidad científica de más alto nivel tanto dentro de la Comunidad de Desarrollo Africana del Sud como con la del resto de África e internacional.
CSIR Council for Scientific and Industrial Research	<p>Fundado en 1945, es un consejo que promueve y lleva adelante investigaciones científicas multidisciplinarias e innovación tecnológica orientada al crecimiento socioeconómico en áreas tales como CyT de la construcción (e infraestructura) defensa y seguridad; ciencias ambientales; biotecnología; química y tecnología láser; áreas emergentes (i.e. nanotecnología, titanio).</p> <p>En la actualidad cuenta con 13 programas que abarcan áreas tales como agua, defensa, nanotecnología y biología sintética.</p>

Nombre de la Institución	Objetivo
HSRC <i>Human Sciences Research Council</i>	<p>ver: http://www.csir.co.za/profile_of_csir.html</p> <p>Establecido en 1968, el HSRC es una agencia de investigación en ciencias humanas, tanto básica como aplicada, orientada a al desarrollo del país, África y el mundo, y ejecutada especialmente a través de programas colaborativos con el sector público. También funciona como un consejo asesor del gobierno en la elaboración, ejecución y evaluación de políticas públicas.</p> <p>Las investigaciones realizadas se orientan a solucionar problemas vinculados al desarrollo, prioridades nacionales y necesidades de las comunidades más vulnerables, produciendo conocimiento científico, construyendo redes de investigación y aumentando la capacidad de investigación en ciencias sociales y humanas. Actualmente lleva adelante 8 programas (incluyendo indicadores de CTI, hasta VIH/SIDA y Desarrollo humano)</p> <p>ver: http://www.hsrc.ac.za/en/about/what-we-do</p>
NRF <i>National Research Foundation</i>	<p>Creada en 1998, tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de Sudáfrica por medio de la promoción de la economía del conocimiento.</p> <p>Para ello promueve y apoya la investigación en todos los campos de la ciencia y la tecnología, actúa en el desarrollo de recursos humanos altamente capacitados y provee a los investigadores acceso a instalaciones donde desarrollar sus investigaciones.</p> <p>Funciona como una agencia de financiamiento y como ejecutora de investigación. Además administra siete <i>National Research Facilities</i> y quince <i>Centres of Excellence</i>.</p> <p>ver: http://www.nrf.ac.za/about-nrf</p>
SANSA <i>South African National Space Agency</i>	<p>Es la agencia de más reciente creación, fundada en 2010. Tiene por objetivo la promoción de la investigación en usos pacíficos de los sectores aeronáutico y aeroespacial. Apoya investigaciones orientadas a ciencia espacial, comunicaciones, capacidades avanzadas en física, ingeniería y competencias y capacidades humanas vinculadas al sector.</p> <p>Cuenta con cuatro programas: Observación de la Tierra, Operaciones espaciales, ciencia espacial e ingeniería espacial.</p>
TIA <i>Technological Innovation Agency</i>	<p>Tiene por objetivo promover el desarrollo y explotación –en beneficio del interés público- de descubrimientos, inventos, innovaciones y mejoras, fungiendo de nexo entre instituciones de investigación: universidades, consejos de ciencia y empresas. Para ello se encarga de “apoyar al Estado en la estimulación e intensificación de innovación tecnológica de forma tal de incrementar el crecimiento económico y la calidad de vida de todos los sudafricanos, desarrollando y explotando innovaciones tecnológicas”.</p> <p>Data de 2008 y tiene diversas líneas de financiamiento.</p>

Fuente:Elaboración propia en base a <http://www.dst.gov.za/index.php/entities> y DST (2014b)

Por su parte, las actividades de I+D de disciplinas y tecnologías ya maduras (salud, agricultura, minería etc.) son financiadas a través de los ministerios de los que dependen. Es por este tipo de ordenamiento que otros ministerios como el *Department of Health*; *Department of Energy*; *Department of Mineral Resources*; *Department of Agriculture, Forestry and Fisheries*; o el *Department of Water Affairs*, destinan fondos presupuestarios a sus propias dependencias en las cuales se llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo: el *Medical Research Council*; el *South African National Energy Development Institute*, el *Council for Geoscience*, el *Agricultural Research Council* o la *Water Research Commission*, respectivamente.

En la Tabla 3 se ejemplifica la cuantía en la que diversos Ministerios dedican esfuerzos en I+D, expresado como el porcentaje del gasto en I+D que hacen los ministerios a consejos de investigación que están bajo su mando. El criterio de selección está basado en una elevada contribución a las actividades de I+D del país, o bien, por significar una alta proporción de sus respectivos presupuestos.

Tabla 3: Ejemplos de actividades de CyT financiadas por el gobierno a través de Ministerios

Ministerio	% del presupuesto ministerial del año 2013/14 destinado a CyT	Programas/instituciones y/o Laboratorios financiados
<i>Department of Health</i>	46,7%	<i>Medical Research Council; National Health Laboratory Service; National Health Scholars Programme; Health System Trust; HIV/Aids research grants para instituciones de educación superior</i>
DST	92,5%	AISA; CSIR; HSRC; NRF; SANSA; TIA
<i>South African Police Service</i>	5,3%	<i>Criminal Record Centre and Forensic Science Laboratories; Adquisición de Equipamiento de Análisis Especializado</i>
<i>Department of Higher Education and Training</i>	5,9%	Conectividad de Banda Ancha e infraestructura TIC; Subsidios a la investigación
<i>Department of Basic Education</i>	5,7%	<i>Dinaledi Schools (orientadas a mejorar el desempeño en matemáticas y ciencias naturales); Programa de Becas Funza Lushaka, que promueve la enseñanza de ciencias naturales y matemática como áreas prioritarias a nivel nacional</i>
<i>Department of Agriculture, Forestry and Fisheries</i>	16,5%	<i>Agricultural Research Council; Diversos programas orientados a producción agrícola, seguridad alimentaria, modernización de facilidades para producción de vacunas, entre otros</i>
<i>Department of Trade and Industry</i>	N/D	THRIP; SPII.

Fuente: Adaptado de DST (2014b; pág. 16)

National Research Foundation (NRF)

Introducción

La *NRF* es un organismo público dependiente del *DST*, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo del país y a mejorar la calidad de vida de los sudafricanos, a través de la creación de conocimiento, innovación y desarrollo en todos los campos de la ciencia y la tecnología, incluyendo el conocimiento indígena. Para ello, la *NRF* apoya y promueve el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, el desarrollo de recursos

humanos capacitados y la provisión de instalaciones de investigación adecuadas (*NRF Act*, art. 3; *NRF*, 2015).

La *NRF* tiene un doble rol: uno como agencia y otro como ejecutor de investigación⁷. El rol de agencia contribuye al desarrollo, interpretación e implementación de estrategias y políticas nacionales vinculadas con su campo de acción, así como también a la asignación de subsidios para la realización de actividades de investigación. Como organismo ejecutor de investigación, la *NRF* provee servicios a universidades y consejos de ciencia, contribuye al acceso de los investigadores a equipamiento científico de alta complejidad, colabora con el desarrollo de recursos humanos calificados, estimula la cooperación internacional y provee plataformas para desarrollar investigaciones, las *National Research Facilities*⁸ (*NRF*, 2015a).

Gobernanza

La *NRF* está dirigida por un Directorio que consta de un Presidente, elegido por el Ministro de Ciencia y Tecnología, y un total de 9 a 11 miembros también elegidos por el Ministro de Ciencia y Tecnología en consulta con el Ministro de Educación Superior y Capacitación. Tanto el Presidente como los otros miembros deben tener experiencia sustancial y distinguida en investigación, desarrollo, gestión de la I+D, administración (ya sea de entidades públicas, privadas o de la sociedad civil), debiendo el Ministro de CyT asegurarse de que exista al menos un representante de los siguientes sectores presentes en el Directorio: Educación Superior, Empresas, Ciencias Agrícolas y Ambientales, Ciencias de la Salud, Ciencias Naturales e Ingenierías, Ciencias Sociales y Humanas, así como también representantes de la sociedad civil (*National Research Foundation Act*, art. 6).

El Directorio debe ser “reconstituido” cada cuatro años. Los miembros pueden ser reelectos por un único período consecutivo, y cabe destacarse el hecho de que la normativa prevé que, a fin de poder mantener cierta continuidad en los lineamientos de la *NRF*, el Directorio en todo momento debe contar con un tercio de sus integrantes ejerciendo su segundo mandato (*National Research Foundation Act*, art. 6).

También forma parte del Directorio, en virtud de su cargo, el CEO de la *NRF*, que es designado por los miembros del directorio. El CEO, a su vez preside el Comité Ejecutivo Corporativo, el órgano interno de mayor jerarquía encargado de tomar decisiones que afecten a la fundación y que está conformado, además por los directores de cada área (programa) (*NRF*, 2015; *National Research Foundation Act*, art. 6).

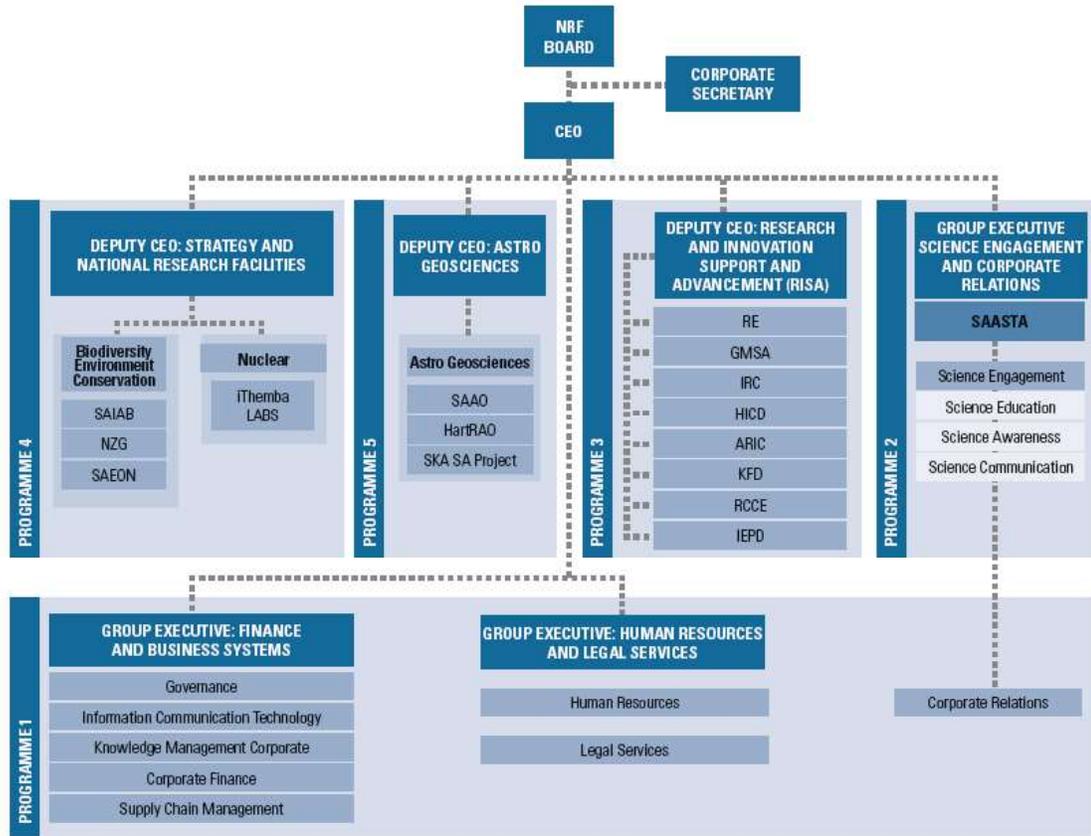
⁷ En la sección “La National Research Foundation (*NRF*) como ejecutora de investigación” de la página 51 se describe este aspecto complementario de la labor de la *NRF*.

⁸ En la sección “Programas” en la página 44 se explica en qué consisten las *National Research Facilities*.

Programas

La estructura de la NRF, mostrada en el Gráfico5, se divide en programas en los cuales se planifican y llevan a cabo las diversas actividades.

Gráfico5: Estructura de la NRF por programas



Fuente: extraído de NRF Annual Report, 2015.

El **Programa 1**, “*Corporate Programme*”, se encarga de brindar servicios comunes a todos los otros programas (Recursos humanos, asesoramiento legal, finanzas, TIC etc.), particularmente facilitando la gobernanza, asegurando el cumplimiento de las obligaciones estatutarias y legales pertinentes. La labor de este programa se divide en dos unidades una de finanzas y sistemas de negocios, y la otra de recursos humanos y servicios legales (NRF, 2015a; 2015b).

El **Programa 2**, “*Science Engagement*”, tiene por fin incrementar la cantidad de empleos vinculados a actividades de ciencia y tecnología a fin de crear la base de recursos humanos de una economía basada en el conocimiento. Para ello se desarrollan actividades dentro de tres grandes pilares: comunicación de la ciencia, educación en ciencias y divulgación científica (*science awareness*). La principal sub agencia que lleva adelante estos cometidos es la SAASTA (*South African Agency for Science and Technology Advancement*), contando con una unidad para cada uno de los mencionados fines (NRF, 2015a; 2015b).

Programa 3: RISA (Research and Innovation Support and Advancement). Se trata del principal programa de la NRF, que enfatiza el rol de ésta en tanto agencia de financiamiento. Su fin último es favorecer la transformación del perfil socio-económico de Sudáfrica y la creación de un SNI globalmente competitivo y sustentable. Para ello desde este programa se otorgan subsidios para construir infraestructura, comprar equipamiento y realizar investigación e innovación, por medio de iniciativas que apoyen y aseguren en el tiempo tanto la formación como la labor de los investigadores (NRF, 2015b).

Este programa tiene un especial foco en desarrollar capacidad humana (*excellence pipeline*), que incluye desde la formación de la próxima generación de investigadores (que se efectiviza a través de becas para alumnos de grado y formación doctoral), pasando por jóvenes investigadores/próxima generación (becas post-doc, fondos competitivos para investigadores no categorizados) e investigadores formados (incentivos, fondos competitivos para investigadores categorizados, investigaciones “*blueskies*”⁹), hasta apoyar aquellas investigaciones de carácter estratégico (Investigaciones estratégicas, SARChI y *Centres of Excellence*) (NRF, 2015b).

South African Research Chairs Initiative (SARChI) y Centers of Excellence (CoE). Las apuestas de Sudáfrica para impulsar ciencia y tecnología de clase mundial.

Estos dos Programas dieron cuenta del 83% de la inversión realizada por la NRF en investigación de temas estratégicos durante el año 2014/15, y un 30% del total invertido en “Desarrollo de Capacidad Humana”.

SARChI, creada en el año 2006, tiene por fin atraer (y retener) a investigadores prestigiosos de clase mundial a las universidades públicas, con el objetivo de potenciar la calidad y cantidad de investigaciones en áreas clave, al tiempo que se favorece la supervisión experta para la formación de nuevos investigadores. Durante el año 2014/15 se otorgaron 150 *chairs*, habiéndose reclutado el 67% de los investigadores en universidades públicas y el resto tanto en empresas privadas como en el exterior. Entre los años 2010/11 - 2014/15 se invirtieron en este programa 91 millones de dólares estadounidenses, 26 millones en el último año (NRF, 2015a; 2015b).

Cada *Chair*, es concedida a un investigador, que debe ser recibido por una universidad pública en asociación con otra universidad, consejo de investigación o instalación nacional de investigación (*National Research Facility*). Cada *Chair*, tiene una duración máxima de cinco años renovable hasta por dos períodos de igual duración (NRF, 2012).

Dentro del programa existen dos categorías: una para aquellos investigadores de mayor trayectoria y la otra para investigadores más jóvenes, llamadas “nivel 1” y “nivel 2”. Según datos de 2012, los investigadores recibían un total anual de 2,5 millones de Rands los investigadores de “nivel 1”; y 1,5 millones de Rands los de “nivel 2”, montos equivalentes a unos 305 mil y 183 mil dólares, respectivamente. Los investigadores que

⁹ Se trata de un fondo altamente competitivo que financia la realización de investigaciones multidisciplinarias, originadas en la propia curiosidad del investigador y que tiene grandes riesgos inherentes. Se busca que los resultados de las investigaciones financiadas con este instrumento impliquen avances en la frontera del conocimiento. Para más detalle puede verse NRF (2013)

obtienen su *Chair*, deben dedicar 95% de su tiempo a realizar investigaciones y supervisar a becarios (máximo 10 anuales, ya sean doctorales o de maestría). El restante 5% del tiempo lo deben dedicar a cuestiones administrativas y de docencia de grado. Los fondos que se reciben, son utilizados para pagar el salario del investigador, las becas de los alumnos de post-grado incluidos en la iniciativa, los costos de su postgrado, costos operativos y algunos materiales y/o equipos destinados a las investigaciones (NRF, 2012).

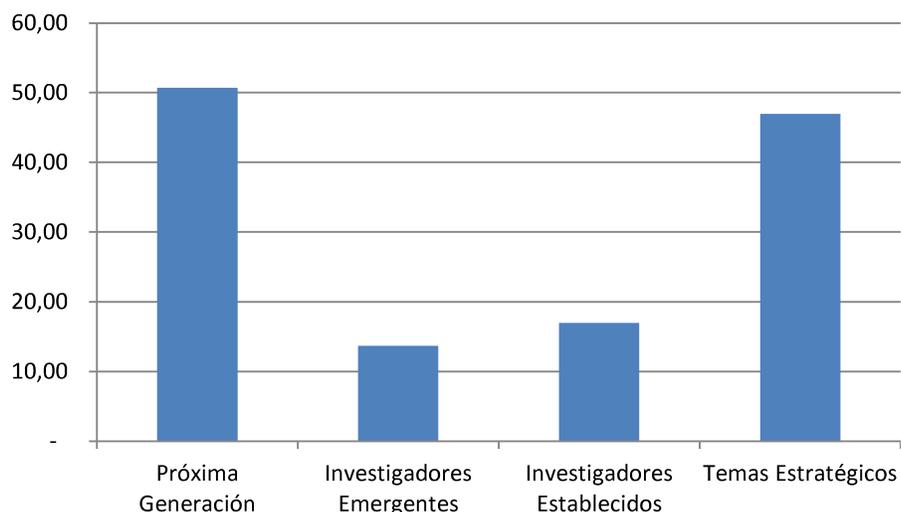
Por su parte, los **Centres of Excellence** (CoE, por su sigla en inglés) son centros de investigación que concentran los mejores talentos en investigación así como también capacidades y recursos, pudiendo ser lugares físicos o virtuales. El objetivo es que investigadores de diversas instituciones puedan colaborar en forma transdisciplinar en proyectos a largo plazo que sean a la vez localmente relevantes, para lo cual deben estar alineados con la *National Research and Development Strategy*, además de ser competitivos a nivel mundial (NRF, 2015a).

Durante el año fiscal 2014/15 funcionaron un total de 15 CoE abarcando disciplinas tan diversas como ciencias de la salud; ingenierías; química; ciencias naturales; matemática y física; y ciencias sociales, existiendo un centro dedicado a “cientometría” que funciona en la Universidad de Stellenbosch, llamado “*Centre for Research on Evaluation, Science and Technology*”. La inversión de los últimos cinco años fue de 41 millones de Dólares, habiéndose invertido 13 millones de Dólares durante el último año. El objetivo actual del gobierno es ampliar a 30 la cantidad de centros de excelencia para el año 2020 (NRF, 2015b).

Cabe destacar el hecho de que, en la medida en que se avanza en la carrera académica, el apoyo brindado por la NRF va pasando, paulatinamente, de tener una orientación hacia las disciplinas de base a un foco en aspectos estratégicos, en relación a lo cual se incentivan aquellas investigaciones que tienen un correlato con las políticas y estrategias de ciencia, tecnología e innovación a nivel nacional y que por su envergadura tienen además un carácter interdisciplinar. Durante el año fiscal 2014/15 se dedicaron 1.393 millones de Rands a financiar el desarrollo de capacidades humanas, monto equivalente a unos 128,4 millones de Dólares estadounidenses. En el Gráfico 6 se muestra el detalle de la inversión en cada uno de estos aspectos durante dicho período.

Además del financiamiento a investigadores, este programa también tiene por finalidad la provisión de infraestructura de investigación de clase mundial en áreas prioritarias. Este fin se lleva a cabo a través de la provisión de plataformas de investigación (que incluye las *National Research Facilities* y la infraestructura de las universidades), y por medio de dos instrumentos específicos –*National Equipment Programme* (NEP) y *National Nanotechnology Equipment Programme* (NNEP)–, se financia la compra de equipamiento de investigación para universidades e instituciones de investigación, a fin de asegurar la realización de investigaciones globalmente competitivas. Para este fin se presupuestó una inversión de 266 millones de Rands (equivalentes a unos 25 millones de dólares) para el año fiscal 2014/15 (NRF, 2015b).

Gráfico 6: Inversión del NRF en desarrollo de capacidad humana durante el año fiscal 2014/15 (valores estimados en millones de Dólares Estadounidenses).



Fuente: Elaboración Propia en base a (NRF, 2015a).

El programa se financia con fondos asignados por el *DST*, así como también por proyectos conjuntos con entidades públicas y privadas; y acuerdos de investigación, tanto bilaterales como multilaterales. Durante el año fiscal 2014/15, se presupuestaron un total de 2.287 millones de Rands para financiar este programa, monto equivalente a unos 210 millones de dólares (NRF, 2015b).

Los restantes dos **programas (4 y 5)**, son aquellos por los cuales la *NRF* se constituye en ejecutora de investigación científica, que es ejecutada, principalmente, a través de las *National Research Facilities* (NF). Las NF tienen por fin proveer equipamiento y capacidades de avanzada, así como también reclutar usuarios de prestigio, de forma tal de generar conocimiento de clase mundial, colaborar en la formación de investigadores en áreas de importancia sustantiva y atraer colaboración de países extranjeros (NRF, 2015b).

En la actualidad existen seis NF que abarcan tres campos de conocimiento: biodiversidad y ciencias ambientales, ciencias nucleares y astronomía. Los programas 4 y 5 se detallan en la sección 6 “La National Research Foundation (NRF) como ejecutora de investigación”.

Financiamiento

La *NRF* se financia con fondos provenientes de diversas fuentes: asignaciones presupuestarias del parlamento sin afectación específica (*core grants*) recibidas a través de fondos girados por el *DST*; asignaciones presupuestarias parlamentarias de afectación específica (*ring-fenced grants*), ingresos por ejecución de contratos (principalmente se trata de dinero proveniente del *DST*, pero también del *DHET* y del *DTI*) y otros ingresos provenientes de intereses y venta de activos (NRF, 2015a). En la Tabla 4 se detalla la composición de los ingresos de la NRF para el año fiscal 2014/15.

Tabla 4: Fuentes de financiamiento de la NRF.

	Millones de Dólares Estadounidenses	
Asignaciones presupuestarias (afectación específica)	66,1	23%
Asignaciones presupuestarias	78,4	27%
Ejecución de contratos	124,6	44%
Otros ingresos	16,7	6%
Total	285,8	

Fuente: Elaboración Propia en base a NRF (2015)

5. Instituciones gubernamentales que realizan actividades vinculadas al fomento de la innovación

Sudáfrica es un país, que por su aislamiento del mundo, durante el *apartheid* tuvo una tradición de desarrollo e innovación realizada en relativa autonomía. Luego de la caída de dicho sistema político, y particularmente en los últimos años, las políticas públicas han intentado impulsar el desarrollo tecnológico orientado a la solución de problemas locales como una base para el crecimiento económico y la generación de fuentes de trabajo, y como una manera de propender a la inclusión social.

Dentro del amplio abanico de instituciones vinculadas a CyT que existen, varias de ellas financian actividades de innovación. Si bien algunos consejos de ciencias como el Mintek o el CSIR llevan adelante este tipo de actividades, es necesario tener en cuenta aquellas instituciones cuya labor significa un apoyo directo a la innovación en el sector privado. En las sub-secciones siguientes se presentarán la *Technology Innovation Agency* (TIA), dependiente del *DST*, y algunos instrumentos orientados al apoyo de la innovación que dependen del *Department of Trade and Industry* (DTI).

Technology Innovation Agency (TIA)

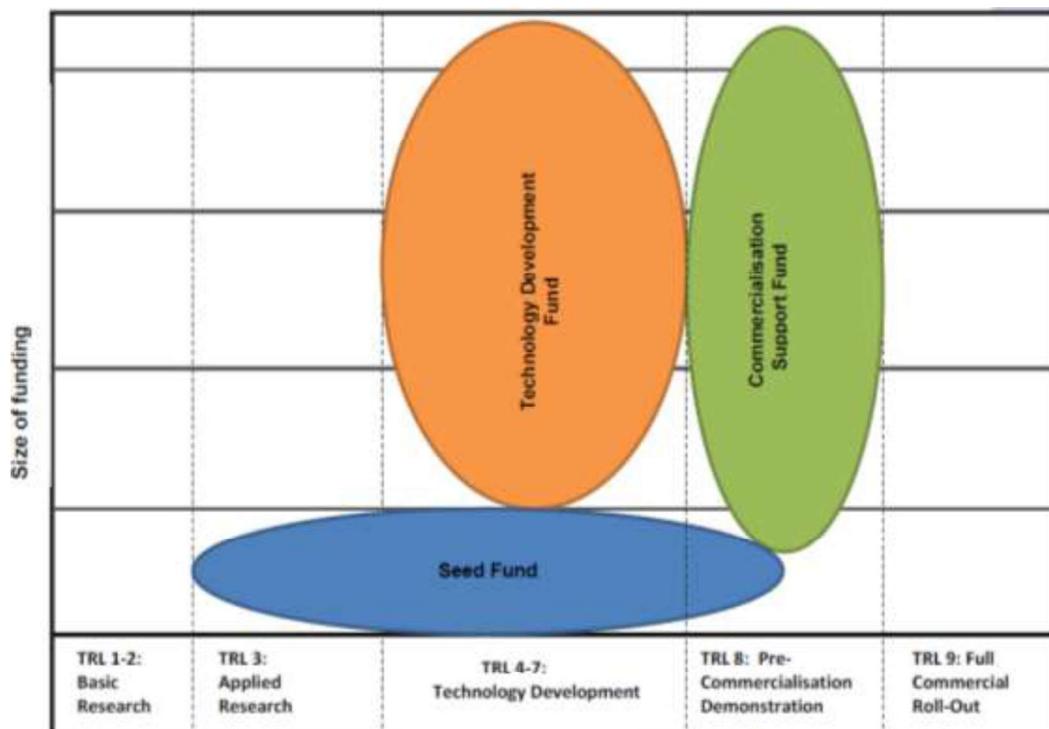
Introducción

En 2008, a partir de entidades que existían bajo la órbita del *DST*, fue establecida esta Agencia que tiene por objetivo colaborar con el Estado en el estímulo e intensificación de la innovación tecnológica, de forma tal de favorecer el desarrollo económico y la calidad de vida de los habitantes del país.

La *TIA* se focaliza en el desarrollo y comercialización de servicios y productos tecnológicos que favorezcan la creación de nuevas industrias, la creación de empleos y la diversificación de la economía. Su acción se orienta a apoyar, en lo referido a estas acciones, a un amplio conjunto de actores que incluye a los diversos consejos de ciencia, entidades públicas, universidades, empresas y emprendedores, y abarcando diversos

sectores tales como tecnología de avanzada, agricultura, biotecnología, salud, minería, TIC y energía (TIA, 2015).

Gráfico 7: Esquema de financiamiento de la TIA, según etapa de TRL y monto de financiamiento.



Fuente: Seseng (2015)

A fin de cumplir con su mandato la *TIA* asume la ejecución de cuatro roles destinados a cubrir la totalidad de su mandato. El primer rol es de **Vinculadora**, en el sentido de que, a través del acceso a la totalidad de los integrantes del SNI, trabaja para acercar a los diversos actores que pueden potencialmente convertirse en socios de un desarrollo tecnológico: las universidades, los consejos de ciencias, las PyME y el sector empresarial en general. En segundo lugar asume el rol de **Financiadora**, proveyendo tanto financiamiento directo con fondos propios, así como también apoyo a los innovadores a fin de que puedan transformar ideas en tecnologías listas para salir al mercado. Adicionalmente, la TIA funciona como una **Facilitadora**, atrayendo capitales para que inviertan en las últimas etapas del proceso de innovación de forma tal de lograr la comercialización de tecnologías ya incubadas. La Agencia funciona también como **prestadora de servicios**, a fin de facilitar el acceso de los emprendedores a conocimientos y equipamiento de alto costo (Entrevista a T. Seseng, 2015).

La TIA cuenta, principalmente, con tres instrumentos para financiar proyectos de innovación principales: Capital Semilla, Fondo de Desarrollo Tecnológico y Fondo de Apoyo a la Comercialización, cada uno de ellos orientados a financiar, en diferente cuantía, las diversas etapas del desarrollo tecnológico siguiendo la metodología

*Technology Readiness Evaluation*¹⁰ (TRL) (véase el **Gráfico 7**).Adicionalmente, puesto que la TIA busca proveer un apoyo integral a lo largo del proceso de desarrollo tecnológico e innovación, dentro de las tareas que se realizan al interior de la agencia, además de aquellas destinadas al apoyo al desarrollo de nuevos emprendimientos, también se incluye otras que tienen por objetivo facilitar la salida al mercado de nuevas tecnologías. Las mismas incluyen: asesoramiento en propiedad intelectual, administración financiera, asesoramiento legal, marketing, colaboración en el armado del plan de negocios, gobernanza de los emprendimientos y *networking* (Entrevista a T. Seseng, 2015).

A fin de llevar adelante de manera más eficiente su mandato de mejorar el desarrollo económico y la calidad de vida de los habitantes del país, en la actualidad la TIA posee diversas unidades que canalizan el apoyo a emprendedores, que se detallan en la Tabla 5.

¹⁰ Esta metodología fue desarrollada en la NASA a finales de la década de los '80. Posteriormente su uso fue extendiéndose en diversos sectores y países, permite realizar una evaluación del grado de desarrollo que tiene una tecnología en un momento determinado, de cara a su utilización efectiva. Suele plantearse como una escala de 9 etapas, desde TRL 1, que implica principios básicos observados y reportados, hasta TRL 9, instancia en la cual la tecnología ha sido probada exitosamente en un ambiente operativo. Para una presentación inicial de la metodología puede verse (Mankins, 2002).

Tabla 5: Unidades de apoyo a emprendedores

Unidad	N° de proyectos	Portfolio Exposure (En millones de Dólares)	% sobre el total invertido	Observaciones
TIC	6	4,7	3,21%	
Energía	18	15,1	10,39%	Esta unidad busca facilitar el desarrollo de energías limpias y contribuir a la seguridad energética.
Tecnologías para exploración y explotación de recursos naturales	5	11,7	8,08%	
Tecnologías de manufactura avanzada	36	27,5	18,94%	Esta unidad busca apoyar el aumento de la competitividad de la industria sudafricana así como también la incrementar la intensidad del conocimiento utilizado.
Biotecnología para la agricultura	29	18,4	12,68%	El objetivo es construir un portfolio de tecnologías agropecuarias con potencial de comercialización que contribuyan a lograr cadenas de valor agrícolas competitivas, inclusivas y sustentables.
Biotecnología para la Salud	42	65,4	44,98%	Sudáfrica es uno de los países con mayor prevalencia de HIV/SIDA del mundo. Esta área Incluye el desarrollo de nuevos fármacos, la realización de estudios clínicos para tratamientos de HIV y Cáncer, el desarrollo de dispositivos de diagnóstico y el desarrollo de capacidades locales para el desarrollo de vacunas.
Biotecnología Industrial	39	2,5	1,71%	En el marco del paradigma de la bioeconomía, se busca la utilización de fuentes renovables de materias primarias para aplicaciones industriales.

Fuente: Elaboración propia en base a TIA (2015)

Gobernanza

La Agencia es administrada y controlada por un Directorio conformado por un Presidente (*Chairperson*), cinco a nueve miembros y un Director Ejecutivo (*CEO*). Los miembros del Directorio, a excepción del Director Ejecutivo, son elegidos por el Ministro de Ciencia y Tecnología en consulta con la Asamblea Nacional, en base a un listado de candidatos -con antecedentes adecuados en innovación tecnológica, administración tecnológica, propiedad intelectual y comercialización- presentada por dicho Ministro (*Technology Innovation Agency Act*, Art. 5). Los miembros del Directorio duran en sus posiciones un total de cuatro años, pudiendo ser re-elegidos por única vez (*Technology Innovation Agency Act*, Art. 8).

Por su parte el Director Ejecutivo, responsable de la administración y control de la actividad cotidiana de la TIA, es nombrado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en base a recomendación del Directorio, luego de haberse realizado un proceso “transparente y competitivo”. Dura en sus funciones 5 años pudiendo ser re-elegido en sus funciones por un único período consecutivo. (*Technology Innovation Agency Act*, Art. 11).

Programas¹¹

Además de las unidades para apoyar el desarrollo específico de áreas estratégicas, la TIA posee un total de cuatro programas orientados a facilitar la innovación de base tecnológica con una fuerte orientación al apoyo del emprendedorismo tecnológico.

Unidad de Desarrollo de Habilidades de Innovación. Tiene por fin fortalecer las capacidades críticas al interior del SNI. Para ello basa sus programas de formación en desarrollar tres tipos de pensamiento: innovador (creativo y de diseño), colaborativo (circulación de conocimiento) y emprendedor (orientado a la reducción de riesgo de negocio). Durante 2013-14 esta unidad desarrolló 4 sub-programas:

- (i) El **programa de Internado** que formó a 41 emprendedores tecnológicos por medio de programas de mentoría/*coaching*, focalizándose en formación de habilidades transdisciplinarias. Entre los organismos que apoyaron al programa se cuentan universidades, empresas, departamentos gubernamentales e incubadoras de empresas de base tecnológica.
- (ii) **Programa Suizo-Sudafricano de Emprendedorismo Tecnológico.** Tiene por objetivo desarrollar capacidad emprendedora y apoyar el desarrollo y comercialización de ideas, así como también la creación de *start-ups*. Iniciado en 2009/10, ha formado un total de 885 emprendedores y dado lugar a la creación de al menos 13 empresas que dieron lugar a la generación de 30 nuevos puestos de trabajo altamente calificados.
- (iii) **Programa Líderes en Innovación.** Sudáfrica participa en el *Leaders in Innovation Fellowship* de la Real Academia de Ingenieros del Reino Unido. El Programa consiste en cursos de capacitación, la posterior aplicación de los conocimientos adquiridos a fin de presentar ideas proyectos a un panel de expertos, y el posterior desarrollo de cada proyecto. También se impulsa la vinculación con colegas, mentores e inversores. Durante 2013/14 participaron quince emprendedores tecnológicos sudafricanos.
- (iv) **Programa “Vula Innopreneur E Mobility”.** Este programa, lanzado en 2013/14, tiene por objetivo identificar emprendedores talentosos y formarlos a fin de establecer la próxima generación de innovadores y líderes en innovación en Sudáfrica. El programa cuenta con el apoyo de universidades locales así como también extranjeras y la *Fraunhofer Society*, mayor instituto de investigación aplicada de Europa. Durante el año de su lanzamiento participaron 100 jóvenes emprendedores provenientes de áreas rurales.

Por su parte, el **Programa de Plataformas Tecnológicas**, busca facilitar el acceso a infraestructura y equipamiento así como también a personas con *expertise* en tecnologías estratégicas. Surge a fin de superar la falta de infraestructura científica para facilitar el

¹¹ Para la redacción de esta sección nos hemos basado en TIA (2015)

desarrollo tecnológico que existe en el país, permitiendo la adquisición de equipamiento de última generación así como también el acceso al conocimiento de clase mundial, tanto para entidades públicas como privadas.

Los objetivos de este programa son: (i) financiar y monitorear el portfolio de plataformas tecnológicas existentes a fin de apoyar el desarrollo de productos biotecnológicos innovadores; (ii) apoyar proyectos de las diversas plataformas y facilitar el acceso a financiamiento para etapas tardías de desarrollo; (iii) analizar la factibilidad de establecer nuevas plataformas tecnológicas; (iv) conseguir fondos para apoyar las operaciones de las plataformas, proyectos, infraestructura y desarrollar el capital humano.

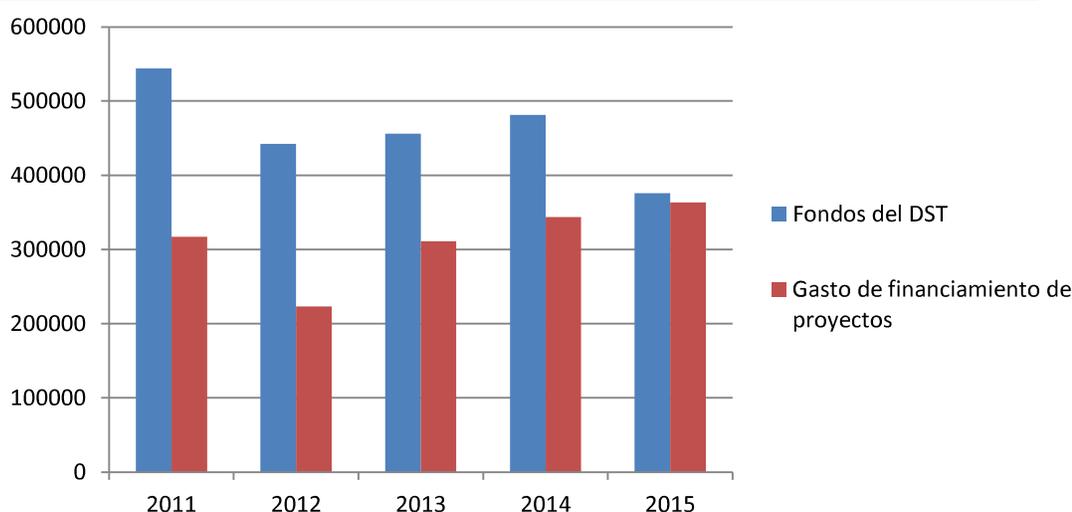
Otro programa administrado por la TIA es el **Programa de Estaciones Tecnológicas**. Este programa, financiado por la TIA, propicia que las PyME se apoyen más en las universidades tecnológicas a fin de solucionar problemas complejos de ingeniería, o a fin de colaborar en desarrollos tecnológicos y capacitación. Los objetivos estratégicos de este programa son (i) contribuir a que las universidades tecnológicas sean más permeables a las necesidades tecnológicas de las PyME y (ii) facilitar el acceso de las PyME a conocimiento especializado y tecnologías innovadoras de las universidades. Desde su creación este programa ha prestado apoyo a más de 2000 empresas e individuos.

Por último, el **Programa de Innovación Tecnológica Joven**, se orienta a despertar la cultura de la innovación tecnológica en los jóvenes a partir de incrementar la comprensión del rol que juega, así como el valor que tiene, la innovación tecnológica en la dinámica económica. Para esto, se apoya el desarrollo de nuevos productos basados en innovación tecnológica desarrollados por jóvenes. Durante 2014/15 se destinaron 1,8 millones de Rands a ser utilizados como vales para el programa de estaciones tecnológicas, y 450.000 Rands como estipendios (166.000 y 41.465 Dólares estadounidenses, respectivamente). En este período fueron recibidas 177 solicitudes, dándose lugar 13 de ellas, se apoyó con estipendios a cuatro empresas (cuyos propietarios son jóvenes), se finalizaron seis prototipos, y se inscribió una patente en Sudáfrica.

Financiamiento

Según el artículo 14 del *TIA Act* (2008), la Agencia de Innovación Tecnológica se financia con fondos destinados para tal fin por el Parlamento, ingresos derivados de inversiones, intereses financieros, fondos prestados, donaciones y contribuciones.

Gráfico 8: Evolución del financiamiento de proyectos de la TIA y fondos del DST entre 2011-2015.



Fuente: Elaboración propia en base a TIA (2015, 2013 y 2012)

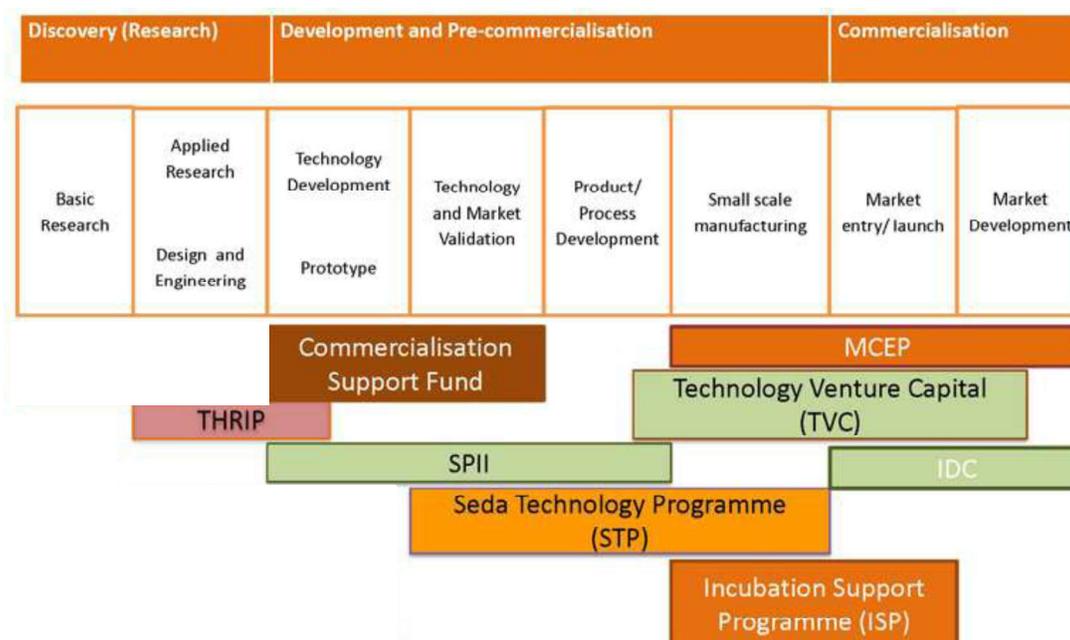
Durante el año 2014/15 la TIA tuvo ingresos por un total de 42,5 millones de Dólares estadounidenses, un 21,78% menos que durante el año fiscal 2013/14. De los fondos que ingresaron durante 2014/15, 34,6 millones de Dólares estadounidenses correspondieron a fondos del DST, es decir, el 81,06% de los fondos ingresados durante dicho año (TIA, 2015).

La TIA como agencia de promoción de la innovación tecnológica, puede formar parte de empresas. En este sentido, durante el año 2014/15, la TIA tenía inversiones en once empresas incubadas -en sectores intensivos en conocimiento: biotecnología, software y energías renovables- por un valor de 21 millones de Rands, unos 1,9 millones de Dólares estadounidenses (TIA, 2015).

El fomento a la innovación desde el Department of Trade and Industry (DTI)

El Ministerio de Comercio e Industria de Sudáfrica realiza actividades vinculadas al apoyo de la investigación, desarrollo e innovación según las iniciativas que se ilustran en el Gráfico 9. Entre dichos instrumentos se encuentran el *Technology and Human Resources for Industry Programme* (THRIP), orientado a la capacitación de trabajadores calificados para la industria; y el *Support Programme for Industrial Development* (SPII), instrumento por el cual se apoya el desarrollo de nuevos productos, servicios y procesos en el ámbito privado y el *SEDA Technology Programme*, orientado a apoyar la iniciativa emprendedora de las PyME (DST, 2014b).

Gráfico 9: Instrumentos de financiación de investigación, desarrollo e innovación del DTI.



Fuente: adaptado de http://www.thedti.gov.za/financial_assistance/Innovation_value_Chain.jsp

Technology and Human Resources for Industry Programme (THRIP)

Este programa nació en 1991 como consecuencia de la percepción, a nivel gubernamental, de la deficiencia que tanto en calidad como cantidad, había en la formación de ingenieros, y por la necesidad que se percibía de mejorar la competitividad de la industria sudafricana por medio del desarrollo de tecnologías de avanzada. A este Programa acceden empresas privadas en asociación con instituciones de investigación públicas (Universidades, Consejos de Ciencias, *National Research Facilities*, Museos que llevan adelante actividades de investigación etc.) (NRF, 2016).

Se trata de un instrumento creado en forma conjunta por el DTI y la NRF¹², que promueve por medio de la colaboración de universidades, consejos de ciencia e instituciones públicas orientadas a la investigación en general, la oferta de soluciones a problemas de carácter tecnológico que se presentan en la industria. Al requerirse la aplicación de conocimientos de los graduados de carreras vinculadas a ciencias, tecnología e ingeniería, se incentiva la formación de recursos humanos altamente calificados, según las necesidades reales del sector privado. Como resultado del programa, se busca formar tecnólogos que entienden la lógica de las actividades de CTI tanto desde la perspectiva empresarial como desde la académica (NRF, 2015a y NRF, 2015c). Adicionalmente, cabe resaltar el hecho de que el THRIP hace foco en los objetivos de inclusión y desarrollo

¹² Este instrumento, originalmente era financiado por el DTI y gestionado por la NRF. Sin embargo, a partir de abril de 2015 se comenzó a transferir también la gestión al DTI. Se espera que a partir de 2017 este último ministerio también se encargue de su administración (NRF, 2015a).

social que se persiguen a través de las políticas de CTI en Sudáfrica, buscándose motivar a que más personas negras, y/o de género femenino opten por carreras de base ingenieril o tecnológica, y se favorece a las empresas vinculadas al BEE¹³, de forma tal de facilitarles el acceso a tecnología y recursos humanos altamente calificados (NRF, 2015c).

El THRIP financia proyectos que sean aprobados luego de pasar un proceso de revisión por pares, los cuales provendrán tanto del ámbito de la investigación de universidades, consejos de ciencias, *National Research Facilities*, como así también de la industria.

En principio se otorgan fondos por hasta 8 millones de Rands por beneficiario, más allá de la cantidad de proyectos que presente. Este instrumento no tiene un monto mínimo de financiamiento. A su vez, montos adicionales se pueden conseguir a través de fondos TIPTOP (*Technology Innovation Promotion through the Transfer of People*)¹⁴ o por medio de ayuda económica para gestión de patentes y otros derechos de propiedad intelectual (NRF, 2015c).

Los proyectos a financiar, cuyo plazo máximo es de 3 años, deben entre otros criterios: implicar investigación científica, desarrollo tecnológico o ingeniería de alta calidad que implique un avance significativo en la frontera tecnológica de la contraparte, ya sea por medio de una innovación de producto o proceso; e incluir explícitamente objetivos orientados al desarrollo de capacidades de recursos humanos para cada año de duración del financiamiento (NRF, 2015c).

El programa financia (i) salarios de personal de investigación o desarrollo, técnicos y “TIPTOP”; (ii) Costos operativos (impresiones, teléfono, alojamiento); (iii) viajes nacionales e internacionales; (iv) asistencia a conferencia; (v) equipamiento (que pertenecerá a la institución de investigación asociada); (vi) registro de patentes; (vii) becas para estudiantes -de doctorado(hasta 3 años), de maestría (hasta dos años), de especialización o estudiantes avanzados de carreras de grado (un año)-; (viii) Asesoría legal en el desarrollo de acuerdos vinculados a uso de propiedad intelectual (NRF, 2015c).

Un aspecto interesante, que merece ser resaltado es que el Programa prevé que en la medida que se avanza con los proyectos, pueden generarse tanto proyectos conexos, como proyectos en los que se continúen los avances logrados gracias al financiamiento recibido

¹³ El *Black Economic Empowerment (BEE)* es una política gubernamental llevada adelante por el gobierno sudafricano a partir de *Broad-Based Black Economic Empowerment Act* de 2003, por la cual se busca promocionar activamente la inclusión y participación activa de la población “negra” (concepto que a los fines de esta ley incluye a africanos, mestizos e indios, mujeres, personas con discapacidades, jóvenes y habitantes de zonas rurales) en la vida empresarial, laboral, académica y social de Sudáfrica.

¹⁴ Se trata de un instrumento que fomenta la realización de estudios de post-grado por parte de empleados de empresas del sector industrial, y de incentivar a académicos a que obtengan experiencia en la industria, manteniendo su labor como investigadores. También se financia a investigadores del ámbito privado para que tengan una experiencia de trabajo en el ámbito de la investigación llevada a cabo ya sea en el ámbito universitario o de los consejos de ciencias, en cuestiones relevantes para la industria de origen (NRF, 2015c).

en convocatorias anteriores¹⁵, y es por ello que el programa permite el re-financiamiento de proyectos.

Tabla 6: Proporción de financiamiento en proyectos THRIP.

Contraparte	Relación de financiamiento		
	THRIP	Grandes empresas	PyME
Sólo grandes empresas, o grandes empresas asociadas a MiPyME	1	2	-
Las MiPyME en forma individual, o asociación entre MiPyME	1	-	1
Empresas cuyos propietarios son negras/os o mujeres	1	1	-
Todas la MiPyME pertenecientes al BEE o asociación entre MiPyME/BEE	2	-	1

Fuente: extraído de NRF (2015c)

Según datos de la NRF (2015a), entre 2011 y 2015 se invirtieron en este programa un total de 529 millones de Rands (monto equivalente a 48 millones de dólares).

Support Programme for Industrial Innovation (SPII)

Este Programa tiene por fin el impulso al desarrollo tecnológico en Sudáfrica otorgando subsidios, con fondos no gravables por impuestos, que permiten financiar todo el proceso de desarrollo de productos o procesos innovadores y competitivos, hasta la etapa de desarrollo de prototipos operativos inclusive.

El programa se instrumenta a partir de dos esquemas: *Product Process Development (PPD)* y *Matching*. El *PPD* otorga subsidios de hasta 2 millones de Rands (184.000 Dólares) a personas físicas, así como también a micro y pequeñas empresas. Por su parte, en el esquema *Matching* se otorgan hasta 5 millones de Rands (461.000 Dólares) en concepto de subsidios a empresas. En ambos casos el porcentaje de financiamiento otorgado depende del status *BEE* y de la cantidad de mujeres y personas con discapacidad que sean propietarias de la empresa solicitante, según las condiciones que se muestran en la **Tabla 6**.

Durante el año 2014/15, los indicadores referidos a este instrumento tuvieron un desempeño inferior si se los compara con los de años anteriores: se financiaron 7 proyectos por un monto total de 1,8 millones de Dólares, sobre una planificación de 20 proyectos por 4,2 millones de Dólares. En cambio, durante el año 2013/14, fueron financiados 39 proyectos por un total de 7,9 millones de Dólares. En el informe de gestión del DTI, para 2014/15, se señala que el desempeño menor al del periodo anterior fue una consecuencia directa de la transferencia de la gestión de este programa desde el IDC al

¹⁵ Por este motivo, el financiamiento de hasta 8 millones de Rands, es decir 737.000 Dólares, es por el total de los proyectos financiados a la contraparte y no por proyecto.

DTI: en abril de 2014, el programa SPII fue transferido al DTI: anteriormente era gestionado por la *Industrial Development Corporation of South Africa Ltd.* (IDC), empresa pública sudafricana dependiente del Ministerio de Desarrollo Económico .

Tabla 7 Durante el año 2014/15, los indicadores referidos a este instrumento tuvieron un desempeño inferior si se los compara con los de años anteriores: se financiaron 7 proyectos por un monto total de 1,8 millones de Dólares, sobre una planificación de 20 proyectos por 4,2 millones de Dólares. En cambio, durante el año 2013/14, fueron financiados 39 proyectos por un total de 7,9 millones de Dólares. En el informe de gestión del DTI, para 2014/15, se señala que el desempeño menor al del periodo anterior fue una consecuencia directa de la transferencia de la gestión de este programa desde el IDC al DTI: en abril de 2014, el programa SPII fue transferido al DTI: anteriormente era gestionado por la *Industrial Development Corporation of South Africa Ltd.* (IDC), empresa pública sudafricana dependiente del Ministerio de Desarrollo Económico (IDC, 2015).

Tabla 7: Esquema de financiamiento del SPII.

Esquema	propiedad BEE < 25%	25 a 50% de la propiedad BEE, propiedad de mujeres o personas con discapacidad o >50%	Propiedad BEE >50%
PPD	50% de los costos incurridos, como contraparte	75% de los costos incurridos, como contraparte	85% de los costos incurridos, como contraparte
<i>Matching scheme</i>	50% de los costos incurridos, como contraparte	65% de los costos incurridos, como contraparte	75% de los costos incurridos, como contraparte

Fuente: http://www.thedti.gov.za/financial_assistance/financial_incentive.jsp?id48&subthemeid=2

SEDA Technology Programme (STP)

SEDA, es la agencia para el desarrollo de las pequeñas empresas dependiente del DTI y tiene por objetivo la promoción y apoyo al sector PyME. En el interior de esta agencia funciona desde el año 2006 el STP, que tiene por fin apoyar el acceso a tecnologías, la innovación tecnológica y el apoyo técnico en las PyMEs sudafricanas de forma tal de contribuir al incremento de su competitividad internacional (SEDA, 2014).

El STP está compuesto por tres unidades dedicadas a: incubación (de empresas); transferencia de tecnología; y apoyo al aseguramiento de la calidad y certificación de estándares. Durante el año 2013/14 el STP recibió fondos por 12,3 millones de Dólares. En el programa de incubación apoyó a 43 oficinas regionales de incubación que facilitaron la creación de 432 nuevas PyME, que significaron la creación de 1824 puestos de trabajo directos.

Por su parte el programa de transferencia de tecnología, orienta su acción a aquellos actores de la economía informal que pertenecen a poblaciones marginalizadas, poseen pocas o ninguna calificación laboral, o que tienen dificultades para conseguir empleos en la economía formal, y que no pueden afrontar el costo de adquirir tecnología para sumarse a ella. Para ello, a través del *Technology Transfer Fund* (TTF) provee financiamiento a pequeñas empresas para la adquisición de tecnología y apoyo técnico a fin de realizar transacciones de transferencia de tecnologías que resulten apropiadas, efectivas y competitivas para estos actores. El monto máximo financiado es de 55.300 Dólares y durante el año 2013/14 fueron asignados fondos por un total 23 millones de Rands (SEDA, 2014).

6. Instituciones que realizan las funciones de ejecución de las actividades de CTI

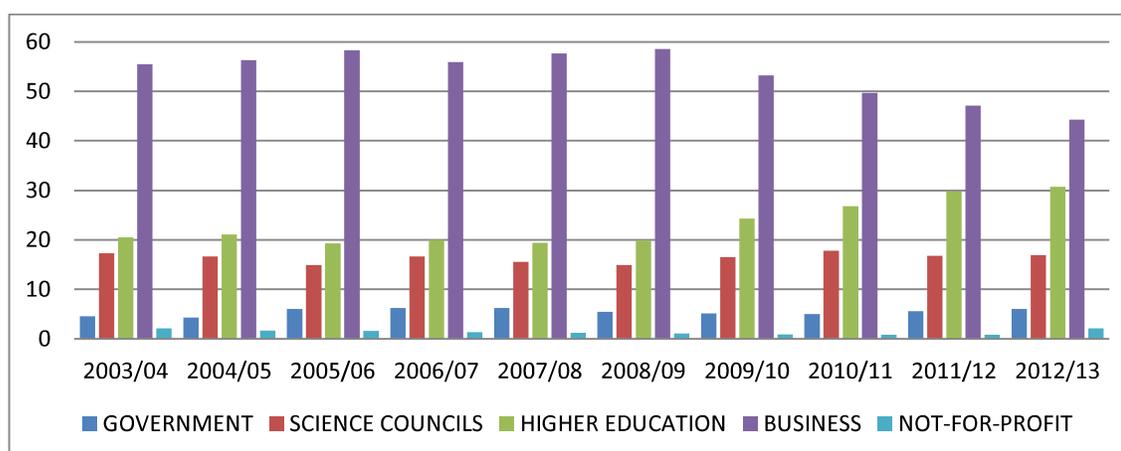
Los actores clave que ejecutan las actividades de I+D en Sudáfrica son el sector empresario, las 23 universidades que integran el sistema de educación superior, los institutos públicos de investigación (que incluye a los consejos científicos, museos y departamentos gubernamentales, que totalizan alrededor de 50 instituciones públicas) y, por último y en menor proporción, algunas organizaciones no gubernamentales.

Durante el año 2012/13 en Sudáfrica se destinaron 23.871 millones de Rands, monto equivalente a 2.472 millones de Dólares, a actividades de I+D. Si bien una de las características de la inversión en I+D de Sudáfrica ha sido históricamente la alta participación del sector empresario (que incluye a empresas tanto públicas como privadas), en los últimos años la inversión realizada por este sector ha presentado una disminución porcentual sostenida hasta llegar al 44,3% en el año 2012/13, luego de haber alcanzado un máximo de 58,6% en el año 2008/09. Si bien en términos absolutos no se ha registrado una disminución en la inversión nominal de la I+D empresarial, la mencionada disminución se explica por el aumento sostenido de los fondos provenientes de partidas presupuestarias gubernamentales destinados a financiar actividades de I+D (CeSTII - HSRC, 2014, pág. 6).

El gasto empresarial en I+D es de alrededor de un 37,0% en el área de intermediación financiera, bienes raíces y servicios, siendo un gasto proporcionalmente mayor al del sector manufacturero que da cuenta del 32,9%. El tercer sector en gasto en I+D es el de minería y extractivas con el 14,7%. Las industrias que acostumbraban ser responsables de los mayores gastos en I+D dentro del sector manufacturero, que eran las de petróleo refinado, coque, combustible nuclear, químicos (incluyendo farmacéuticos), goma y plásticos, y equipos de transporte mostraron el mayor declive entre 2008 y 2013. El gasto en I+D en el abastecimiento de electricidad, gas y agua disminuyó del 18,7% en 2008/09, a solo el 3,6% en 2012/13. La mayor parte de la I+D empresarial es ejecutada por grandes corporaciones ya sean multinacionales extranjeras o estatales. Entre estas últimas empresas públicas se encuentran Denel, Eskom, Transnet y Sasol (Kraemer-Mbula & Pogue, 2012).

Particularmente paradigmático es el caso de Sasol (una compañía de energía y químicos) que constituye el mayor ejecutor del gasto en I+D del sector empresarial con una investigación orientada principalmente a la conversión de carbón y gas natural líquido en aceites, polímeros y fertilizantes. En segundo lugar se encuentra Eskom (empresa estatal de generación y distribución de energía) que desarrolla el *PebbleBed Modular Reactor (PBMR)* desde los años 1990 hasta que el proyecto fue suspendido en el 2011 (Kraemer-Mbula & Pogue, 2012, pág. 24).

Gráfico 10: Gasto porcentual en I+D por sector (2003/04 a 2012/13)



Fuente: Elaboración propia en base a CeSTII - HSRC (2014)

Por su parte, el sector de Educación Superior¹⁶ dio cuenta del 30,7% de la inversión en I+D durante el año 2012/13, que continúa aumentando su contribución proporcional desde 2007 en que ejecutaba el 19,4%. El 93% de esta inversión fue realizada por las quince Universidades Públicas existentes en la actualidad, y de éstas solo cinco (las Universidades de Cape Town, Witwatersrand, KwaZulu Natal, Stellenbosch y Pretoria), dan cuenta del 63% del gasto en I+D realizado por Universidad Públicas (CeSTII - HSRC, 2014).

Los Consejos de Ciencias ejecutaron el 16,9% del gasto en I+D del año 2012/13, equivalente a 415 millones de dólares. Tal como se ha mencionado previamente, existe una gran cantidad de Consejos de Investigación, que orientan su trabajo a áreas de conocimiento específicas. El 52% del gasto en I+D ejecutado por Consejos de Investigación corresponde al realizado por el CSIR (*Council for Scientific and Industrial Research*), donde trabaja poco más de un tercio de los empleados de todos los Consejos de Investigación. El gasto en I+D se completa con el realizado por el Gobierno¹⁷ con un 6% y, finalmente, las Organizaciones sin Fines de Lucro que contribuyeron con un 2,1% (CeSTII - HSRC, 2014).

Los investigadores, en total unos 42.828, constituyen el 66% del total de los recursos humanos de I+D en 2012/13. Según *VitalStats 2013* producido por el *Council on Higher Education (CHE)* con datos del *Higher Education Management Information System (HEMIS)* para el periodo 2008 a 2012 - que son los últimos datos existentes para el sector - el sistema de educación superior emplea 32.955 investigadores, de los cuales 15.514 eran investigadores posdoctorales y estudiantes de doctorado (CHE, 2015). El número de

¹⁶ Incluye Universidades tanto públicas como privadas, así como también Hospitales Escuelas.

¹⁷ Incluye dependencias nacionales, provinciales y municipales.

investigadores con dedicación exclusiva es de 1,4 cada mil personas ocupadas (Abrahams y Pogue, 2014:259).

La investigación aplicada dio cuenta de la mayor proporción del gasto en I+D con el 46.3%, seguida de la investigación experimental con el 28.4% y la investigación básica con el 25.3% que siendo ejecutada en el sector de la educación superior viene aumentando su participación desde 2010/11, mientras la investigación experimental viene disminuyendo su participación desde 2008/09 (CeSTII - HSRC, 2014).

Consejos de investigación

En Sudáfrica existen institutos de investigación desde el periodo colonial en el siglo XIX. Los consejos de investigación se constituyen en los principales financiadores y ejecutores de la investigación pública a partir del periodo de posguerra de la 2ª Guerra Mundial. Entre otros de los existentes se encuentran: el *Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)* que data de 1945, el *Human Science Research Council (HSRC)* de 1968, el *Medical Research Council* de 1969, el *Council for Mineral Technology (Mintek)* de 1981 si bien con orígenes que remontan a iniciativas de la década de 1930, el *Agricultural Research Council (ARC)* de 1990 y el *Council for Geosciences (CGS)* de 1993. Se trata de instituciones públicas de investigación con autonomía estatutaria, que se encuentran bajo la dependencia de los Departamentos sectoriales informando y asesorando a las carteras ministeriales de las cuales deriva una parte de su financiamiento. En muchos casos cumplen funciones de ejecución, pero también de financiamiento y operan con autonomía para participar de emprendimientos empresariales ya sea en forma autónoma o asociativamente.

Council for Mineral Technology (Mintek)

Introducción

Creado en 1934 y originalmente llamado *Minerals Research Laboratory*, el Council for Mineral Technology (Mintek) busca asegurar la sustentabilidad de los sectores mineros y metalúrgicos de Sudáfrica. En la actualidad, Mintek es un consejo de ciencias de propiedad estatal dependiente del Ministerio de Recursos Minerales, y en cuyo seno se realizan actividades de investigación, desarrollo y transferencia de Tecnología. Su labor se orienta a dar apoyo a la industria minera y metalúrgica proveyendo tecnologías de extracción y procesamiento de minerales, productos de ingeniería metalúrgica, servicios a escala mundial, y capacitación en campos científicos y de la ingeniería asociados a procesamiento de minerales y metalurgia (Mintek, 2015; 2016).

Según datos del CeSTII-HSRC (2014), en el año fiscal 2012/13 el Mintek empleó a 93 investigadores de tiempo completo e invirtió 29 millones de Dólares en actividades de I+D, equivalentes al 6% del gasto en I+D llevado a cabo por Consejos de Ciencias en Sudáfrica.

Gobernanza

La estructura corporativa de Mintek es encabezada por un Directorio, que incluye al Presidente, designado por el Ministro de Recursos Minerales en consulta con el resto del Directorio, y se completa por un total de seis a nueve miembros también designados por el Ministro. Los directores tienen un mandato que no puede ser mayor a tres años, con posibilidad de re-elección. Los miembros del Directorio, incluyendo a su Presidente, deben tener antecedentes en actividades vinculadas a ciencias, ingeniería o industria en aspectos vinculados a las funciones de Mintek (*Mineral Technology Act*, art. 6).

Las sesiones del Directorio son presididas por el Presidente o, si hubiera, el vicepresidente. En caso de no estar presente ninguno de ellos, el propio Directorio elegirá a la persona que presida la sesión. Las sesiones tendrán quórum siempre que se halle la mayoría de los miembros del Directorio. Las decisiones se toman en el Directorio por simple mayoría de los presentes y en el caso de empate, quien presida la sesión podrá desempatar con su voto la decisión de que se trate (*Mineral Technology Act*, Art. 8).

El CEO, elegido por el Directorio, es el Presidente de Mintek y dura en sus funciones no más de cinco años. Tiene a su cargo la supervisión de la ejecución de las funciones y tareas, rindiendo por ello cuenta al Directorio (*Mineral Technology Act*, Art. 9).

El CEO, es apoyado en sus labores por un equipo ejecutivo compuesto por cinco gerentes generales y catorce gerentes divisionales. Las gerencias generales se componen de la siguiente manera (Mintek, 2016):

Gerencia General de Investigación y Desarrollo

- Gerencia de Mineralogía
- Gerencia de Medición y Control
- Gerencia de Biotecnología
- Gerencia de Materiales Avanzados
- Gerencia de Minería de Pequeña Escala y Tratamiento de Minerales (*benefitiation*)

Gerencia General de Tecnología

- Gerencia de Servicios Analíticos
- Gerencia de Hidrometalurgia
- Gerencia de Procesamiento de Minerales
- Gerencia de Pirometalurgia

Gerencia General de Desarrollo de Negocios

- Gerencia de Desarrollo de Negocios

Gerencia General de Finanzas

- Gerencia de Finanzas
- Gerencia de Servicios de Ingeniería y Mantenimiento

Gerencia General de Servicios Corporativos

Gerencia de Información y Comunicaciones

Gerencia de Recursos Humanos

Actividades de Mintek: Investigación, Desarrollo y Venta de Productos y Servicios

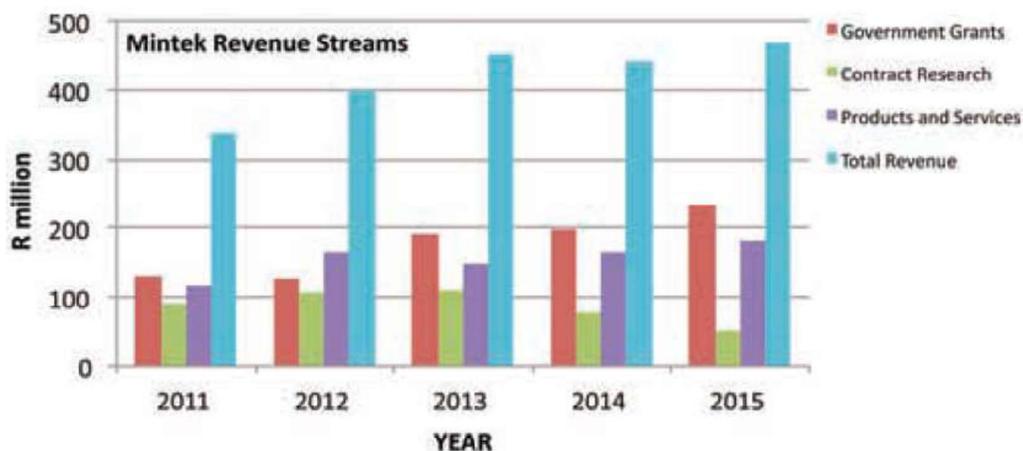
Mintek lleva adelante actividades de investigación que apoyen las políticas públicas en lo referente a minería y metalurgia. Para ello cuenta con fondos propios aportados por el gobierno, así como también por fondos provenientes de otros ministerios y agencias gubernamentales, en el marco de diversos programas nacionales de investigación.

Las actividades de Mintek dirigidas al desarrollo de productos y la prestación de servicios se dan en diversos planos de acción: Pruebas de laboratorio y desarrollo de prototipos para demostraciones de nuevas tecnologías o de optimización de tecnologías ya existentes; Actividades de I+D por contrato; Transferencia de Tecnología (a través de venta, participación en proyectos o licenciamiento); Diseño y montaje de fábricas y equipamiento; Consultoría, capacitación y consejería a la industria minera. Todas estas actividades son desarrolladas para una amplia gama de clientes: empresas públicas y privadas (tanto nacionales como multinacionales), PyME y contratistas de ingeniería (Mintek, 2015).

Financiamiento

Originalmente Mintek se financiaba únicamente por fondos gubernamentales. Sin embargo, a partir de la *Mineral Technology Act* del año 1989, amplió sus fuentes de financiamiento pudiendo generar ingresos propios por servicios de consultoría, venta de productos o investigación por contrato, tanto a clientes nacionales como internacionales (Mintek, 2015).

Gráfico 11: Evolución de los fondos del Mintek entre 2011 y 2015

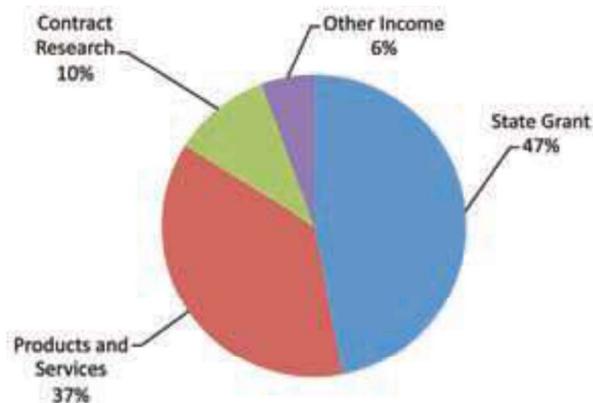


Fuente: Mintek Annual Report, 2015.

Los fondos gubernamentales destinados a actividades de I+D en Mintek han sido delimitados de forma tal de asegurar el desarrollo de tecnologías que permitan mantener la competitividad de Sudáfrica en minería y procesamiento de minerales en el largo plazo, así como también generar nuevas oportunidades vinculadas a la actividad minera (Mintek, 2016)

Durante el año fiscal 2014-15 (finalizado el 31-mar-2015) los fondos gubernamentales representaron el 47% de los ingresos con los que contó Mintek, un 18% más que en 2013-14, seguido en importancia por los ingresos por ventas de productos y servicios (un 37% del total de fondos). Los ingresos por contratos de investigación significaron el 10% del total. Las ventas, fueron destinadas en un 59% al mercado interno, en tanto que un 41% fueron realizadas al exterior. Los ingresos adicionales (*Other income*) se explican por los intereses obtenidos por cobros efectuados por adelantado tanto del gobierno como del sector privado (Mintek, 2015).

Gráfico 12: Origen de los ingresos de Mintek en 2014.



Fuente: *Mintek Annual Report, 2015.*

Propiedad intelectual de descubrimientos, invenciones y mejoras.

Mintek está capacitado para poner a disposición del público, de acuerdo a las condiciones y cánones que establezca el Directorio, los descubrimientos, invenciones y mejoras que sean desarrollados por sus empleados o colaboradores. En estos casos, el Directorio podrá decidir entre premiar con un bono, o hacer partícipe de los beneficios que se deriven de dichos descubrimientos, invenciones y mejoras a aquellos colaboradores o empleados que hayan participado en tal logro, en la extensión en que el Ministro de Recursos Minerales en concurrencia con el Ministro de Finanzas estipulen (*Mineral Technology Act, Art. 11*).

Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)

Introducción

El CSIR es un Consejo de Ciencias de Sudáfrica creado en el año 1945 que lleva adelante actividades de investigación multidisciplinaria y desarrollo tecnológico e industrial con el objeto de fortalecer la competitividad de la industria sudafricana a nivel mundial, y fomentar la ciencia y la industria. Es destacable el hecho de que este Consejo de Ciencias, tiene participación en empresas en la forma de *joint ventures*, sociedades y empresas subsidiarias.

Durante el año 2012/13 trabajaron en el CSIR un total de 508 investigadores y se destinaron un total de 255 millones de Dólares a actividades de I+D, equivalentes a poco más del 50% de los fondos utilizados por los Consejos de Ciencias para estos fines (CeSTII - HSRC, 2014).

Gobernanza

El CSIR, actualmente dependiente del *Department of Science and Technology*, es dirigido por un Directorio cuyo objetivo es fijar metas, estrategias y prioridades, así como

también monitorear el cumplimiento de los objetivos y la adhesión a las políticas nacionales pertinentes. El Directorio, compuesto por cinco a nueve miembros que cuentan con una trayectoria distinguida en ciencia, industria o cualquier aspecto relacionado a las actividades del CSIR, es presidido por un Presidente (*Chairman*) elegido por el Ministro de Ciencia y Tecnología. Su rol, a diferencia del resto de los miembros, tiene un carácter ejecutivo (*Scientific Research Council Act*, Art. 7).

A su vez el Presidente del CSIR es miembro integrante, como Director General, del Comité Ejecutivo compuesto por gerentes del CSIR. En la actualidad el comité ejecutivo está compuesto por cinco Directores, además del Director General: Director de Investigación y Desarrollo; Director Financiero; Director de Servicios Comunes; Director de Operaciones y Director de Alianzas Estratégicas y Comunicación (*Scientific Research Council Act*, Art. 8).

La estructura directiva del CSIR se completa con un Equipo de Liderazgo (*Leadership Team*) compuesto por los integrantes del Comité Ejecutivo, los Directores de Unidades Operativas y los Gerentes de Centros (de investigación y desarrollo); Comité de Operaciones; Comité de Estrategia y dos Paneles: uno de Investigación Estratégica y otro Consultivo de Investigación (CSIR, 2015).

Actividades

La agenda de investigación del CSIR deriva del *National Development Plan* (que busca reducir el desempleo, la inequidad y la pobreza en Sudáfrica), el *Ten-Years Innovation Plan* del Ministerio de Ciencia y Tecnología y de la Estrategia Nacional de I+D.

La organización de las actividades del CSIR gira en torno a seis Áreas “de Impacto de Investigación” (RIA, por su sigla en inglés): Salud; Defensa y Seguridad; Ambiente Humano; Ambiente Natural; Industria y Energía. Cada una de estas áreas, a su vez, recibe soporte de áreas de apoyo basadas en tecnologías clave: materiales, sensores, fotónica, robótica, TIC y modelización. Asimismo existen cuatro programas insignias, basados en resultados de actividades de I+D y que se focalizan en realizar transferencia de tecnología a diversos *stakeholders*. Estos programas son: Sustentabilidad del agua; Salud; Seguridad y Defensa; y Desarrollo de Capacidad de *Transnet*¹⁸ (CSIR, 2015).

Durante el año 2014/15 los investigadores del CSIR, en sus actividades más vinculadas a su rol como consejo de ciencias, publicaron un total de 311 artículos en *journals*, realizaron 45 demostraciones de nuevas tecnologías y obtuvieron 18 patentes.

Según el Reporte Anual del CSIR (2015), el CSIR también participa como socio en *joint ventures*, sociedades y posee empresas subsidiarias. Durante 2014/15, tenía las siguientes participaciones en *Joint Ventures*: en *Sera (Pty) Ltd.*, empresa dedicada a la

¹⁸*Transnet* es la empresa nacional de logística que administra las terminales portuarias y la red ferroviaria entre otras actividades.

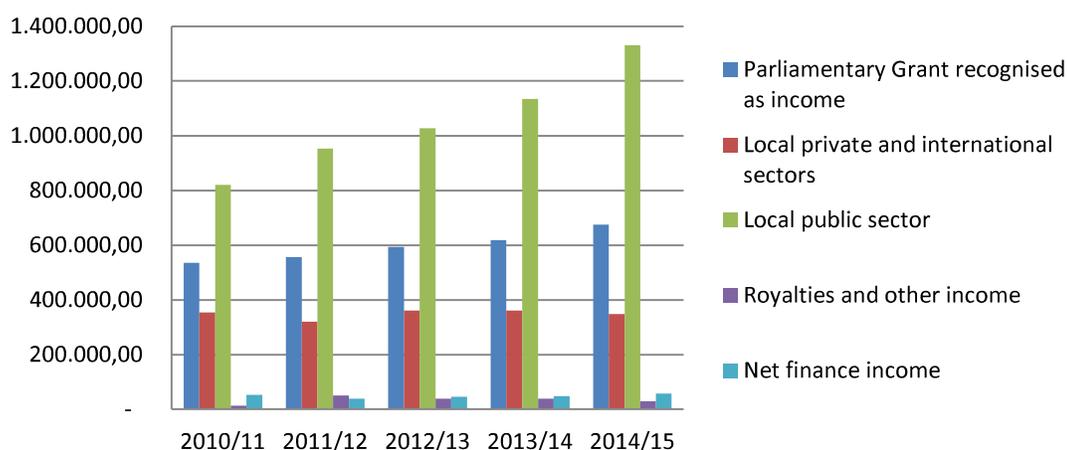
comercialización y licenciamiento de patentes, tenía una participación accionaria del 50%, por un valor de 3 millones de Rands o 276.000 Dólares; en *Ellipsoid Technology (Pty) Ltd.*, dedicada al desarrollo de “tecnología encapsulada”, un 50% de participación accionaria por un valor de 1,38 millones de Rands, aproximadamente 127.000 Dólares. Asimismo participaba con un 45% como socio en *Uvirco Technologies (Pty) Ltd.*, empresa dedicada a la manufactura de cámaras de alta tecnología. El valor de dicha participación ascendía a 9 millones de Rands, monto equivalente a 829.000 Dólares (CSIR, 2015).

Respecto a las compañías subsidiarias, en el año 2014/15 las mismas eran las siguientes: *Technology Finance Corporation SOC Ltd. (Technifin)* -empresa dedicada a la transferencia de tecnología a la industria a través de adquisición y licenciamiento de nuevos desarrollos, brindando apoyo financiero a actividades de desarrollo así como también aportando capital de riesgo (*Venture capital*)- y *Technovent SOC Ltd.* – básicamente una incubadora de empresas de base tecnológica-, el CSIR era propietario del 100% de las mismas, y tenían en ese año un capital de 5,2 y 5 millones de Rands, respectivamente, monto que equivale a poco menos de un millón de Dólares entre ambas (CSIR, 2015).

Financiamiento

Este consejo se financia gracias a partidas presupuestarias del Ministerio de Ciencia y Tecnología (28% de los ingresos de 2014/15), así como también gracias a ingresos provenientes de contratos de investigación y desarrollo realizados tanto para el sector público (54% de los ingresos) así como también para el sector privado, ya sea nacional o internacional (14%), intereses financieros (2%) e ingresos por licencias concedidas y *royalties* (1%) (CSIR, 2015). En él se muestra la evolución durante los últimos cinco años de los ingresos del CSIR.

Gráfico 13: Evolución de los Ingresos del CSIR (2011/12 a 2014/15) según origen. En miles de Rands.



Fuente: Elaboración Propia en base CSIR 2014/15 *AnnualReport*.

Durante el año fiscal 2014/15 el CSIR tuvo ingresos por un total de 2.442 millones de Rands gastos por un total 2.390 millones de Rands (unos 225y 220 millones de Rands, respectivamente), habiendo tenido un beneficio de 4,7 millones de Dólares en dicho año.

Propiedad intelectual de descubrimientos, invenciones y mejoras.

Según la *Scientific Research Council Act*, todos los descubrimientos, inventos y mejoras que realizan los empleados del CSIR pertenecen a éste. De todas maneras, el Directorio podrá premiar al autor de tales avances con un bono especial o con una participación en los beneficios que de ellos se deriven (*Scientific Research Council Act*, Art. 13).

La National Research Foundation (NRF) como ejecutora de investigación

Tal como se comentaba previamente, la NRF tiene un doble rol de agencia financiadora -aspecto desarrollado en la sección 0-y de ejecutora de investigación. En este apartado retomaremos el análisis de la NRF en lo concerniente a éste último rol que es desempeñado por medio de dos programas, a saber, los Programas 4 y 5. Estos Programas agrupan a las seis *National Facilities* existentes en la actualidad y abarcan tres campos de conocimiento: biodiversidad y ciencias ambientales, ciencias nucleares, y astronomía. Las dos primeras se agrupan dentro del Programa 4, mientras que astronomía se agrupa en el quinto Programa

El **Programa 4** se lleva adelante a través de cuatro plataformas: *iThembaLabs*, plataforma vinculada a la investigación desarrollo y capacitación en el área nuclear; los *National Zoological Gardens (NZG)* y el *South African Institute for Aquatic Diversity (SAIAB)*, instituciones que llevan adelante investigación en biodiversidad y conservación

terrestre y marítima, respectivamente; y el *South African Environmental Observation Network* (SAEON) que se orienta a recabar información en el largo plazo sobre variables ambientales que permitan clarificar la dinámica de sistemas ambientales, así como también los cambios que, en cuestiones ambientales, se observan en diversas escalas (NRF, 2015a; 2015b).

Finalmente, el **Programa 5** creado en el año 2014, funciona como una sub-agencia de astronomía, precursora de una futura agencia específica para el área y que tendrá a su cargo la implementación de la Estrategia Nacional de Astronomía de Múltiples Bandas. Cabe aclarar que Sudáfrica es un país con una tradición de más de cien años en astronomía, que en la actualidad realiza investigación científica en esta disciplina a partir de tres tipos de instrumentos: telescopios ópticos, radiotelescopios y observación por medio de rayos gama (NRF, 2015b).

Durante el año 2014/15 la sub-agencia estuvo a cargo de diversos programas de investigación, programas de colaboración internacional y tres proyectos de infraestructura: *South African Astronomy Observatory* (SAAO), *Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory* (HartRAO), y *South African Square Kilometer Array* (SKA SA) (NRF, 2015a).

De estos proyectos, el más notable, por su magnitud y complejidad tecnológica, sin duda es el SKA, el cual se realiza en consorcio con otros diez países¹⁹ y localizará antenas en Australia y Sudáfrica²⁰. Una vez operativo este radio telescopio será el mayor del planeta contando con un área de recepción de señales de un kilómetro cuadrado (superficie equivalente a un millón de metros cuadrados), permitiendo realizar exploraciones del cielo a una velocidad varios miles de veces más rápida que las actuales y con un nivel de detalles sin precedentes (SKA SA, 2016).

Por la tecnología de avanzada que implica este emprendimiento se espera que permitirá desarrollar una *expertise* de clase mundial en computación de alta velocidad (se espera que una vez finalizada la primera fase de construcción el SKA generará 160 Tera Bytes de datos por segundo, cantidad equivalente a poco más de 35.000 DVD cada segundo), análisis de grandes volúmenes de datos (*big-data analysis*), transporte de datos de alta velocidad, sensores de redes grandes (*largenetworks of sensors*), algoritmos de imágenes y software aplicado a ondas de radio, así como también una generación de ingenieros, tecnólogos y científicos tanto de disciplinas vinculadas, como de apoyo, a la radioastronomía (NRF, 2015a; 2015b; SKA SA, 2016).

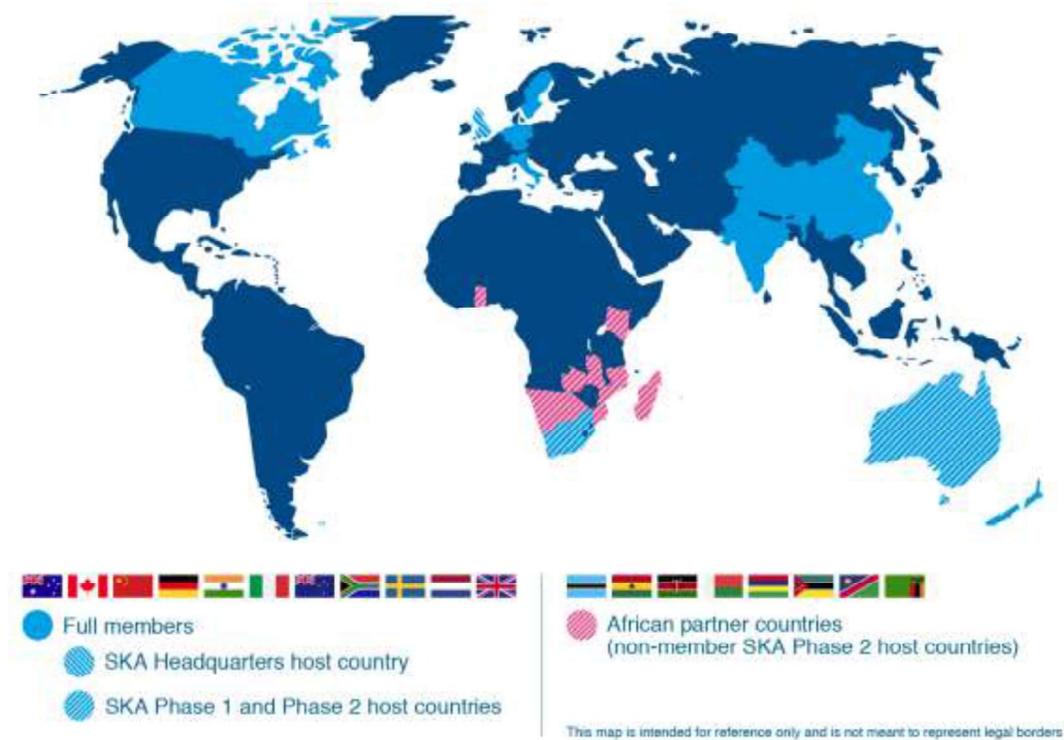
El proyecto se divide en dos etapas, SKA 1 y SKA 2. La etapa SKA 2 implica el despliegue de antenas en otros países de África y de las antenas de Australia, significando

¹⁹ Los otros países participantes en el consorcio son: Alemania, Australia, Canadá, China, Holanda, India (miembro asociado), Italia, Nueva Zelanda, el Reino Unido y Suecia.

²⁰ Durante la segunda fase del proyecto también se incluirán antenas en Botswana, Gana, Kenia, Madagascar, Mauricio, Mozambique, Namibia y Zambia.

una ampliación de la capacidad equivalente a 9 veces la etapa SKA 1. Para la fase de diseño del sistema ya se han comprometido 150 millones de Euros y el costo de construcción de la primer etapa es de unos 650 millones de Euros, que serán aportados por los Estados miembros del consorcio (SKA Organization, 2016).

Ilustración1: Países participantes del consorcio SKA.



7. Instituciones que tienen la función de creación de vinculaciones y flujos de conocimientos.

Department of Science and Technology (DST)

El *Department of Science and Technology (DST)* es la agencia primaria responsable de generar las políticas e instrumentos para promover la circulación internacional de conocimiento. Una iniciativa de intercambio importante con la Unión Europea es el *European-South Africa Science and Technology Advancement Programme (ESASTAP)*, que ha permitido a Sudáfrica participar en los *Framework Programmes* y otros mecanismos de cooperación. Más allá de relación con la UE, Sudáfrica se ocupa de fortalecer las capacidades de investigación en otras naciones africanas creando instituciones multilaterales así como acuerdos bilaterales en áreas de interés común.

Asimismo, Sudáfrica participa de varias iniciativas de investigación internacionales como el *European Organisation for Nuclear Research (CERN)*, el *African Resource and Environmental Management Constellation (ARMC)* y el proyecto *Square Kilometre Array (SKA)*.

Technology Innovation Agency (TIA)

La TIA, agencia descrita en la sección 0, financia y brinda apoyo a todas aquellas actividades a través de las cuales se logre llevar innovaciones al mercado. Por ello esta Agencia busca sortear la brecha que existe entre la investigación y el mundo empresarial. Dentro de su mandato, se incluyen el asesoramiento en cuestiones vinculadas a comercialización de tecnología e incubación de proyectos con suficiente potencial comercial; incubación de empresas; apoyo al registro de propiedad intelectual; y desarrollo -y retención- de recursos humanos capacitados en comercialización de tecnologías y bienes intensivos en conocimiento (*Technology Innovation Agency, 2015*).

Ley de derechos de propiedad intelectual de investigaciones y desarrollos financiados públicamente.

Esta ley, que data del año 2008, tiene por fin asegurar que la inversión pública en I+D, tanto en universidades como en otras instituciones públicas, se proteja a través de diversos instrumentos de protección de la propiedad intelectual (i.e. patentes) a fin de que el conjunto de la población sudafricana pueda obtener provecho de los beneficios que se obtengan de la creación de nuevas empresas, la generación de fuentes de trabajo y acceso a una mejor calidad de vida gracias a nuevos productos y servicios, que de estos resultados puedan derivar.

Esta ley prevé la creación, tanto en universidades como en instituciones públicas que llevan adelante actividades de I+D de oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) que se deben encargar de la búsqueda de aplicaciones comerciales, sociales y/o militares, así como también de la mejor manera de proteger estos hallazgos (Kraemer-Mbula y Pogue, 2012). Vinculado esta ley, en 2010 fue creada la *National Intellectual Property Management Office (NIPMO)* con el objeto de identificar, proteger y eventualmente comercializar el acervo de propiedad intelectual del país.

8. Instituciones que tienen la función de formación de recursos humanos y fortalecimiento de capacidades en CTI.

Sudáfrica tiene problemas serios en términos de la cantidad de recursos humanos con los que cuenta para destinar al desarrollo de sectores demandantes de mano de obra calificada. Todas las evaluaciones analizadas destacan esta carencia, si bien también es cierto que el sistema produce recursos humanos con buena calificación, que de no

integrarse en el sector público o privado local migran a otros países insertándose fuera del país sin mayores dificultades (OECD, 2007; DST, 2012).

El sistema de educación superior es el principal espacio de formación de recursos humanos de nivel terciario en Sudáfrica y se compone de 23 universidades públicas: 11 universidades de investigación, 6 universidades tecnológicas y 6 universidades comprehensivas²¹ (ver tabla 8). Las universidades rurales fueron creadas con una base étnica en las reservas denominadas ‘*bantustans*’ de la época del *apartheid* e históricamente tuvieron recursos escasos tanto materiales como humanos.

El sistema tiene un total de alrededor de un millón de estudiantes (983.698 al 2013) de los cuales 402.556 estudian a distancia. Del total de estudiantes, 800.955 son alumnos de grado y 159.548 de posgrado. La participación ‘según la raza’ es de un 16% de africanos, 15% ‘de color’²², 49% de indios, 55% de ‘blancos’ y 20% ‘general’. En la actualidad existe en Sudáfrica, como consecuencia de las políticas de “desracialización” posteriores al fin del régimen del *apartheid*, una seria preocupación por la inclusión de todo el abanico de “razas” que integran la sociedad de este país, en las actividades que hacen a la vida social y comunitaria. Es por ello habitual ver información desagregada por “raza” referida a cuestiones como acceso a empleos públicos, a estudios superiores, doctorados etc.

La formación de recursos humanos estuvo históricamente en manos del Departamento Nacional de Educación, el cual en 2009 pasa a funcionar junto con el *Department of Higher Education and Training* y el *Department of Basic Education*. No obstante esta unificación ministerial y la presencia del *Department of Science and Technology* financiando muchas de las actividades de las instituciones de educación superior, es muy baja la influencia que el DST tiene en la educación primaria y secundaria la cual continúa siendo muy deficiente y excluye del sistema educativo superior a gran parte de la población (Scerri, 2013: 261).

También es cierto que el Departamento de Trabajo se vio involucrado recientemente en iniciativas de formación de recursos humanos promoviendo la *National Skills Development Strategy* que inicia sus actividades en 2005.

²¹ Se denomina universidades comprehensivas a las que ofrecen una mezcla de programas que incluyen tanto a los de universidades tradicionales como a los de las tecnológicas.

²² La denominación “de color” (*coloured*, en los documentos oficiales) hace referencia a las personas que tienen ascendencia en más de una de las otras categorías o cuyo origen es de dos o más etnias.

Tabla 8: Universidades sudafricanas según estado, tipo y cantidad de estudiantes

	Universidad	Estado	Tipo de Universidad	Cantidad de Estudiantes
1	University of Fort Hare(UFH)	Eastern Cape	Tradicional/ De investigación/ <i>Rurally based</i>	12.315
2	Rhodes University (RU)	Eastern Cape	Tradicional/ De investigación/	7.485
3	Walter Sisulu University (WSU)	Eastern Cape	Comprehensiva	24.122
4	Nelson Mandela Metropolitan University(NMMU)	Eastern Cape	Comprehensiva	26.361
5	Central University of Technology (CUT)	Free State	Tecnológica	13.303
6	University of the Free State (UFS)	Free State	Tradicional/ De investigación	31.877
7	University of South Africa (UNISA) (a distancia)	Gauteng	Comprehensiva/De investigación	355.240
8	University of Johannesburg (UJ)	Gauteng	Comprehensiva	48.386
9	Wits University (Wits)	Gauteng	Tradicional/ De investigación	31.131
10	University of Pretoria (UP)	Gauteng	Tradicional/ De investigación	57.553
11	Tswane University of Technology (TUT)	Gauteng	Tecnológica	54.159
12	Vaal University of Technology (VUT)	Gauteng	Tecnológica	20.633
13	Durban University of Technology(DUT)	Kwazulu-Natal	Tecnológica	26.059
14	University of Zululand (UZ)	Kwazulu-Natal	Comprehensiva	16.591
15	University of KwaZulu-Natal(UKZN)	Kwazulu-Natal	Tradicional/ De investigación/ <i>Rurally based</i>	44.002
16	University of Limpopo (UL)	Kwazulu-Natal	Tradicional	22.914
17	Mangosuthu University of Technology (MUT)	Kwazulu-Natal	Tecnológica	11.375
18	University of Venda (UV)	Limpopo	Comprehensiva/ <i>Rurally based</i>	11.818
19	North-West University (NWU)	Limpopo	Tradicional/ De investigación	60.975
20	University of the Western Cape(UWC)	North West	Tradicional/ De investigación	20.383
21	Cape Peninsula University of Technology(CPUT)	Western Cape	Tecnológica	33.477
22	University of Cape Town(UCT)	Western Cape	Tradicional/ De investigación	26.118
23	University of Stellenbosch (SU)	Western Cape	Tradicional/ De investigación	27.418

Fuente: Elaboración propia en base a *Vitalstats-public-higher-education-2013* y Kruss y Gastrow (2015)Consideraciones finales

9. Principales aspectos destacables de políticas, instituciones e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas en Sudáfrica

En este apartado se tomarán en cuenta algunos de los instrumentos de políticas y arreglos institucionales analizados que pueden constituirse en iniciativas a ser profundizadas para indagar acerca de las posibilidades de su replicación en el ámbito local.

Las políticas y los planes de CTI implementados en Sudáfrica desde 1994 hasta la actualidad han sido concebidas bajo el abordaje de la noción de Sistema Nacional de Innovación y la búsqueda estuvo orientada a lograr la constitución de un SNI sistémicamente articulado y promotor de una investigación competitiva internacionalmente (en términos de indicadores clásicos de la medición cientométrica) y, a su vez, promotora del desarrollo económico y social. Así, la noción de SNI se encuentra en la base de todos los planes y programas de CyT analizados, solo que en el marco de una sociedad profundamente desigual y con graves problemas de pobreza estructural, lo que supone la necesidad de sumar a la justificación discursiva de la búsqueda de una mayor competitividad de los actores que lo componen, el logro de objetivos de inclusión social y alivio de la pobreza.

El SNI sudafricano aun con un crecimiento paulatino de los recursos destinados al gasto en I+D durante todo el periodo analizado, no registra un buen desempeño en términos de los resultados obtenidos para el mejoramiento de sectores industriales específicos, ni de las condiciones de vida de la población en general. Las “políticas implícitas” de apertura económica a las importaciones y los modelos económicos neoliberales llevados adelante desde la vuelta a la democracia dificultan las tareas orientadas a mejorar la competitividad de la economía local en términos de la incorporación de valor agregado y conocimientos científico-tecnológicos a la producción. En particular, el sector industrial militar y el orientado al autoabastecimiento energético - intensivos en términos de la tecnología desarrollada localmente- fueron perdiendo presencia, lo que se manifestó en la baja de la inversión pública en I+D entre 1990 y 1994 del 1,1% del PBI al 0,7% (Scerri, 2013: 280), justamente en el momento final de la transición hacia la abolición del *apartheid*. Al mismo tiempo, las políticas macroeconómicas finalmente adoptadas por el gobierno democrático ya entrada la segunda mitad de la década de 1990 también dificultaron el logro de los objetivos orientados al aumento de la ocupación de los sectores excluidos y al mejoramiento de su calidad de vida en términos de las condiciones sanitarias, de alimentación, educativas y de vivienda mínimamente requeridas para la inclusión a un sistema ya no más segregacionista.

La evaluación de la existencia de un SNI establecido, pero marcado por la falta de una orientación estratégica que logre coordinar las actividades de I+D del conjunto de instituciones tanto públicas como privadas, hacia los objetivos enunciados explícitamente

por todos los planes sectoriales se reitera en las evaluaciones realizadas acerca de su desempeño global. Si bien reconociendo la fortaleza de algunos de los actores institucionales en términos de su trayectoria científica y/o tecnológica, el sistema no logra dar cuenta de las metas orientadas al logro de la reducción de la economía informal y de la inclusión social.

Aun así, se trata de un país en el que a partir de 1994 se han desarrollado numerosos ejercicios de planificación altamente complejos y elaborados que son sometidos iterativamente a procesos de revisión y reformulación en base a nuevos objetivos de mejoramiento de lo hecho. En este marco existen arreglos institucionales, programas e iniciativas que nos interesaría destacar.

En primer lugar, como ejemplo de un arreglo institucional no existente en Argentina que entendemos podría ser específicamente analizado se encuentra la Agencia de Innovación Tecnológica (*TIA*). Esta Agencia se creó con el fin de apoyar a los actores productores de investigación básica para que logren comercializar y patentar los resultados obtenidos, lo cual es visto como una de las “fallas de nuestro sistema que no estamos sabiendo resolver” (Entrevista a Daan Du Toit, 2015). Se trata de una Agencia que –más allá de la evaluación de los resultados obtenidos de su desempeño específico a la fecha– atraviesa transversalmente a todas las instituciones públicas y privadas del SNI y logra desarrollar programas asociativos muy difíciles de encarar por parte de cada uno de los agentes participantes por su cuenta. En este sentido, logra a través de diferentes instrumentos y programas (ver apartado 4.2.1.) vincular de una manera que se propone más sistémica a los agentes involucrados en la promoción de iniciativas innovadoras de todos los sectores participantes del sistema.

En segundo lugar, como ejemplo del tipo de consejos de investigación tampoco existentes en nuestro país podemos destacar el caso del *Council for Scientific and Industrial Research* que es un espacio de promoción de la investigación vinculada a las necesidades industriales. En este sentido, se trata de un consejo de investigación con una fuerte masa de recursos públicos presupuestarios, pero también con una importante entrada de ingresos generados por los servicios y emprendimientos desarrollados autónomamente que se orientan a la investigación para la resolución de temas de interés industrial específico. Brinda una serie de servicios al sector público -local, provincial y nacional- y al sector privado con énfasis en las pequeñas, medianas y micro empresas, pero también en las empresas grandes y las públicas. Realiza investigación multidisciplinaria orientada por necesidades industriales en las siguientes áreas: biociencias, defensa, paz, seguridad, TIC, tecnología láser, ciencia de materiales y manufactura, recursos naturales, ambiente y tecnología espacial, entre las principales.

En tercer lugar, existen programas orientados al logro de asociaciones público-privadas que si bien no los hemos desarrollado en el informe por tratarse de instrumentos puntuales pueden ser tenidos en cuenta. Entre ellos puede destacarse el *Post-Harvest Innovation Programme* que articula la investigación con innovación sectorial en la cadena

de valor de la fruta fresca de exportación. Se trata de un programa asociativo orientado a la investigación en diferentes áreas prioritarias de la producción de fruta fresca del que participan el Departamento de Ciencia y Tecnología y el *Fresh Produce Exporters' Forum*. Se trata de un fondo sectorial asociativo creado en 2007 y vigente hasta la actualidad que financió, entre 2011 y 2014, 24 proyectos de investigación específicamente orientados a la solución de los problemas existentes en la cadena de exportación de la fruta fresca. Los temas que aborda van desde el control sanitario hasta la reducción de pérdidas de fruta por diferentes enfermedades desarrolladas durante la manutención post cosecha cuyos resultados son utilizados directamente por los productores integrantes de la cadena.

Para finalizar, cabe decir que si bien en estas consideraciones se destacan iniciativas orientadas a la innovación productiva dado que ésta constituye el núcleo duro discursivo legitimador de las políticas de CyT actuales en un país en el que la falta de empleo es un problema estructural grave, hay un conjunto de acciones promotoras de proyectos de investigación científica de una envergadura de nivel mundial que también pueden ser tenidas en cuenta. En esta área los proyectos emblemáticos apoyados por el sistema se vinculan a aquellos desarrollos en los que el país tiene ventajas competitivas como, por ejemplo, lo es el área de la radioastronomía (Entrevista a Daan Du Toit, 2015). En este sentido, proyectos como el *SKA* (ver apartado 5.1.3) podrían ser tenidos en cuenta para un análisis pormenorizado, dados los desarrollos existentes en nuestro país en ésta y otras áreas complementarias específicas.

Siglas

AISA	<i>Africa Institute of South Africa</i>
ARC	<i>Agricultural Research Council</i>
ASSAf	<i>Academy of Science of South Africa</i>
CeSTII	<i>Centre for Science, Technology and Innovation Indicators</i> (pertenece al HSRC)
CGS	<i>Council for Geosciences</i>
CHE	<i>Council of Higher Education</i>
CoE	<i>Centres of Excellence</i>
CSIR	<i>Council for Scientific and Industrial Research</i>
DACST	<i>Department of Arts, Culture, Science and Technology</i>
DAFF	<i>Department of Agriculture, Forestry and Fisheries</i>
DEA	<i>Department of Environmental Affairs</i>
DHET	<i>Department of Higher Education and Training</i>
DMR	<i>Department of Mineral Resources</i>
DST	<i>Department of Science and Technology</i>
DoE	<i>Department of Energy</i>
DoH	<i>Department of Health</i>
GEAR	<i>Growth, Employment and Redistribution</i>
HEI	<i>Higher Education Institutions</i>
HSRC	<i>Human Science Research Council</i>
IDC	<i>Industrial Development Corporations</i>
MINTEK	<i>Council for Minerals Technology</i>
MiPyME	<i>Micro, Pequeñas y Medianas Empresas</i>

MCM	<i>Marine and Coastal Management</i>
MRC	<i>Medical Research Council</i>
NACI	<i>National Advisory Council on Innovation</i>
NDA	<i>National Development Agency</i>
NECSA	<i>South African Nuclear Energy Corporation</i>
NHLS	<i>National Health Laboratory Service</i>
NIPMO	<i>National Intellectual Property Management Office</i>
NF	<i>National Research Facilities</i>
NRF	<i>National Research Foundation</i>
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
PCTI	<i>Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación</i>
PRO	<i>Public Research Organization</i>
RDP	<i>Reconstruction and Development Program</i>
SAAE	<i>South African Association of Engineering</i>
SAASTA	<i>South African Agency for Science and Technology Advancement</i>
SABIF	<i>South African Biodiversity Information Facility</i>
SABS	<i>South African Bureau of Standards</i>
SANBI	<i>South African National Biodiversity Institute</i>
SANEDI	<i>South African National Energy Development Institute</i>
SANP	<i>South Africa National Parks</i>
SANSA	<i>South African National Space Agency</i>
SARChI	<i>South African Research Chairs Initiative</i>
SAWS	<i>South African Weather Service</i>
SEDA	<i>Small Enterprise Development Agency</i>
SETI	<i>Science, Engineering and Technology Institutions</i>

SIMRAC	<i>Safety in Mines Research Advisory Committee</i>
SNI	Sistema Nacional de Innovación
THRIP	<i>Technology and Human Resources for Industry Programme</i>
TIA	<i>Technology Innovation Agency</i>
WRC	<i>Water Research Commission</i>

Tipo de cambio Promedio (Rands por Dólar estadounidense)

Año	Tipo de cambio oficial promedio
2000	6,94
2001	8,61
2002	10,54
2003	7,56
2004	6,46
2005	6,36
2006	6,77
2007	7,05
2008	8,26
2009	8,47
2010	7,32
2011	7,26
2012	8,21
2013	9,66
2014	10,85

Fuente: World Development Indicators (última actualización: 22-Dic-2015)

Fuentes y referencias bibliográficas.

- Abrahams, L. y Pogue, T. (2014). "South Africa: The Need to Disrupt the Co-evolution of the Innovation System and Inequality", en M. C. Couto Soares, M. Scerri and R. Maharajh (Editors) *BRICS Inequality and Development Challenges*, IDRC/Routledge, India.
- CHE (2015). *VitalStats Public Higher Education 2013. Survey of Research and Experimental Development Statistical Report 2012/13*, November.
- CeSTII (2014) *South African National Survey of Research and Experimental Development. Statistical Report 2012/13*.
- CSIR. (2015). *2014/15 Annual Performance Report*. Pretoria.
- DACST (1994). *South Africa's Green Paper on Science and Technology. Preparing for the 21st Century*. Pretoria
- DACST(1996). *White Paper on Science and Technology. Preparing for the 21st Century*. Pretoria
- DACST (2001). *A National Biotechnology Strategy for South Africa*.
- DST (2015). *Strategic Plan for the Fiscal Years 2015-2020*. Pretoria: DST.
- DST (2014a). *Annual Report 2013/14*. South Africa.
- DST (2014b). *Annual Report on Government Funding For Scientific and Technological Activities 2013/14*. Pretoria.
- DST (2015). *The National Survey of Research and Experimental Development (R&) Survey Main Analysis Report 2012/13, Human Sciences Research Council's Centre for Science, Technology and Innovation Indicators (HSRC-CeSTII)*, Marzo, Pretoria.
- DST. (2012). *Ministerial Review Committee on the Science, Technology and Innovation Landscape in South Africa. Ministerial Report*. South Africa.
- DST (2007). *Ten-Year Innovation Plan*.
- DST (2015b). *Department of Science and Technology*. Obtenido de: <http://www.dst.gov.za/index.php/about-us/frequently-asked-questions> el 19 de Agosto de 2015
- DST (2015). *www.dst.gov.za*. Obtenido de <http://www.dst.gov.za/> el 05 de Octubre.
- Gobierno de la República de Sudáfrica (2009). *New Growth Path*.

- Gobierno de la República de Sudáfrica (2012). *National Development Plan 2030*. Disponible en: <http://www.gov.za/issues/national-development-plan-2030>
- IDC (2015). *Integrated Report for the year ended 31 March 2015. Advancing Industrial Development*. Sandton, Johannesburg.
- Kahn, M. (2006). After Apartheid. The South African national System of innovation: from constructed crisis to constructed advantage? *Science and Public Policy*, 125-136.
- Kraemer-Mbula, E., & Pogue, T. E. (2012). *Erawatch Country Reports 2012: South Africa*. ERAWATCH Network - Institute for Economic Research on Innovation (IERI).
- Kruss, G. and Gastrow, M. (2015) *Linking universities and marginalised communities: South African case studies of innovation focused on livelihoods in informal settings*, International Development Research Centre, HSRC Press, Cape Town.
- Mankins, J. C. (2002). Approaches to Strategic Research and Technology (R&T) Analysis and Road Mapping. *Acta Astronautica*, 51(4?-9), 3-21.
- Ministry of Arts, Culture, Science and Technology.(1994). *South Africa's Green Paper on Science and Technology. Preparing for the 21st Century*. Pretoria.
- Mintek (2015). *Annual Integrated Report*. Randburg, Johannesburg
- Mintek (2016). www.mintek.co.za. Visitado el 10 de Febrero de 2016
- Mullin, James; Geri, Augusto; Krull, Wilhelm; Eberhard, Anton; Kaplan, David; Lennon, Steven ; Moalusi, John; Masemola, Peter. (1998). *The System-wide Review of Public Sector Science, Engineering and Technolgoy Institutions. A Report Submitted to the Department of Arts, Culture, Science and Technology of the Government of Sout Africa*.
- NACI (2014). *Annual Report 2013-2014. Innovation for a better future*.Pretoria.
- NRF (2016). *THRIP*. Recuperado el 26 de Feb de 2016, de <http://thrip.nrf.ac.za>
- NRF (2015a). *Annual Report 2014/15*. Pretoria.
- NRF (2015b). *Annual Performance Plan 2015/16 -2017/18*. Pretoria.
- NRF (2015c). *THRIP Guide to Applicants for 2014/15 Funding*.Recuperado el 02 de Mar de 2016, de <http://www.nrf.ac.za/sites/default/files/documents/THRIP%20Guide%20to%20Applicants%20for%202015-16.pdf>.

- NRF (2013). *Blue Skies Research Funding Instruments*. Obtenido de <http://www.nrf.ac.za/sites/default/files/documents/Blue%20Skies%202013.pdf>
- NRF (2012). *Five Year Review of the South African Research Chairs Initiative (SARChI)*. Pretoria.
- OCDE (2007). *OCDE Review of Innovation Policy*. París: OCDE Publications.
- OCDE.stat (2016), *Main Science and Technology Indicators*. Disponible en: <http://stats.oecd.org/>. Accedido el 26 de Enero.
- Scerri, M. (2013). South Africa. En M. Scerri, & H. Lastres, *The Role of the State* (págs. 248-307). Delhi: Routledge.
- SEDA (2014). SEDA Technology Programme. Annual Review 2013/14. Pretoria.
- SKA Organization (25 de Feb de 2016). *Frequently Asked Questions About The SKA*. Recuperado el 25 de Feb de 2016, de [www.skatelescope.org](http://www.skatelescope.org/frequently-asked-questions/): <http://www.skatelescope.org/frequently-asked-questions/>
- SKA SA (24 de Feb de 2016). *SKA SA*. Recuperado el 24 de Feb de 2016, de <http://www.ska.ac.za/about/project.php>
- TIA (2012). *Annual Report 2011/12*. Pretoria.
- TIA (2013). *Annual Report 2012/13*. Pretoria.
- TIA (2015). *Annual Report 2014/2015*. Pretoria.
- Thompson, L. (2001). *A History of South Africa*. New Haven and London: Yale University Press.
- Uctu, R., & Essop, H. (2012). *The Role of the South African Government in Developing the Biotechnology Industry – from Biotechnology Regional Innovation Centres to the Technology Innovation Agency*. Stellenbosch: Stellenbosch Economic Working Papers: 19/12.
- United Nations Industrial Development Organization (2015). *Industrial Development Report 2016. The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development*. Vienna.
- World Bank (2016). Data. Disponible en: <http://data.worldbank.org/> Accedido 15 de abril.

Legislación

Gobierno de la República de Sudáfrica: *Mineral Technology Act*. Disponible en: <http://www.mintek.co.za/corporate-profile/corporate-information/mineral-technology-act-test/>

Gobierno de la República de Sudáfrica: *Scientific Research Council Act*. Disponible en: http://www.csir.co.za/legislation_compliance.html

Gobierno de la República de Sudáfrica: *Technology Innovation Agency Act*. Disponible en: <http://www.tia.org.za/tia-act>

Gobierno de la República de Sudáfrica: *National Research Foundation Act*, Disponible en: <http://www.nrf.ac.za/sites/default/files/documents/NTFAct.pdf>

Gobierno de la República de Sudáfrica: *Broad-Based Black Economic Empowerment Act*. Disponible en: <https://www.thedti.gov.za/./Act46of2013BEE.pdf>

Entrevistas

Michael J. Kahn, asesor de los Ministros de Educación y de Ciencia y Tecnología de Sudáfrica, Director Principal en el Gobierno Provincial de Gauteng, analista del *Centre for Education Policy Development*, Director Ejecutivo del Consejo de Investigación de Ciencias Humanas y Profesor Extraordinario del *Centre for Research on Evaluation, Science and Technology* de la Universidad de Stellenbosch, realizada el 02-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Glenda Kruss, *Research Director, Education and Skills Development, Human Sciences Research Council*, el 03-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Il-haam Petersen, *Researcher, Education and Skills Development, Human Sciences Research Council*, el 03-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Johann Mouton, Profesor y Director del *Centre for Research on Evaluation, Science and Technology (CREST)*, Stellenbosch University, y del *DST-NRF Centre of Excellence for Scientometrics and Science, Technology and Innovation Policy (SciSTIP)*, el 04-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Heidi Prozesky investigadora *senior* en el *Centre of Excellence for Scientometrics and Science, Technology and Innovation Policy (SciSTIP)*, el 04-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Isabel Basson, investigadora *junior* en el *Centre of Excellence for Scientometrics and Science, Technology and Innovation Policy (SciSTIP)*, el 04-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Teboho Seseng, *TIA Stakeholder Relationship Manager*, realizada el 07-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Michael Gastrow, *Researcher, Education and Skills Development, Human Sciences Research Council*, el 08 y 09-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.

Daan Du Toit, *Senior S&T Representative to the EU, South African Department of Science & Technology*, realizada el 11-Dic-2015 por Juan Martín Quiroga y Mariana Versino.