

PLAN NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

2015 - 2021



MINISTERIO
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y TELECOMUNICACIONES

Ver video PNCTI



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

Viceministerio de Ciencia y Tecnología

600

C8375c Costa Rica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.

Unidad de Planificación Institucional

Plan Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021. – San José, MICITT.

400 p

ISBN: 978-9968-732-43-7

1. Política Científica y Tecnológica-Costa Rica. 2. Planes de Desarrollo.

3. Áreas Prioritarias. I Título

San José, Costa Rica. Febrero 2015

Créditos

Dirección General:

Gisela Kopper Arguedas. Ministra de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.

Carolina Vásquez Soto. Viceministra de Ciencia y Tecnología.

Comité Editorial:

Santiago Núñez Corrales. Director de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Paola Loría Herrera. Directora Planificación Institucional.

Equipo Técnico Institucional:

Adriana González Villalobos, Asesora Viceministerio de Ciencia y Tecnología.

Alexander Barquero Elizondo. Director de Certificadores de Firma Digital.

Angélica Chinchilla Medina. Gerente de Sociedad Información. Dirección de Tecnologías Digitales.

David Bullón Patton. Director de Innovación.

Diego Vargas Pérez. Jefe Proceso Sectorial, Planificación Institucional.

Eliana Ulate Quesada. Coordinadora de Cooperación Internacional.

Jorge Gamboa Barrantes. Director de Capital Humano.

Natalia Coto Alfaro. Cooperación Internacional.

Noemy Coto Grijalba. Comunicación Institucional.

Oscar Quesada Rojas. Director del Proyecto Centros Comunitarios Inteligentes.

Ruth Zúñiga Rojas. Género en Ciencia y Tecnología. Dirección de Capital Humano.

Verónica Castro Villalobos. Proceso Sectorial, Planificación Institucional.

Iconografía Indígena:

Museo de Jade, Instituto Nacional de Seguros / Ministerio de Cultura y Juventud

Diseño y Diagramación: InterGraphic Designs

PNCTI 2015-2021

Imaginar el mañana, construirlo hoy

“Triste del país que no tome a las ciencias por guía en sus empresas y trabajos. Se quedará postergado, vendrá a ser tributario de los demás y su ruina será infalible, porque en la situación actual de las sociedades modernas, la que emplea más sagacidad y saber, debe obtener ventajas seguras sobre las otras.”

Dr. José María Castro Madriz

Discurso inaugural de la Universidad de Santo Tomás, 1844.

Prefacio

Desde el inicio de nuestra nación libre e independiente, Costa Rica ha invertido sistemáticamente recursos para brindarle a su población la mejor educación y los servicios de salud integral, logrando con ello un salto cualitativo de las capacidades nacionales sobre aquellas imperantes en la región. Ahora, en pleno Siglo XXI, el país está preparado para dar otro salto, la transformación estructural de su economía hacia una basada en el conocimiento. La economía del conocimiento se reconoce como aquella que crea valor agregado en los productos y servicios, donde surgen nuevos emprendimientos productivos y las industrias tradicionales se rejuvenecen por la adopción de nuevas tecnologías. La actual economía global del conocimiento abre oportunidades al país, plantea nuevos desafíos para mejorar su inserción internacional y generar espacios de cooperación recíprocos, a la vez que genera un desarrollo social inclusivo. El MICITT tiene la responsabilidad de impulsar a Costa Rica hacia convertirse en una sociedad basada en conocimiento; ello requiere de una visión a largo plazo, que rompa los periodos electorales y trascienda hacia el futuro.

Existe el consenso general que la innovación es el motor de desarrollo, capaz de generar y sostener en el tiempo ciclos prolongados de crecimiento al crear valor para la sociedad. Hace ya varias décadas que los países desarrollados reorientaron sus políticas económicas hacia la inversión en investigación y desarrollo y en la constitución de sistemas nacionales de innovación como elementos fundamentales para el desarrollo. Estudios diversos reconocen la importancia de lograr valores superiores al 1% del PIB en inversión en I+D, a sabiendas que generan un retorno social del 40% o más. Para alcanzar valores superiores en el índice de inversión y con ello una dinamización del sistema económico y social del país, es necesaria la interacción entre las actividades públicas y privadas de investigación y desarrollo y la capacidad de las empresas de generar, adoptar y difundir nuevos procesos y productos.

Costa Rica debe multiplicar esfuerzos para fortalecer el sistema nacional de CTI mediante el diseño de proyectos de impacto que incremente la inteligencia del Estado para alcanzar la competitividad, la prosperidad y

el bienestar de sus habitantes. A lo largo del presente Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 se deja en evidencia que la capacidad de impactar el país depende de cambiar la inercia del estado actual de los retos nacionales. Y se destaca la urgente necesidad de impulsar la interacción entre centros de investigación públicos y privados que fortalezca la transferencia de tecnología hacia el sector productivo y desarrolle su competitividad.

La elaboración del PNCTI 2015-2021 siguió un amplio proceso de consulta pública a representantes de la comunidad primaria de CTI en el país y la posterior evaluación estadística para priorizar sectores y proyectos, asegurando que en su conjunto contribuyan al cumplimiento de los objetivos nacionales de cada uno de los tres pilares de la Administración Solís Rivera (2014-2018): Impulsar el crecimiento económico y generar empleo de calidad; combatir la pobreza y reducir la desigualdad y generar un gobierno abierto, transparente y eficiente en lucha frontal contra la corrupción.

En el Plan se definieron cinco grandes áreas estratégicas y proyectos específicos

intersectoriales en los cuales el país debe focalizar su esfuerzo. Como proyecto común transversal a todas las áreas es la creación de un Sistema Nacional Integrado de Información Científica-Tecnológica que permita la construcción de modelos predictivos y explicativos para la toma de decisiones en temas de educación, salud, ambiente, agua, energía, alimentos y agricultura. Se plantea también la creación de una plataforma con información actualizada del quehacer científico-tecnológico en cuanto a cooperación internacional, publicaciones, equipamiento nacional y estado de las investigaciones.

Se presentan adicionalmente los grandes proyectos sectoriales que generarán impacto en el país. Siguiendo el lema de “Imaginar el mañana, construirlo hoy” surgen proyectos ambiciosos que el país debe impulsar tales como desarrollo de dos Ciudades Inteligentes como piloto nacional para transformar el concepto de urbanidad hacia ciudades sostenibles, que promuevan estilos de vida saludables para sus habitantes y donde la tecnología se pueda aplicar en múltiples contextos. Se propone además impulsar y fortalecer los

Centros Comunitarios Inteligentes CECI como espacios para disminuir la brecha digital y desarrollar el aprendizaje, el emprendedurismo y el uso de servicios en línea, adaptados a las necesidades de la comunidad y utilizando como herramienta las tecnologías de la información y comunicación. Este proyecto es transversal en el MICITT al enlazar todas las áreas sustantivas del ministerio dirigidas a lograr la competitividad y el bienestar social del país.

El PNCTI 2015-2021 llena un vacío histórico al proponer la creación de una Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento como el gran marco integrador de políticas que impulsen la formación del capital humano, que promueva la excelencia científica en la investigación y desarrollo, que dirija la innovación empresarial y social así como el impulso a la política nacional digital que incremente la eficiencia de los actores, todo ello tendiente a buscar la competitividad, la productividad y el bienestar social de Costa Rica.

Quisiera dejar constancia de nuestro reconocimiento a la comunidad de CTI integrada por representantes de la academia, centros de investigación, empresas pymes y de inversión externa directa, instituciones del sector público costarricense así como organizaciones sin

finés de lucro y de la sociedad civil quienes respondieron la encuesta y participaron en los talleres para definir los proyectos por gran área temática. Igualmente un especial agradecimiento a todos los expertos quienes compartieron su amplio conocimiento y trayectoria en sus acertadas introducciones a cada tema de este documento. Mi aprecio y agradecimiento al personal del MICITT quien con mística, entrega y profesionalismo dedicaron extensas jornadas en la planificación, organización y presentación final de este Plan.

Al presentar al país el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 estamos conscientes que hemos superado el intenso proceso de planificación para definir la hoja de ruta hacia un desarrollo económico basado en conocimiento. Corresponde ahora dedicar todo el esfuerzo necesario para impulsar e implementar los proyectos intersectoriales, sectoriales, institucionales y habilitadores aquí definidos, facilitando el accionar de todos los actores. Somos responsables del éxito de cada una de las metas propuestas y estamos convencidos de lograrlo con el apoyo de todos los actores de la comunidad de ciencia, tecnología e innovación costarricense.

Gisela Kopper Arguedas
Ministra

Índice general

Prefacio.....	4
Índice de cuadros.....	8
Índice de gráficos.....	11
Índice de figuras.....	12
Introducción.....	13
Acerca del proceso de construcción de este PNCTI.....	15
I. ESTADO Y VISIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN HACIA EL 2021.....	20
1.1. Estado de la CTI en Costa Rica.....	23
1.2. Importancia de la CTI hacia el 2021.....	43
II. COMPONENTES ESTRATÉGICOS.....	66
2.1. Áreas de Impacto.....	69
2.2. Ciencias y Tecnologías Convergentes.....	93
2.3. Procesos de Creación de Conocimiento.....	111
2.4. Comunidades.....	127
2.5. Habilitadores.....	161
III. ESTRATEGIA DEL MICITT HACIA EL 2021.....	200
3.1. Institucionalidad de la CTI en Costa Rica.....	203
3.2. El Viceministerio de Ciencia y Tecnología.....	217
IV. PROYECTOS DEL PNCTI 2015-2021.....	242
4.1. Metodología.....	245
4.2. Proyectos Intersectoriales.....	273
4.3. Proyectos Sectoriales.....	291
4.4. Proyectos Institucionales.....	315
4.5. Proyectos Habilitadores.....	335
V. METAS E INDICADORES DEL PNCTI 2015-2021.....	356
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	374
VII. AGRADECIMIENTOS.....	398

Índice de cuadros

Cuadro N 1	
Mujeres que obtuvieron título en el área de Ingenierías según carrera 2012	37
Cuadro N 2	
Diagnóstico del Sector de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones	211
Cuadro N 3	
Alineamiento estratégico de las Direcciones del VCT Fuente: MICITT, 2014	220
Cuadro N 4	
Proceso Consulta Proyectos Interinstitucionales.....	247
Cuadro N 5	
Participación de actores por reto temático	252
Cuadro N 6	
Distribución de resultados por reto	255
Cuadro N 7	
Distribución de los resultados por tecnología convergente.....	255
Cuadro N 8	
Distribución de los resultados por sector	255
Cuadro N 9	
Factores significativos en el modelo de regresión para existencia de procesos de innovación a partir de los datos del sondeo.....	266
Cuadro N 10	
Factores significativos en el modelo de regresión para la aplicación a instrumentos financieros en CTI a partir de los datos del sondeo.....	267

Cuadro N 11	
Factores significativos en el modelo de regresión para existencia de colaboración con socios internacionales a partir de los datos del sondeo.....	268
Cuadro N 12	
Factores significativos en el modelo de regresión para la proporción de respuestas de mujeres a partir de los datos del sondeo	268
Cuadro N 13	
Resultados más relevantes de la segunda fase del proceso de consulta del PNCTI 2015-2021	269
Cuadro N 14	
Proyectos de Educación.....	276
Cuadro N 15	
Proyectos Ambiente y Agua.....	279
Cuadro N 16	
Proyectos de Energía.....	282
Cuadro N 17	
Proyectos de Salud.....	285
Cuadro N 18	
Proyectos de Alimentos y Agricultura.....	288
Cuadro N 19	
Política Nacional de Sociedad y Economía basada en el conocimiento	295
Cuadro N 20	
Proyecto Ciudad Inteligente.....	304
Cuadro N 21	
Componentes para el SINCT.....	308

Cuadro N 22	
Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología.....	309
Cuadro N 23	
Centros Comunitarios Inteligentes.....	312
Cuadro N 24	
Capital Humano	321
Cuadro N 25	
Investigación y Desarrollo.....	324
Cuadro N 26	
Innovación.....	328
Cuadro N 27	
Certificadores Firma Digital.....	333
Cuadro N 28	
Cooperación Internacional	340
Cuadro N 29	
Fondo Incentivos	342
Cuadro N 30	
Fondo PROPYME	344
Cuadro N 31	
PINN	348
Cuadro N 32	
Género.....	355
Cuadro N 33	
Metas Estratégica.....	363

Índice de gráficos

Gráfico N 1	
Distribución de percepción de necesidades de perfiles en capital humano por reto temático.....	256
Gráfico N 2	
Distribución de perfiles en las tecnologías convergentes.....	258
Gráfico N 3	
Situación de género en tecnologías convergentes.....	259
Gráfico N 4	
Distribución de perfiles en los sectores.....	260
Gráfico N 5	
Situación de género en los sectores	261
Gráfico N 6	
Distribución de tecnologías convergentes por sector.....	262
Gráfico N 7	
Existencia de procesos de innovación por sector	263
Gráfico N 8	
Comportamiento de las incorporaciones al CFIA desde el año 1980 hasta diciembre de 2013.....	351
Gráfico N 9	
Distribución de agremiados por carrera en el CIEMI y el CITEC con datos de noviembre 2012.....	352

Índice de figuras

Figura N 1	
Marco Normativo y la Estructura para la evaluación Ambiental	78
Figura N 2	
Modelo propuesto por la GIZ para transporte. Fuente: Basado en GIZ-SUTP (2011).....	84
Figura N 3	
Visión de Singapur sobre el Sistema Educativo.....	99
Figura N 4	
Distribución de las Inversiones de Google Ventures en el 2014.....	154
Figura N 5	
Acción Institucional	221
Figura N 6	
Cuatro Pilares Fundamentales de la Fuente: MICITT, 2014	223
Figura N 7	
Relación entre políticas a desarrollar al MICITT en el periodo 2015-2021.....	294
Figura N 8	
Etapas para el desarrollo de la Ciudad Inteligente. Fuente: MICITT 2014.....	304
Figura N 9	
Estructura del Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología.....	307
Figura N 10	
Esquema general del plan de trabajo hacia el 2021.....	309
Figura N 11	
Economía Basada en Innovación	326
Figura N 12	
Disciplinas para financiamiento de becas y recalificación del PINN.....	349
Figura N 13	
Iniciativas de innovación financiadas por el PINN y su relación con PROPYME.....	349

Introducción

Carolina Vásquez Soto
 Viceministra de Ciencia y Tecnología

Costa Rica se enfrenta a uno de los mayores retos en las últimas décadas, alcanzar una sociedad y economía basadas en el conocimiento y la innovación, una sociedad cuyos atributos más destacados sean la competitividad, la productividad y el bienestar. En consonancia a este reto el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones presenta el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021: Imaginar el Mañana, Construirlo Hoy. Este es un documento destinado a servir como hoja de ruta para el accionar del Ministerio de manera que guíe la aplicación de las políticas orientadas a generar impactos socio-productivos en determinados sectores de la sociedad y la economía, además que sirva de marco orientador para la definición de prioridades para los demás actores públicos y privados del SNCTI.

Tiene el PNCTI 2015-2021 el propósito de contribuir en la construcción de una visión compartida entre los distintos actores

sociales interesados en los procesos vinculados directamente con la ciencia, la tecnología y la innovación, de la mano de las tecnologías digitales como la herramienta de acceso a conocimiento nuevo por excelencia y de las comunicaciones como su contexto tecnológico. En ese sentido el proceso de construcción refleja la participación activa y creativa de las diferentes partes interesadas cuyo propósito fundamental ha sido propiciar, coordinar y difundir el encuentro de estos actores sociales y vincularlos con el proceso de planificación, como una nueva forma de gestión social del conocimiento.

Reconoce este PNCTI 2015-2021 que el bienestar social del país, su desarrollo y crecimiento económico está ligado a la educación por lo que propone el incremento de la cantidad y calidad del Capital Humano disponible en CTI; a la capacidad para generar conocimientos científicos y tecnológicos los cuales deben ser el resultado de desarrollar Ciencia Excelente; a la habilitación de un ecosistema de innovación enfocado en etapas estratégicas del diseño punto a punto de productos de alta tecnología que conduzcan

al sector empresarial a un liderazgo en actividades de investigación y desarrollo, como motores de cambio y progreso.

Finalmente se reconoce la necesidad de aplicar la ciencia y la tecnología para resolver los retos más apremiantes de la sociedad costarricense tendiente a fortalecer la Innovación Social, donde el resolver las brechas de equidad de género en CTI es un eje transversal a lo largo del marco

estratégico. De esta forma se definen las grandes prioridades nacionales en los temas de Educación, Ambiente y Agua, Energía, Salud, Alimentos y Agricultura y abre un amplio espacio participativo en torno al financiamiento, promoción y realización de proyectos, generación de redes colaborativas en torno a problemas específicos, en fin, el conjunto de actividades y procesos que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Acercas del proceso de construcción de este PNCTI

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación son procesos multidimensionales, donde converge el rigor del método científico y la construcción social del valor del conocimiento. Este Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación ha intentado partir desde una nueva perspectiva, en reconocimiento al hecho de que el conocimiento es la base de la autodeterminación de los pueblos en la medida en que esto sea colectivamente entendido. Una de las mayores diferencias con versiones anteriores del PNCTI es su vigencia -del 2015 al 2021- con una explicación tripartita: alcanzar como nación 200 años de vida libre e independiente, la meta nacional de carbono neutralidad y la afirmación de la CTI como un tema de estado, y no de gobierno determinado por ciclos electorales. La independencia a la que Costa Rica debe aspirar es la de producción de su propio conocimiento científico y tecnológico, a la libertad otorgada por la construcción de un ecosistema capaz de sostener las redes

humanas de investigación y sobre todo, a la soberanía resultantes de una constante búsqueda de la excelencia como valor fundamental que, al mediano y largo plazo, tiene como subproductos a la competitividad, a la productividad y a un síntoma importante de toda sociedad desarrollada de manera saludable: la innovación constante con visión y aspiraciones sociales.

Este PNCTI es un primer esbozo de integración social de una teoría de impacto de la CTI en la sociedad costarricense, apalancado por la Ruta 2021, documento publicado en Abril de 2014. El Primer Informe del Estado de la CTI del Programa Estado de la Nación es claro en una de sus afirmaciones medulares: la comprensión y aceptación sociales de la CTI en el país son insuficientes, y no existe claridad en todos los círculos fuera de la academia y las empresas productoras acerca de la trascendencia de la producción de conocimiento. Una de las causas directas es

la estructura de producción del conocimiento, débil salvo en algunos casos. Otra de las causas es la ausencia de un marco referencial explícito, tanto desde la política pública como desde lo puramente vivencial, que permita a los habitantes inferir de manera apropiada cuáles son las consecuencias de invertir en CTI, y más importante aún, las consecuencias de no hacerlo.

Dado lo anterior, el PNCTI 2015-2021 -al igual que cualquier otro esfuerzo que pretende dar un giro importante a la dirección del desarrollo de un país con implicaciones en lo económico, lo cultural y lo social- está cimentado en una construcción filosófica tripartita. El rigor de la ciencia, entendida como un proceso constante de revisión mediante falsación, debe ser la guía del desarrollo de investigación básica con una fuerte base Popperiana. Como primer elemento, se ha construido el plan desde una visión de las necesidades de corto plazo como marcadores de posición de los retos de mediano y largo plazo. Para ello, una reinterpretación de la realidad de novo es indispensable, y debe partirse desde primeros principios bajo la evidencia disponible del desarrollo científico y tecnológico. Esta

evidencia está constituida a la vez por dos grandes constructos: las mediciones e indicadores nacionales e internacionales destinados a construir escalas de comparación entre países y el conocimiento endógeno de quienes se encuentran desarrollando conocimiento y artefactos basados en la CTI. Para este PNCTI, un sondeo de escala mediana (n = 1306) fue implementado a la par de un mecanismo base de inferencia estadística con el fin de generar algunas explicaciones para el grupo que respondió la consulta, que se espera sea representativo de la comunidad primaria de CTI en el país. La estructura misma de este documento representa un intento de convergencia entre diferentes criterios, entre diferentes necesidades y, sobre todo, entre las muchas disciplinas que constituyen el gran árbol de la ciencia.

Asimismo, es necesario reconocer tal como lo hace Michel Foucault en *La Arqueología del Conocimiento* que el valor asignado por la sociedad a la CTI depende de la solidez de los sistemas de pensamiento que colectivamente subyacen a la conciencia de los individuos, y que al transformarse estos mediante reglas conceptuales implícitas (posiblemente más

allá de la lógica formal) determinan los límites de lo que es visto como posible por una sociedad. El PNCTI es, en un segundo orden, una aproximación a cambiar la visión de las y los habitantes acerca de la CTI a través no de las instituciones, laboratorios o centros, sino de las personas cuyo trabajo día con día es la creación de conocimiento, la innovación o la producción de artefactos tecnológicos. Para que un país adopte una visión del conocimiento como guía de sus quehaceres, un paso esencial es desmitificar la imagen de las y los científicos: ante todo quienes componen la comunidad científica son seres humanos, con aspiraciones, deseos y necesidades cuya particularidad radica (o debe radicar) en un entrenamiento intelectual que tiene como objetivo el poder discriminar entre aquello que es falso y lo que -en apariencia y bajo el mejor conocimiento disponible- no lo es. Por este motivo el MICITT se ha dado a la tarea de solicitar contribuciones a un grupo selecto de personas de todas las áreas relacionadas directa e indirectamente a la CTI y cuyo mérito intelectual ha sido demostrado en su área. Salvo algunas correcciones menores, estas contribuciones han sido transcritas tal cual con el fin de preservar el contenido, el

estilo y el tono en el que han sido escritas. A pesar de la diversidad en el pensamiento de quienes han contribuido, es claro que los escritos apuntan con urgencia a la necesidad de poner en práctica las capacidades ya existentes, de fortalecer y mejorar los mecanismos que incentiven a generaciones actuales y futuras en la comunidad nacional de CTI y a la coincidencia de factores que hacen de Costa Rica un país idóneo para redefinir lo que significa un mundo desarrollado de manera sostenible. Sobre todo, un mensaje de fondo es que Costa Rica debe aprender a ser un país que se sobrepone a la gratificación inmediata de los logros pequeños para aprender el valor de grandes proyectos con resultados que se verán al mediano o largo plazo con un impacto mayor.

Finalmente, existe un tercer aspecto que este PNCTI trata de abordar, en particular, en proveer al Estado costarricense con herramientas intelectuales para enfrentar de manera apropiada los grandes retos de la sociedad. Estos retos no son de naturaleza puramente científica como Ludwig Wittgenstein en su *Tractatus Logico-Philosophicus* indica:

“6.52. Nosotros sentimos que incluso si todas las posibles cuestiones científicas pudieran responderse, el problema de nuestra vida no habría sido más penetrado. Desde luego que no queda ya ninguna pregunta, y precisamente ésta es la respuesta.”

Una interpretación relacionada a la CTI a nivel nacional es que el desarrollo del conocimiento de Costa Rica no implica que este sea inmediatamente útil a sus habitantes. Lo anterior tiene dos grandes vertientes: por una parte es responsabilidad de la ciencia y tecnología costarricense dar soluciones a los problemas socialmente relevantes, y por otra parte es definir un rumbo para el desarrollo del país que sea simultáneamente compatible con las restricciones no contingentes de sostenibilidad ambiental y las aspiraciones de desarrollo humano saludable, equilibrado y de largo plazo. Alcanzar de manera simultánea ambas condiciones permitiría al país ser un líder mundial de facto. Con lo anterior en mente, el PNCTI se ha abierto a buscar soluciones a problemas en las cinco áreas previamente identificadas por la Ruta 2021 como prioritarias: Educación, Salud, Energía, Ambiente y Agua y Alimentos. Al mismo

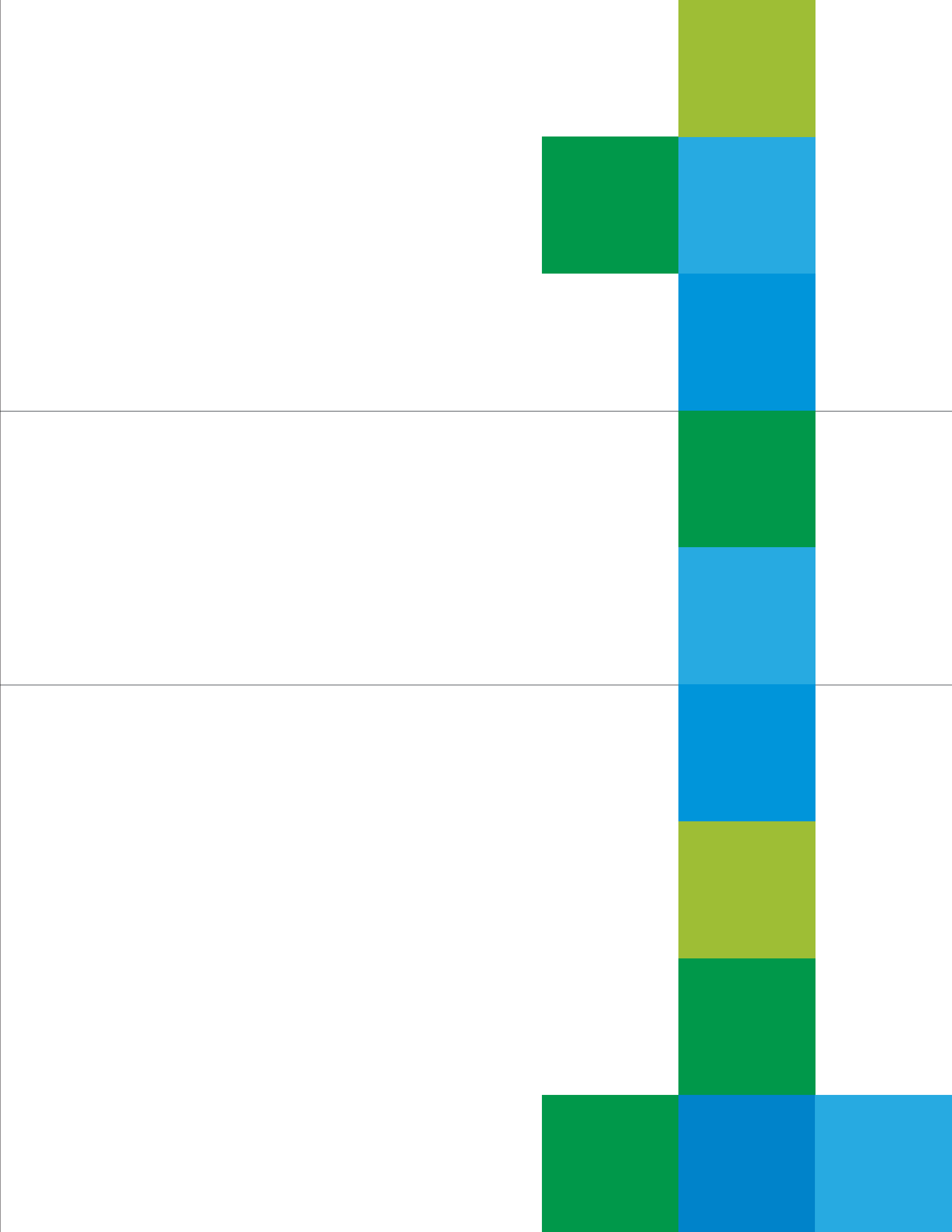
tiempo, para buscar estas soluciones se ha dado una mirada hacia las tecnologías convergentes (info, bio, nano, cogno) cuyo potencial reside en solucionar problemas de manera óptima y sostenible. El identificar estos problemas particulares y sus posibles soluciones ha sido un proceso abierto, participativo y enfocado en crear estructuras interinstitucionales perdurables y competentes que apoyen la búsqueda de alternativas de manera amplia y rigurosa.

Como aspecto transversal, la iconografía utilizada responde tanto a un rescate de la identidad costarricense desde una visión cultural general como a su reinterpretación contemporánea. Con el apoyo del Museo de Jade y el Ministerio de Cultura y Juventud, se ha seleccionado un conjunto de artefactos capaces de expresar, aún con la distancia interpuesta por los siglos, el ingenio costarricense desde épocas ancestrales. Ese ingenio, preservado a través del tiempo y en las distintas épocas, debe llevar a la producción endógena de conocimiento en CTI.

La construcción de este PNCTI tiene un objetivo de más largo plazo. Al ser un ejemplo de planificación a lo largo de múltiples

administraciones, intenta ser un primer marcador de posición hacia dos ciclos de planificación mayores en el horizonte. La Estrategia Siglo XXI como ejercicio de visión es clave y puede ser articulado a nivel gubernamental; el PNCTI es un refinamiento de sus contornos para un periodo específico. Es la aspiración que el esfuerzo 2015-2021 pueda ser posteriormente extendido para un periodo 2022-2030 en una segunda iteración y lleve a la primer formulación -por demás histórica- de una planificación en CTI de largo plazo para el periodo 2031-2050, coincidente con el objetivo de alcanzar una Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento cuyos atributos más destacados sean la competitividad internacional, la productividad local con sostenibilidad y el bienestar con justicia social.

**ESTADO Y VISIÓN DE LA CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
HACIA EL 2021**





Estado de la CTI en Costa Rica

- ▶ 1.1.1. Perspectiva del Sistema Nacional de Indicadores de CTI
- ▶ 1.1.2. Estado de la Ciencia, Tecnología y la Innovación al 2014
- ▶ 1.1.3. Situación de género en CTI

Vasija cilíndrica de cerámica. Región Central-Caribe. 800 d.C. - 1500 d.C.



La preparación del PNCTI es un proceso que, para efectuarse de manera rigurosa, requiere determinar de forma precisa el estado de situación del país en materia de ciencia, tecnología e innovación. Casi de forma iconográfica, es hablar acerca del contenido de una vasija antes de la cocción. De la madurez de los ingredientes depende la elección de las medidas a tomar en diferentes momentos para que, a la hora de avivar el fuego, el resultado sea de provecho para el país.

1.1.1.

Perspectiva del Sistema Nacional de Indicadores de Ciencia, Tecnología y la Innovación

Keynor Ruiz Mejías
 Centro Internacional de Política
 Económica para el Desarrollo
 Sostenible (CINPE).
 Universidad Nacional

Sobre la medición de los procesos de Innovación

Contar con la posibilidad de medir el estado de la innovación en nuestro país permite no solo identificar los resultados de quienes hacen innovación; sino también, se logra conocer el esfuerzo realizado por los actores durante el proceso que lleva a culminar con una innovación.

En ese sentido, es conveniente tener varias consideraciones para brindarles a los actores del Sistema Nacional de Innovación, toda la información pertinente y confiable que facilite la toma de decisiones y la generación de políticas de apoyo e impulso a la innovación.

En primer lugar, la comparabilidad a través del tiempo, entre sectores y con otros países. Esto ha sido una preocupación permanente de la Comisión de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por ello, el instrumento que se utiliza para la captura de datos fue elaborado sobre la base de los manuales internacionales

para medir innovación¹, el mismo se ha validado en el marco de los talleres realizados por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Este instrumento tiene como objetivos tanto la captura de datos sobre resultados y esfuerzos, así como la dinámica de las interacciones entre actores y las fuerzas impulsoras de la innovación.

El instrumento también se ha convertido en una herramienta de formación, ya que promueve en los actores entrevistados una reflexión sobre los elementos clave para llevar adelante procesos de innovación y sobre todo, el hecho de que facilita visualizar la innovación, no necesariamente como el resultado de un ejercicio en aislamiento, sino más bien como un proceso que se da en el marco de las interacciones de los actores en el marco del Sistema Nacional de Innovación².

Otro de los aspectos de importancia alrededor de la medición de la innovación en Costa Rica, tiene que ver con la institucionalidad lograda alrededor de esta iniciativa. La creación de la

1. Manual de Oslo y Manual de Bogotá, así como el Manual de Lisboa para el tema de Indicadores de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC).

2. Este concepto hace referencia a la posibilidad de un Sistema Regional, Local o Sectorial de Innovación.

Comisión de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, que a muchos les parece lógico en el marco de este tipo de procesos, no es el común en otras latitudes. En esta Comisión se lograron reunir los actores públicos y privados, con competencias en el tema de innovación, para diseñar un ejercicio validado por los propios actores del Sistema. Ha sido esta institucionalidad la que ha permitido a lo largo de varios años propiciar la generación de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, la inclusión de nuevos sectores relevantes en cuanto a la dinámica productiva e innovadora en el país; así como, el apoyo que desde sus organizaciones se pueda brindar al proceso mismo. De forma tal que desde sus orígenes, el proceso de generación de indicadores ha tenido una visión sistémica, abriendo espacios de participación a diferentes actores sobre lo que se debe medir, la forma de medirlo y la razón que justifica contar con esas mediciones.

Por otra parte, si bien la comparativa internacional se ha realizado sobre la base de medición en los sectores de Industria Manufacturera, Energía y Telecomunicaciones, cada vez hay más presión por conocer qué está sucediendo en términos de innovación en los sectores de Servicios (terciario) y Agropecuario (Primario). Para el caso de

Costa Rica, existe medición para Manufactura, Energía y Telecomunicaciones desde el 2006 hasta el 2012 y para el sector Servicios se obtuvieron los indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación para 2011 y 2012. De igual manera, se espera que para el 2015 se pueda contar con una medición para el sector Agropecuario. De manera tal, que tengamos una imagen más completa de la dinámica de innovación en los diferentes sectores económicos que componen la estructura productiva del país.

La aplicación sistemática del instrumento ha venido generando una cultura por parte de las empresas para aportar información pertinente. Y eso se puede fortalecer en el tanto las empresas perciban que los resultados son de utilidad no solo para ellas mismas en la toma de decisiones, sino también para el diseño de política pública y para desarrollar estrategias por parte de diferentes actores.

Algunos indicios a partir de la medición de Innovación

Existen sin lugar a dudas una serie de hallazgos que se encontraban latentes y que forman parte del sector empresarial del país, pero que no eran tan visibles en el nivel agregado.

Asimismo, los resultados de las encuestas han dejado claro que es necesario mejorar algunos de los instrumentos que se aplican en el país para fomentar innovación. Con las mediciones realizadas ya se cuenta con una mejor visión de conjunto y con la posibilidad de direccionar de mejor manera las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Quizá uno de los elementos que más llama la atención al ver los resultados de las encuestas, es el porcentaje de empresas que menciona haber realizado algún tipo de innovación. En general, un poco más del 85% de las empresas dicen haber realizado alguna innovación en producto o servicio, en procesos, en la organización de la empresa o en la comercialización de los productos o servicios. No obstante, sólo alrededor del 15% de las empresas generan una innovación que es novedosa en el nivel internacional; las demás realizan innovaciones que son novedosas para el mercado nacional o incluso sólo para la misma empresa. Lo anterior es un espacio potencial para la gestión de la innovación en el nivel de empresa, porque sectores comprometidos con el cambio y la mejora son más propensos a dar el paso desde la copia y la adaptación hacia la creación de nuevo conocimiento. En otras palabras, es diferente propiciar procesos de innovación en organizaciones poco proclives al

cambio, que en aquellas donde el cambio se ha convertido en una constante.

Asimismo, es de mucha importancia que se haya identificado con claridad que la innovación no es una actividad exclusiva de un grupo específico de empresas. Esta tiene presencia en empresas de diversos sectores, variados tamaños y localizadas en diferentes partes del país. Esta situación no solo abre el abanico de posibilidades de acción en diferentes niveles, sino que también da indicios de las características que muestra la correlación entre innovación y crecimiento económico.

En ese sentido, se hace referencia a la innovación como un proceso inclusivo, donde no solo es importante la generación de riqueza, sino también la manera en cómo se distribuye la misma. Por ello, no sólo es importante el aumento de la innovación para la competitividad, sino también la inversión en capacidades y competencias de las personas para la innovación, el aumento de más personas en las actividades productivas y el mejoramiento de los niveles de bienestar y calidad de vida. Todo forma parte de una misma ecuación para poder hablar de crecimiento económico sostenido: más productividad, más y mejores empleos y una mejor distribución. Una amalgama cuyo potencial no recae únicamente

sobre la innovación, pero que una gestión integral de la misma, ayuda a abonar a esas metas socio-económicas.

Por otra parte, la innovación ha mostrado ser un resultado sistémico. En general, diversos actores participan en el Sistema de Innovación (sea éste Nacional, Regional, Local o Sectorial), por un lado están los empresarios, por otro el Estado con sus organizaciones de apoyo, también los centros públicos de investigación (ya sean ligados a universidades o entidades autónomas), los entes de capacitación y formación profesional y las entidades de financiamiento entre otras. De igual forma, para una dinámica innovadora también es importante una buena vinculación con quienes son los proveedores de insumos y con quienes son los consumidores de los productos o servicios que se producen.

Con este resultado a partir de la información obtenida de los Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, es posible entender que los procesos de innovación no son esfuerzos que se dan en aislamiento, sino todo lo contrario, entre mejor sean los mecanismos de interacción entre los actores, mejores resultados se perciben por parte de las empresas en cuanto al logro de objetivos dirigidos a generar innovaciones. Así se podría decir que entre

mejor sean los mecanismos de interacción, mejor funciona el Sistema de Innovación.

Este elemento anterior es clave, porque enfatiza en que la innovación es un proceso que se construye día tras día, no es un producto de la casualidad. Por ello, la innovación es parte integral de la estrategia de las empresas y de quienes ayudan a la construcción de la sociedad, porque si no es un resultado fortuito no se puede dejar al azar, debe gestionarse desde diferentes frentes, cada uno de ellos con responsables distintos pero claros en que hay que prepararse para el cambio.

Es necesario gestionar las ideas y el conocimiento, porque debe haber un proceso consciente de apropiación del mismo tanto en el nivel de empresa como en el nivel social. Por ello la creación de capacidades y competencias de las personas es una herramienta básica para poder generar una dinámica innovadora.

De forma tal, que la construcción de una sociedad innovadora sea sobre la base de un esfuerzo de todos los actores del sistema, con una serie de acciones concatenadas, que aunque algunas de ellas puedan parecer pequeñas están sumando a la consecución de procesos de innovación más inclusivos.

1.1.2.

Estado de la Ciencia, Tecnología y la Innovación al 2014

María Santos Pasamontes
Coordinadora de Investigación del
Informe ECTI.
Programa Estado de la Nación

De los estudios realizados recientemente sobre el estado de las capacidades del país para hacer ciencia, tecnología e innovación (CTI), surgen tres conclusiones principales de las cuales se derivan una serie de desafíos críticos que resumo a continuación.

A. Es crítico para el desarrollo humano sostenible del país contar con una plataforma robusta, conformada principalmente por actores nacionales, que no sólo adapte, adopte y difunda la CTI sino que también la produzca y logre apropiarse de ella.

La capacidad del país de generar un recurso humano tanto profesional como a nivel técnico que sea calificado compromete las posibilidades de desarrollo de manera sostenida e incluso de sostenibilidad de aquellos sectores – relacionados con la Inversión Extranjera Directa- que muestran resultados promisorios. El país cuenta, en varios campos de CyT, con profesionales de alto nivel pero en varios

campos de CyT los mejores perfiles están en edad madura³, ello se agrava por el desbalance en la formación de profesionales en esas áreas comparado con las ciencias sociales y humanidades. Siendo que las deficiencias en capital humano son de las más difíciles de subsanar, atraer jóvenes hacia las áreas de CyT, formar, atraer y retener cuadros de excelencia, son de los retos más apremiantes por cuanto según han afirmado otros estudios⁴ el país tiene un déficit de capital humano para la CTI en relación con lo esperado según el desarrollo actual.

Atender este reto implica acciones concatenadas con el sistema educativo tendientes a mejorar la calidad de la educación científica y tecnológica preuniversitaria⁵.

3. Cabe revisar el relevo generacional en áreas como Ciencias agrícolas. Insumos para esto son: a) la consulta en marcha desde el PEN sobre profesionales activos en áreas de CyT y que estará disponible a nivel público en una plataforma que se lanzaría en el segundo semestre del 2015; y b) el inventario específicamente sobre capital humano en las ciencias agrícolas que ha efectuado el INTA –.

4. Crespi et al. (2010).

5. Otros estudios han reconocido la necesidad de mejorar la calidad de la formación de los docentes e implementar metodologías pedagógicas basadas en la indagación y resolución de problemas, que privilegien los valores y destrezas del pensamiento científico y matemático por sobre los contenidos per se (ejemplo el Proyecto Aprende Ciencia Haciendo Ciencia). Sobre este tema se puede consultar PEN (2011).

Con esa finalidad son de utilidad los insumos derivados de los resultados de las pruebas Pisa en Ciencias y en Matemáticas. En el diseño de las estrategias para atraer más jóvenes a estas áreas conviene explotar las ventajas laborales asociadas con estos perfiles tanto en el nivel profesional como técnico.

El país cuenta con un activo en la diáspora científica costarricense que podría aprovecharse mejor. Es importante en primer lugar, conocerlos: mantener un inventario actualizado que incluya datos de contacto, su perfil académico y laboral, disponibilidad para vincularse con colegas locales y planes de regreso al país. En función de sus planes de regreso o no, conviene implementar medidas paralelas tendientes a fortalecer mecanismos existentes para vincularlos (Red TICOTAL) así como procurar reinsertar a aquellos interesados en regresar. Sobre este último tema es necesario incluir las cláusulas de arraigo en los contratos de beca con fondos públicos.

Asimismo, para retener los profesionales formados o reinsertarlos es importante revisar los incentivos de la Ley 7190 que han sido derogados por razones fiscales.

B. La plataforma actual para la CTI endógena es frágil, poco o mal incentivada y relativamente desconocida.

En términos generales, los logros del país en esta materia son menores a los esperados dado el nivel de su desarrollo y la modernización experimentada en las últimas décadas. Entre los desafíos implicados está el aumento y recomposición de la inversión en I+D, que en la actualidad es menor al esperado según su nivel de desarrollo (0.9% del PIB). Esto pasa por atender fallas de apropiabilidad que estimulen la inversión privada implementando varios mecanismos e incentivos propuestos en el Atlas para la innovación así como no descuidar la inversión en investigación básica. Hay indicios para pensar que esto último estaría ocurriendo y va en contraposición con la tendencia en países desarrollados como EEUU y Corea del Sur⁶.

Implica también fortalecer los grupos de investigación que se encuentran débiles manteniendo un equilibrio entre áreas prioritarias con alta convergencia en distintos sectores, pero manteniendo a la vez capacidades para poder conocer nuestra

realidad social y natural (y consecuentemente poder resolver problemas) en un amplio abanico de campos. Una de las estrategias para procurar una mayor cohesión en los grupos de investigación es promover la estructuración de la investigación entorno a temas relevantes para el desarrollo nacional, desde una perspectiva multidisciplinaria e interinstitucional.

Asimismo, es importante invertir recursos para el levantamiento permanente y la sistematización de información detallada que dé cuenta sobre el estado de las capacidades para hacer CTI.

El tema de la infraestructura también contribuye a la fragilidad del sistema. Particularmente conviene procurar un mayor aprovechamiento mediante el acceso compartido a infraestructura cara. Un paso en esta dirección es fortalecer el papel de los laboratorios de investigación pública en el rol de actuar como una bisagra entre distintos sectores⁷. Estos laboratorios han tenido una función estratégica en el fortalecimiento y en la creación de capacidades subsidiadas por el Estado en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de otros países de la OCDE.

6. Ver OCDE (2012).

7. Ver Bitran y González (2012).

3. Las políticas nacionales en CTI son débiles, desconectadas de las fortalezas científicas que han logrado construir las comunidades locales y desconectadas también de las políticas de fomento productivo, las que a su vez, también muestran una alta dispersión y escasos impactos.

El país tiene fortalezas en temas como biomedicina, en varios campos asociados a la biología (por ejemplo, Genética Humana y Biología Marina, entre otros) y ciencias agrícolas que no están conectadas adecuadamente con la política pública y con los clúster clave que se han promovido en las últimas décadas.

El primer Informe Estado de la CTI destaca la importancia de promover los encadenamientos desde las políticas de CTI para lo cual es crítico integrar las políticas de fomento productivo, educación y CTI alrededor de objetivos comunes. Al respecto aboga por una nueva generación de política pública en ámbitos de CTI y atracción de IED para fortalecer los encadenamientos productivos y aumentar el valor agregado

local⁸. Una política menos enfocada en el logro de objetivos fundamentalmente orientados a estimular el crecimiento económico a objetivos que incluyan además, el desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales y propiciar el desarrollo de clúster de conocimiento más anclados en las ventajas comparativas del país.

Para catalizar esa articulación entre políticas de fomento productivo y CTI son críticas las estrategias de fomento a las PYMES de base tecnológica, empezando por fortalecer los instrumentos de apoyo a PYMES. Así por ejemplo, entre los obstáculos que señalan los emprendimientos de base tecnológica basados en conocimiento local están los problemas para el acceso al financiamiento en etapas tempranas, la falta de instancias que faciliten el enlace y el acceso a los recursos⁹ y la debilidad y escasez de las políticas e instrumentos de fomento que faciliten la apropiación tecnológica local.

8. Más información en Cepal (2014).

9. Reformas para el fortalecimiento de la institucionalidad encargada del diseño e implementación de las políticas de fomento productivo, incluyendo a un mayor número de entidades de colaboración.

Fortalecer un ecosistema de innovación tecnológica implica a su vez, promover la vinculación academia-sectores productivos para lo cual se sugiere la importancia de contar con mecanismos ágiles y eficientes desde la academia, contar con un presupuesto para la investigación que involucre a sectores productivos prioritarios de alto interés social¹⁰, revisar los incentivos desde la academia que propicien este acercamiento, así como revisar la misión de los laboratorios tecnológicos públicos o la creación de nuevos en áreas estratégicas, en procura de que contribuyan de manera más decidida a crear capacidades y a fortalecer estos vínculos.

10. Adamson, M. (2011).

1.1.3.

Situación de género en CTI

Ruth Zúñiga Rojas
Coordinadora del Programa de
Ciencia y Género
Dirección de Capital Humano, MICITT

En el mundo existen registradas un poco más de 7 mil millones de personas, de las cuales el 49,6 % son mujeres, esto es la mitad de la población. Sin embargo, en actividades científicas y tecnológicas, en especial en Investigación y Desarrollo (I+D) las mujeres son una minoría.

Las mujeres, en general, han enfrentado diferentes formas de discriminación en la educación y en el trabajo, que se han convertido en barreras para su ingreso a carreras a pesar de poseer un gran potencial, y es que es hasta tiempo reciente que las mujeres en el mundo tienen derecho a estudiar al igual que los hombres; además, en el campo del trabajo, existen barreras generadas por la persistencia de la división sexual del trabajo que fortalece las barreras de las mujeres para ingresar a trabajos más competitivos y de mejores ingresos, Virginia Guzmán, de la CEPAL explica que esto se debe a que:

“El sistema social de relaciones de género es básicamente un orden institucional es decir, se trata de un conjunto de normas y convenciones

que cristaliza determinadas concepciones y mentalidades e inciden en las percepciones que hombres y mujeres tienen de sí mismos así como en sus aspiraciones. Estas normas y convenciones condicionan su acceso a oportunidades al mismo tiempo que limitan el campo de sus elecciones. Este sistema está imbricado con otros órdenes institucionales de manera tal que la modificación de cualquiera de ellos, la familia, la economía, la política o la cultura afecta el orden de género, así como también los cambios en el sistema de relaciones de género afectan las otras instituciones”¹¹.

La Ciencia y la Tecnología han sido espacios donde mayormente han predominado los hombres, desde la identificación de los problemas, pasando por todas las etapas metodológicas, en la conformación y sistematización del conocimiento y en la divulgación. Sin embargo, para las mujeres el transitar en estas actividades no ha sido fácil, aunque las barreras formales han sido superadas en la mayor parte del mundo, persisten barreras sociales e ideológicas que desmotivan a las mujeres a participar de estas actividades tan innovadoras y productivas.

Es importante destacar que el mercado laboral costarricense ha ido creciendo hacia la especialización de algunas actividades de base científico – tecnológico, para lo cual la formación técnica y profesional han sido ventajas comparativas con respecto a otros países de la región y en el mundo. Sin embargo, se ha detectado un faltante de técnicos y profesionales especialmente en las áreas de ciencias básicas e ingenierías, áreas con una minoría importante de mujeres.

En Costa Rica, las situaciones que enfrentan las mujeres no son tan diferentes al resto del mundo, en la educación encontramos datos reveladores de la existencia de brechas especialmente en las fases de elección de carreras técnicas y profesionales. Según los datos del Sistema de Indicadores de género del INEC, con respecto a las estadísticas de aprobación en primaria y secundaria los porcentajes son muy similares, con diferencias poco significativas, pero al analizar la enseñanza técnica, a pesar de que encontramos para 2011, que por cada 100 hombres hay 102 mujeres, las diferencias se centran en la escogencia de las carreras técnicas, las relacionadas con las áreas de servicios, por cada 100 hombres se matricularon 151 mujeres, mientras que en

11. Guzmán (2013).

las carreras relacionadas a la industria, por cada 100 hombres se matricularon sólo 52 mujeres¹². Situación similar sucede en los datos de matrícula en las Universidades Públicas, así en el Instituto Tecnológico Costarricense (TEC), caracterizado por impartir carreras en Ingenierías, ciencias básicas y menor presencia de carreras en ciencias sociales, el porcentaje de matrícula de mujeres fue de 34,0% para el 2014. Sin embargo, en la Universidad Estatal a Distancia (UNED), donde se brindan más carreras tanto en ciencias sociales como en ciencias básicas, se cuenta con un sistema no presencial de clases, lo que brinda una mayor flexibilidad en los horarios y acceso a los recursos educativos, el porcentaje de mujeres que se matricularon en el 2014 fue 65,0%.

Otra fuente de datos útil para visibilizar las brechas en la educación superior, la encontramos en el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) donde se muestran los datos de títulos obtenidos por carreras en las universidades tanto públicas como privadas desagregados por sexo. Se muestra que del total de títulos otorgados en las universidades en el 2012, el 63,0 % los obtuvieron las mujeres.

En más detalle, encontramos que del total de personas graduadas en el 2012, las mujeres obtuvieron un 63,2 % de los títulos otorgados. Por área, hubo mayor cantidad de títulos obtenidos por hombres en Ciencias Básicas y en Ingeniería, donde los hombres representan hasta el 70,0% de graduados; las mujeres, por su parte, obtuvieron mayores porcentajes de graduación con respecto a los hombres en Educación, ciencias sociales, ciencias de la salud, donde se supera el 65,0% de títulos obtenidos. Mostrándose así la persistencia de patrones de conducta socialmente aprendidos con respecto a lo que se espera debe ser y hacer un hombre y una mujer, donde la división sexual del trabajo se ha naturalizado, de tal forma que los roles tanto de hombres como mujeres han sido ya interiorizados por la propia población, lo que se refleja en la tendencia clara de escogencia de carreras por sexo de las personas, entre otros aspectos de la vida.

Este orden social ha llevado al pensamiento de que las mujeres han nacido para procrear y cuidar tanto a la niñez como a las personas adultas o con alguna capacidad disminuida, lo que ha inferido directamente en determinar de forma exclusiva las tareas y actividades que hombres y mujeres deben realizar.

12. INEC (2011).

Si analizamos algunas carreras específicas, encontramos que en el 2012 del área Artes y Letras, la Danza es la carrera que tiene mayor representación femenina con 88,9%, mientras que Teología tiene una menor representación con 23,8%. En Ciencias Básicas, un 66,7% de las graduadas en el bachiller de matemática fueron mujeres, mientras que en computación apenas obtuvieron el título 26,7% de mujeres. Para el caso de las ciencias sociales, las carreras con mayor presencia de mujeres fueron Psicología y Trabajo Social, donde las mujeres obtuvieron sus títulos representaron el 83,0% y el 90,4% respectivamente del total de graduados en esas carreras, pero en Historia apenas fue un 30,6% en ciencias económicas y educación, a pesar de ser también parte de las ciencias sociales, pero se contabilizaron como áreas diferentes, en otras carreras administrativas tal como Dirección de empresas, Contaduría Pública, entre otras, el 91,2% de personas graduadas fueron mujeres. Educación tiene un significado muy importante para cualquier análisis de brechas de género, especialmente en educación preescolar, encontramos que en el 2012 el 99,4% de graduados fueron mujeres, pero en educación física fueron el 37,5% en el área de recursos naturales, en todas las carreras se registró menor porcentajes de mujeres graduadas que hombres, sin embargo, en Tecnología de alimentos, la cantidad

de mujeres graduadas fue de 78,3%. Especial atención merece el área de ingenierías, donde encontramos que en Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Agrícola son las carreras donde existe una profunda brecha de género en contra de las mujeres ver cuadro a continuación:

Cuadro N 1

Mujeres que obtuvieron título en el área de Ingenierías según carrera 2012

Carrera del área de Ingeniería	% mujeres
Total	31,6
Arquitectura	48,7
Ingeniería Civil	19,0
Topografía	12,8
Ingeniería Industrial	38,6
Ingeniería Mecánica	6,9
Ingeniería Eléctrica	13,9
Ingeniería Electrónica	17,2
Ingeniería Química	45,8
Metalurgia	37,0
Ingeniería Agrícola	10,7
Otras de Industria	56,6
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por CONARE, 2012.	
Nota: Los datos se presentan como porcentajes independientes, no suman entre sí.	

A pesar del reciente logro alcanzado por las mujeres a la educación en general, pero especialmente en la educación superior, algunos estudios han presentado los problemas que persisten, especialmente en las áreas científicas y tecnológicas. En el estudio realizado por Tatiana Láscaris y otros, financiado por el Proyecto Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género, indica que para el periodo 1990-1999:

"A pesar de esta participación promedio de un 30,0% por parte de la mujer en unidades de investigación y enseñanza en el sector de ciencia y tecnología, su participación en puestos de dirección académica superior en ciencias e ingenierías es de un 15,0%, en tanto que la toma de decisiones en el país en el nivel político ha estado en todo momento concentrada totalmente en hombres"¹³.

Este estudio no ha tenido seguimiento directo, sin embargo podemos encontrar en otras investigaciones como el de Personas graduadas en el siglo XXI por CONARE, que comprende las y los graduados desde el 2000 al 2007, concluyen que "la condición

laboral de la mujer profesional presenta todavía aspectos de inequidad respecto al acceso y a los ingresos, a pesar de constituir la mayoría dentro de las personas graduadas"¹⁴. Más reciente, en el Informe del Estado de la Nación en Ciencia y Tecnología, dentro de los hallazgos relevantes se menciona que:

"En el ámbito de la ciencia y la tecnología existe una brecha de género que se refleja en una menor participación de las mujeres y se acentúa en los niveles más altos de formación; de los 34 mejores perfiles del país, solo tres son mujeres"¹⁵.

Como se evidencia persiste la segregación por sexo en las actividades científicas y tecnológicas, con características similares a las demás actividades productivas, se muestra la dificultad que tienen las mujeres para ingresar a algunas carreras (discriminación horizontal) y los llamados "techos de cristal" que hacen referencia a las menores oportunidades de las mujeres para lograr ascensos que los hombres (discriminación vertical).

De esta forma urge implementar políticas de igualdad y equidad de género en el

13. Láscaris-Comneno et al. (2001).

14. CONARE, (2008).

15. PEN (2014).

sector científico – tecnológico no sólo para promocionar las vocaciones científicas de las niñas y adolescentes, porque no sólo sumando más mujeres vamos a lograr que las condiciones sean más equitativas en el sector, sino también para abrir los espacios necesarios que permitan acercar a las mujeres a la ciencia y la tecnología, también que las propias mujeres se apropien, en todas las etapas, desde la definición de los problemas hasta la producción del conocimiento.

La transversalización del género en la Ciencia y la Tecnología implica incorporar el análisis de la situación de hombres y mujeres en todos los procesos y programas dirigidos al sector, requiere de una evaluación de cómo está el cumplimiento de las normativas en cuanto derechos humanos, tomando en cuenta la variable sexo, para determinar las brechas existentes, identificar las acciones correctivas e implementar políticas de igualdad y equidad dirigidas a garantizar cualquier tipo de discriminación.

El MICITT cuenta con el Programa Ciencia y Género, tiene como objetivo analizar la situación de mujeres y hombres dentro del sector Ciencia y Tecnología. Las actividades se han realizado en función de fomentar las

vocaciones científicas de mujeres y hombres. Dar a conocer el quehacer y los aportes de las científicas y científicos costarricenses, con el fin de generar referentes en cuanto a la ciencia y como orientadores vocacionales, mediante video conferencias, vídeos, entrevistas, conferencias presenciales, talleres y compartir la experiencia directamente entre las científicas y los científicos con estudiantes de todas partes del país, especialmente aquellas zonas más alejada.

Actualmente, estamos en proceso de iniciar el diagnóstico de brechas para el inicio de la Política de Género del MICITT, para optar posteriormente por implementar acciones que permitan conocer la situación de mujeres y hombres en el sector, fomentando la investigación cuantitativa y cualitativa en este tema específico.

Dentro de los retos fundamentales y urgentes por resolver, es la necesidad de visibilizar la situación de la ciencia y la tecnología teniendo en cuenta la variable género, para identificar aquellas barreras que limitan la escogencia de carreras, el desarrollo y publicación de investigaciones y la pocas oportunidades de participación de las mujeres en los puestos de dirección y en la obtención de títulos de

doctorado nacionales e internacionales. Además, identificar los obstáculos de las empresas de base científico-tecnológica para incluir a más mujeres contratadas para estas actividades.

Por otra parte, es necesario dar seguimiento a todos los esfuerzos de las instituciones del sector destinados a buscar una mayor participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología, sin perder de vista las contribuciones al desarrollo del conocimiento científico y la generación de referentes para las y los estudiantes de primaria y secundaria.

Para ello, es importante determinar el destino de los recursos, tanto humanos como financieros, utilizados para la promoción de vocaciones, apoyo a proyectos de investigación en I+D, en becas y asistencia a eventos internacionales de CYT, sin ocultar o ignorar cuánto se destina a mujeres y a hombres.

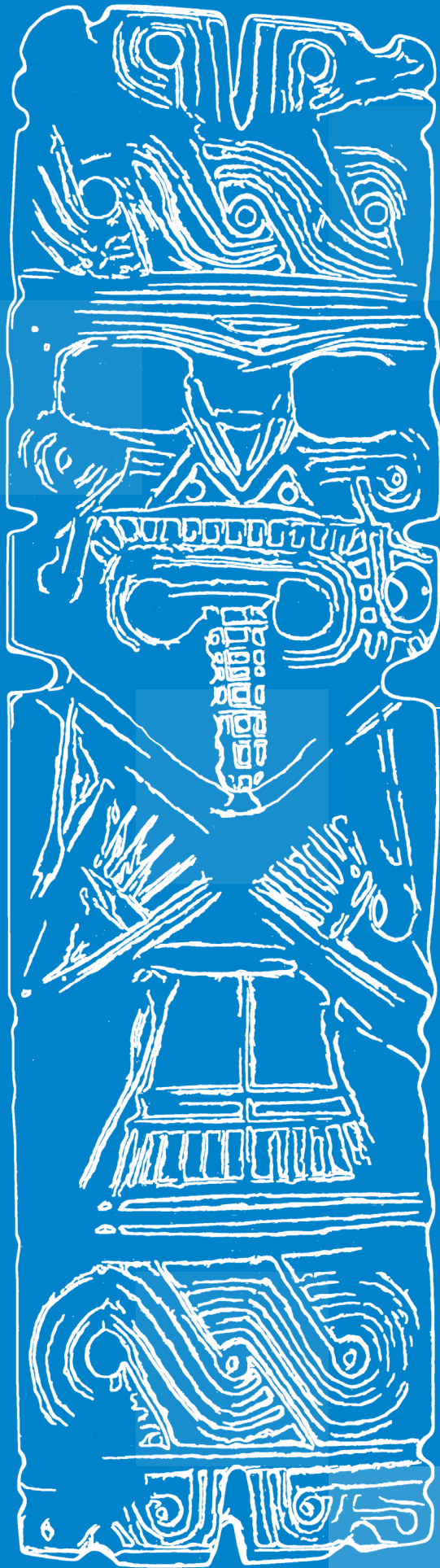
Mantener una revisión constante en los programas de enseñanza de la ciencia y la tecnología con el fin de que se integre la perspectiva de igualdad y equidad de género, tanto en los textos como en las promociones de vocaciones y en la participación de

procesos como Ferias científico - tecnológicas y las olimpiadas de las diferentes áreas.

La ausencia de la evaluación de las oportunidades que brindan los diferentes programas del sector por sexo se debe superar, no podemos continuar pensando que la situación de equidad de género en nuestro país no tiene implicaciones en la Ciencia y la Tecnología.

Se deben impulsar políticas de igualdad y equidad de género tanto en el sector público como en el privado, que promueva la contratación de mujeres en hombres en igualdad de condiciones laborales, salariales y en la cantidad de puestos, para lo cual se requiere la estimulación de estudios cuantitativos y cualitativos que permitan profundizar en la temática. El trabajo interinstitucional es básico para armonizar la política nacional de igualdad y equidad de género con las políticas de Ciencia y Tecnología, en pro de obtener un mejor y mayor desarrollo inclusivo y participativo.

Se tendrá apertura para más temas según vayan avanzando las iniciativas para implementar las políticas de la igualdad y equidad de género.



Importancia de la CTI hacia el 2021

- ▶ 1.2.1. Endogenización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación
- ▶ 1.2.2. Competitividad
- ▶ 1.2.3. Prosperidad
- ▶ 1.2.4. Bienestar
- ▶ 1.2.5. Costa Rica en el 2050

Colgante de jade, personaje mostrando la lengua y un tocado. Región Gran Nicoya. 500 a.C. - 900 d.C.



La visión de una Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento ha sido dibujada varias veces, en especial a partir de la confección de la Estrategia Siglo XXI. Esa capacidad de visión más allá del tiempo de hoy, representada en las sociedades ancestrales por la figura del shamán, es ahora terreno natural de la ciencia y la tecnología. Los cambios cada vez más frecuentes en la actualidad son posibilitados por las grandes innovaciones, pero deben estar acoplados a la vez con su interpretación hacia una sociedad más justa, de mejor distribución de la riqueza y con autosuficiencia intelectual. A diferencia del shamán, no obstante, que forma parte de una mitología en el mundo de las tradiciones ancestrales, es necesario desmitificar la figura de los científicos y tecnólogos para revertir lo indicado por Sir Arthur Clark en la conciencia colectiva: toda tecnología suficientemente sofisticada es indistinguible de la magia.

1.2.1.

Endogenización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación



José María Gutiérrez Gutiérrez
 Profesor e Investigador.
 Instituto Clodomiro Picado,
 Universidad de Costa Rica

El desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (C, T e I) es un proceso altamente complejo y multifactorial que debe ser concebido desde una perspectiva sistémica. Ello implica que un plan de desarrollo nacional de C, T e I debe contemplar, de manera simultánea, dinámica e interrelacionada, componentes diversos que abarcan desde la ciencia básica, la investigación aplicada y trasnacional, el desarrollo tecnológico y la innovación, con fuertes interacciones entre dichos componentes y con extensos vínculos entre los sectores que generan el conocimiento y los sectores sociales y productivos de la sociedad que demandan ese conocimiento.

Uno de los componentes centrales de esta visión sistémica del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación es la construcción de una sólida base nacional de generación de conocimiento científico¹⁶. Lamentablemente, las estrategias de desarrollo de la ciencia y la tecnología en el pasado en nuestro país, por diversas razones, han minimizado la

relevancia de este componente. Se ha dado excesivo énfasis al desarrollo tecnológico y a proyectos que tengan una incidencia directa en el sector económico productivo. Aunque este es un componente muy importante de cualquier estrategia de C, T e I, el sobredimensionamiento de la relevancia de este componente, y la escasa importancia que se le ha dado al componente de generación endógena de conocimiento científico, han limitado seriamente las posibilidades del país en este ámbito del desarrollo.

Todos los países que cuentan con sistemas consolidados de C, T e I tienen, sin excepción, una sólida base de generación de conocimiento científico fundamental, el cual se desarrolla principalmente en las universidades públicas. Este sector del sistema C, T e I es el responsable de estudiar fenómenos de la realidad natural y social para generar una base de conocimientos que, posteriormente, permita comprender mejor los problemas del país y de la región y procurar soluciones a los mismos¹⁷. Pero la evidencia histórica muestra, claramente, que sin comprensión de los problemas mediante la ciencia es muy difícil generar propuestas y soluciones a dichos problemas.

16. Conway, G. and Waage, J. (2010).

17. Gutiérrez (2011).

El reciente informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación ha dejado muy claro las enormes deficiencias que tiene el país en cuanto a contar con una comunidad científica consolidada. Existe una gran fragilidad y falta de redundancia en muchas áreas del conocimiento científico, con escasas 'masas críticas' de investigadoras e investigadores en la mayoría de los campos del conocimiento, con algunas notables excepciones.

Estas comunidades científicas se han construido, en gran medida, por el esfuerzo sostenido de las universidades públicas y no tanto por la voluntad política de los sectores que han elaborado las políticas de ciencia y tecnología en el país, los cuales no han sabido percibir la enorme importancia de construir una base sólida de generación de conocimiento científico.

Para construir esta base científica endógena se requiere de políticas ambiciosas, visionarias y complejas. Algunos de los aspectos que estas políticas deben incluir son los siguientes:

1. Lograr un cambio conceptual en los esquemas tradicionales de promoción de la C, T e I, en el sentido de incorporar las ciencias básicas y las ciencias sociales

como un elemento fuerte, no periférico, del sistema. Ello implica, entre otros elementos, superar la visión cortoplacista de que toda actividad de C, T e I debe tener aplicaciones inmediatas. La actividad científica tiene, como misión principal, la generación de conocimiento, la comprensión de la realidad. Lo que se le debe exigir al trabajo científico es precisamente eso, que contribuya a mejorar la comprensión de la realidad.

Las eventuales aplicaciones de esa comprensión vendrán en su momento.

2. Se debe consolidar una comunidad científica fuerte en el país. Esto pasa por el desarrollo de estrategias de formación y reemplazo de recurso humano calificado en las áreas de ciencias básicas y ciencias sociales. La comunidad científica del país es escasa y frágil, no existen planes de relevo generacional y los sistemas de promoción de estos cuadros académicos son inciertos y confusos. El país debe apostar por una estrategia fuerte y a largo plazo para generar los contingentes de personas investigadoras en todos los campos del conocimiento científico. Ello implica, entre otras cosas, la formulación

de programas de becas ambiciosos que no solo incluyan a quienes salen del país a estudiar, sino también a quienes optan por formarse en los sistemas de posgrado de las universidades nacionales. También es fundamental desarrollar políticas de empleo de los recursos humanos calificados en investigación científica, de modo que evitemos la fuga de cerebros, no sólo de quienes se marchan al extranjero, sino de quienes permanecen en el país pero no dedican sus esfuerzos a la investigación, lo que se ha denominado la ‘fuga interior de cerebros’.

3. Un error filosófico fundamental en las anteriores políticas de C, T e I ha sido el de no tomar en cuenta a las ciencias sociales en los planes de desarrollo. La comprensión de la realidad social mediante la investigación científica es un componente fundamental del desarrollo del sistema C, T e I. Los fenómenos y los problemas nacionales y regionales son, por lo general, de gran complejidad y requieren, para su adecuada comprensión, de la amalgama de las diversas disciplinas de ciencias naturales y ciencias sociales. El abordaje transdisciplinario constituye la plataforma que permite la comprensión

de fenómenos complejos; renunciar a las ciencias sociales, o peor aún, no considerarlas disciplinas científicas, es un craso error que debe ser superado en el futuro.

4. La consolidación de una comunidad científica endógena sólida requiere además, la implementación de sistemas de evaluación y de asignación de recursos que se basen en criterios de exigencia muy superiores a los que tenemos actualmente.

La disciplina de la evaluación rigurosa del trabajo académico, por pares académicos nacionales e internacionales, debe ser parte del sistema de C, T e I. La asignación de recursos a los grupos de investigación debe basarse en evaluaciones rigurosas de productividad académica y de rendición de cuentas.

En síntesis, un sistema consolidado de C, T e I debe tener, como uno de sus componentes centrales, una comunidad dinámica y productiva de investigadoras e investigadores en ciencias básicas (física, química, matemáticas, biología), ciencias biomédicas, ciencias agronómicas y ciencias sociales. Esta comunidad debe ser promovida con programas de formación de recursos

humanos de posgrado, programas de contratación en grupos de investigación, sistemas de evaluación estrictos y financiamiento adecuado para las labores de generación de conocimiento científico. A su vez, este componente de ciencias naturales y sociales debe enlazar sus actividades con los otros componentes del sistema de C, T e I, en el contexto de una visión sistémica. Pero debe quedar claro que el rol principal de este sector del sistema debe ser la generación de conocimiento científico¹⁸.

1.2.2. Competitividad

18. Gutiérrez (2012).

Ezequiel Tacsir

*Centro de Investigaciones Económicas
(MINCYT Argentina). Centro
Interdisciplinario de Estudios de la
Ciencia, Tecnología e Innovación
(FLACSO)*

Se pretende contribuir a la discusión sobre el Rol de la Ciencia, Tecnología e Innovación para la competitividad desde dos lugares. En primer lugar, desde presentar un marco teórico sobre la importancia de la CTI en el desarrollo. En segundo lugar, destacar que mejorar la eficiencia y efectividad de las intervenciones públicas requiere un arreglo institucional que parece omitirse en las discusiones sobre estrategia y acciones.

1. Relación entre CTI, Productividad y Desarrollo¹⁹

La innovación es, en esencia, la transformación de nuevas ideas en soluciones económicas y sociales. La innovación puede ser una manera nueva de hacer las cosas con más eficiencia (un uso más efectivo de los recursos), un producto (un bien o servicio) o un proceso nuevo o mejorado considerablemente, una nueva práctica de comercialización o un

nuevo método organizativo en las prácticas de negocios, en la organización del entorno laboral o las relaciones exteriores. Para las empresas y los países, la innovación es la base de la ventaja competitiva sostenible, el aumento de la productividad y el progreso económico.

Tanto las autoridades como los investigadores reconocen que más allá de la simple acumulación de capital físico y humano, la innovación es un factor determinante clave del crecimiento a largo plazo. De hecho, las pruebas empíricas demuestran que cerca de la mitad de las diferencias en los niveles de ingresos y los índices de crecimiento entre los países se deben a diferencias en la productividad total de los factores²⁰, mientras que otras investigaciones informan que la investigación y el desarrollo (I+D) explican hasta el 75% de las diferencias entre los índices de crecimiento de la productividad total de los factores cuando se tienen en cuenta las externalidades. Asimismo, las pruebas existentes de los países de la OCDE apuntan al hecho de que es la inversión en I+D la causa del crecimiento de la productividad y no lo contrario²¹. En otras palabras, las inversiones

19. Al respecto de esta Sección ver BID (2010). Las referencias del texto pueden ser encontradas ahí.

20. Hall y Jones (1999).

21. Rouvinen, (2002).

en innovación son un aporte crítico para el crecimiento a largo plazo, en lugar de un simple resultado de ese crecimiento. De acuerdo con hallazgos como estos, los beneficios sociales de las inversiones en innovación tienden a ser más altos que los costos de oportunidad (el rendimiento del capital físico). En el caso de las economías desarrolladas, se ha calculado que las tasas sociales de retorno de la I+D son de un 40% o más²². Crespi y Zúñiga²³ muestran tasas más altas al analizar el caso de seis países de América Latina, entre los que se incluye Costa Rica.

Justificación para las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI)²⁴

La premisa fundamental detrás de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es que si el retorno de la producción y/o el intercambio de conocimiento resultan menores para los actores privados (retornos privados) que para la sociedad en su conjunto (retornos sociales), se hace necesaria la intervención

del gobierno a fin de evitar un nivel sub-óptimo de conocimiento. La literatura sobre la economía de la innovación indica que, esto es justamente lo que habitualmente sucede. Diversas razones explican esto:

El conocimiento como bien público

Desde los trabajos seminales de Nelson²⁵ y Arrow²⁶, el conocimiento ha sido considerado un bien no excluible y no rival. Así, cuando los innovadores no se pueden apropiar de todos los beneficios asociados con la creación de conocimiento, existe una brecha entre los rendimientos sociales y privados de las inversiones relacionadas y, por tanto, una tasa de inversión en generación de conocimiento inferior a la socialmente óptima. Esto aplica no sólo al nivel de inversión en innovación sino también a su dirección.

El problema de la información asimétrica

La literatura sobre la economía de la información indica que la información²⁷

22. Hall, Mairesse y Mohnen, (2009).

23. Crespi y Zúñiga (2012).

24. La siguiente sección se basa fundamentalmente en Crespi (2012). Las referencias del texto pueden ser encontradas ahí.

25. Nelson (1959).

26. Arrow (1962).

27. Stiglitz y Weiss (1981).

asimétrica en las transacciones de mercado (debido a los problemas de selección adversa y riesgo moral) puede afectar los niveles de innovación de las empresas por dos mecanismos. Primero, los proyectos de innovación tienen varias características peculiares que agravan los típicos problemas de información asimétrica que inhiben el financiamiento de cualquier inversión²⁸. En primer lugar, los proyectos de innovación son más riesgosos que los proyectos de inversión física. En segundo lugar, debido al problema de la difusión, los propios innovadores son reacios a compartir información sobre sus proyectos con potenciales inversores externos, con lo cual el problema de información. En tercer lugar, es difícil utilizar activos intangibles como colaterales. Estos factores hacen que se genere una brecha entre el costo de oportunidad normal que enfrentan los innovadores privados y el mínimo costo de capital que los inversores externos están dispuestos a cobrar para proveer de recursos para su financiamiento. Segundo, los actores privados no tienen información perfecta sobre las posibilidades que ofrece una nueva tecnología.

28. Hall y Lerner (2010).

Fallas de coordinación e institucionales

La puesta en práctica de una nueva tecnología en un ambiente productivo dado siempre va a requerir de cambios regulatorios y la coordinación de coinversiones en activos complementarios imprescindibles, tales como el capital humano, la cadena de distribución, la generación de normas, etc., cuya materialización puede estar fuertemente inhibida por los problemas de información asimétrica, apropiabilidad limitada y costos de transacción²⁹. En la medida en que la coordinación de las interacciones humanas está gobernada por instituciones, la nueva literatura de innovación también pone un marcado énfasis en la gobernanza y el cambio institucional. Por ejemplo, favorecen la innovación los diseños institucionales que promueven las interacciones público-privadas y que conectan a los diferentes actores del proceso de innovación.

29. Bresnahan y Trajtenber (1995), Aghion, David y Foray (2009).

2. Necesidad de un arreglo institucional apropiado

En la actualidad, y a pesar de esfuerzos importantes, el sistema de instrumentos públicos de apoyo a la CTI en Costa Rica adolece de algunos problemas de diseño y operación, entre los que destacan los siguientes³⁰:

- Ausencia de esquemas especializados de apoyo

- Bajos niveles de subsidio y cofinanciamientos públicos

- Bajos niveles de inversión pública en los programas y fondos disponibles

- Baja cobertura

- Ausencia de evaluación económica y revisión de resultados

Estas debilidades a nivel instrumental se relacionan con debilidades más fundamentales y significativas en los aspectos de estrategia, rectoría de las políticas y su efectiva

implementación. Estas debilidades se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Carencia de una visión estratégica de largo plazo que esté ampliamente validada y que sea usada como referencia de la definición de políticas en el sector

- El sistema público de apoyo a la CTI presenta bajos grados de articulación y Coordinación

- Débiles capacidades y falta de especialización en materia de diseño e implementación de instrumentos de apoyo a la CTI

Así, se requiere:

Desarrollar capacidades para definir y monitorear una visión estratégica compartida. Costa Rica no dispone de una instancia que tenga por misión tener una mirada estratégica sobre las políticas públicas para fomentar la innovación y la competitividad, incluyendo la ciencia y la tecnología, y que cuente con un mandato con amplio respaldo político y con recursos para llevar a cabo su labor de manera continua en el tiempo. Como bien se

30. Los párrafos siguientes se basan en Maggi, Rivas y Sierra (2012).

ha documentado por Devlin y Moguillansky³¹, países que logran acordar una estrategia de mediano y largo plazo, sustentada en una sólida alianza público-privada, tienen mayores opciones de avanzar más rápidamente en una senda de desarrollo. Considerando la importancia de llenar el vacío en materia de definición de lineamientos estratégicos de mediano y largo plazo, se propone la creación y/o fortalecimiento (si fuera en el Consejo Presidencial) de una instancia de conformación público-privada, con participación de ministerios, líderes empresariales, académicos y otros representantes de la sociedad, que tenga carácter permanente y que asuma el rol de definir, monitorear y actualizar los lineamientos estratégicos para guiar las políticas e iniciativas a favor del desarrollo del país en base al uso intensivo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Es importante:

- Fortalecer el rol del MICITT como rector de las políticas de CTI

- Implementar, a partir de cambios institucionales, una Agencia encargada de la implementación de los instrumentos de apoyo a la CTI en Costa Rica

31. Devlin y Moguillansky (2009).

1.2.3.

Prosperidad

Jorge Vargas Cullell
Director a.i.
Programa Estado la Nación

Costa Rica es un país condenado a la innovación científica y tecnológica. Lo que en otras naciones es un ingrediente deseable para participar con ventaja en la sociedad global, en nuestro caso es un factor indispensable para la sobrevivencia. Las razones de esta centralidad de la innovación se derivan de dos elementos: nuestra particular dotación de factores y nuestros logros en desarrollo humano.

Empecemos por el tema de la dotación de recursos. Costa Rica es una nación en cuyo territorio los yacimientos fósiles o minerales conocidos no parecen ser de una escala tal como para construir sobre ellos una economía extractiva capaz de generar “ingresos fáciles” tal y como ocurre en otros países como Chile o Venezuela en América Latina; Rusia, Noruega y varios países del Oriente Medio. El factor que el país posee en abundancia -biodiversidad- no admite una explotación extractiva y su aprovechamiento no depende de procesamientos industriales sencillos. Su uso sostenible requiere de una fuerte inversión en conservación y en conocimiento científico tecnológico, para sostener el acervo

patrimonial y desarrollar aplicaciones en distintas áreas de la vida social.

Por otra parte, Costa Rica posee un pequeño territorio continental. No tiene extensas superficies para implantar una producción a gran escala de monocultivos como en Sudamérica o en las extensas planicies de Eurasia. La producción agrícola lidia con una fuerte restricción en la oferta de suelos y competencia con usos alternativos, lo que la obliga a altos niveles de productividad para compensar la escasez de terrenos aptos. La pequeñez territorial impone además límites al uso insostenible del patrimonio natural. El país tiene poco margen para absorber catástrofes ambientales: un desastre a gran escala en una zona pone en riesgo la biodiversidad del conjunto. El desecamiento del Mar de Aral en Rusia es un desastre ecológico pero, pese a ello, ese país conserva una amplia disponibilidad de tierras agrícolas en otras zonas. Nosotros carecemos de ese lujo. El extenso mar territorial del país (diez veces la superficie continental) no alivia la restricción citada y, por el contrario, impone nuevas obligaciones de uso responsable.

Costa Rica posee una población reducida. En el 2050 apenas sobrepasará los 6 millones

y se estabilizara de ahí en adelante³². Países más grandes siempre tienen la opción de dinamizar su economía basada en el uso intensivo de una amplia oferta de mano de obra poco calificada. Nuestra poca población hace inviable esta estrategia. Dada la imposibilidad de montar una economía extractiva o monocultivista y los exigentes requerimientos del uso responsable de nuestra principal dotación (biodiversidad), no hay otra opción que invertir en la calidad de nuestra poca mano de obra para aprovechar oportunidades de desarrollo que sólo emergen cuando se posee una población altamente educada y entrenada.

El imperativo de una mano de obra de alta calidad es todavía más fuerte cuando se considera que, a una generación vista, el perfil demográfico de la sociedad costarricense se asemeja al de las envejecidas poblaciones de los países más avanzados. Cerca de una cuarta parte de la población será adulta mayor, la edad promedio de la fuerza laboral superará los cincuenta años y los jóvenes serán un bien escaso. Por las dificultades del reemplazo generacional será indispensable que todos o la gran mayoría de

32. Brenes, Gilbert (2013).

los jóvenes tengan un repertorio sofisticado de habilidades, conocimientos y destrezas que los haga capaces de generar los ingresos para sostener el progreso del país, en amplio contraste con lo que sucede hoy en día. En pocos años, Costa Rica deberá encontrar las maneras de cambiar el perfil básico de su fuerza laboral, hoy mayoritariamente poco calificada³³.

Finalmente, el país posee una localización geográfica que impone dos retos. Su conveniente ubicación cerca del principal mercado mundial (EE.UU.) y sus relaciones con la potencia emergente (China) son una ventaja a la hora de atraer inversiones e intercambios sociales y culturales. Sin embargo, como no es el único país en esta localización, debemos diferenciar nuestra plataforma en relación con otras naciones ubicadas en esta franja creando ventajas en nichos especializados que no estén al alcance de los potenciales competidores. Por otra parte, el país pertenece a la zona tropical potencialmente más vulnerable

33. Se utiliza el parámetro de la proporción de personas de la fuerza de trabajo con un bachillerato de secundaria [43% en 2013]. Cfr.: Programa Estado de la Nación. I Informe sobre el Estado de la Ciencia, la tecnología y la innovación. San José: E Digital ED.SA.

en el mundo a los efectos del cambio climático (Centroamérica), lo que subraya la necesidad de desarrollar maneras innovadoras de mitigar y adaptarse a estos efectos³⁴. La incapacidad de hacerlo tendrá consecuencias disruptivas sobre los fundamentos económicos y ecológicos de la sociedad costarricense.

En resumen, la situación estratégica de Costa Rica, en materia de dotación de recursos, es la siguiente: un país sin commodities estratégicos, con limitadas ofertas de territorio y mano de obra, una sociedad en rápido proceso de envejecimiento, una localización geográfica que plantea urgentes retos económicos y ambientales y un activo principal, la biodiversidad, que no puede ser utilizado sin una importante inversión en conservación y conocimiento. Todo esto apunta en una misma dirección: sin una fuerte dosis de innovación en la producción, organización social y política, la sostenibilidad del país quedará comprometida.

Adicionalmente, en las últimas décadas Costa Rica, una sociedad de ingresos medios,

34. PEN (2011).

alto desarrollo humano y una democracia estable, ha tenido un desempeño poco destacable pese a los profundos cambios experimentados en diversos ámbitos. Se encuentra en una era de relativamente lentos avances económicos y sociales³⁵. En la actualidad, además, converge la erosión de las ventajas comparativas del sector externo, hecho delicado en una economía abierta como la costarricense, con crecientes síntomas de insostenibilidad en la economía fiscal del Estado y en las instituciones del régimen de bienestar, especialmente en salud y pensiones.

Modificar ese desempeño de largo plazo, y revertir los síntomas más recientes de insostenibilidad, no es posible con las apuestas de desarrollo establecidas a lo largo del siglo XX. La combinación de una vieja economía agroindustrial con una nueva economía de enclaves de alta tecnología y servicios empresariales no es plataforma suficiente para una nueva época de desarrollo acelerado y atender los nuevos desafíos provenientes de la economía internacional, la demografía y el cambio climático. Por su parte, la institucionalidad pública y sus

políticas tampoco alcanzan para fomentar la innovación y la productividad a todo lo ancho del tejido productivo y se enfrentan un creciente malestar ciudadano. Así, en los próximos años la sociedad costarricense tendrá que ajustar, en democracia, su estilo de desarrollo. Requerirá implementar estrategias y políticas novedosas para enfrentar viejos y nuevos problemas que no están siendo adecuadamente atendidos.

35. CEPAL (2012).

1.2.4.

Bienestar

Pablo Sauma Fiatt
Director
Observatorio del Desarrollo,
Universidad de Costa Rica

Costa Rica es un país de renta media alta a nivel mundial, que además ocupa posiciones intermedias entre los diferentes indicadores agregados de desarrollo medidos internacionalmente.

Por ejemplo, según el Índice de Desarrollo Humano publicado en el “Informe de Desarrollo Humano 2014” del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el país se ubica en la posición 68 entre 187 países y territorios, con un ‘desarrollo humano alto’. Por su parte, según el Índice de Competitividad Global publicado en el “Reporte Global de Competitividad 2014-2015” del Foro Económico Mundial, ocupa la posición 51 entre 144 países. Hay otros indicadores internacionales que se podrían utilizar, pero en términos generales todos reflejan una situación similar.

Hay que tomar en cuenta también que aunque la incidencia de la pobreza por insuficiencia de ingresos y la desigualdad en la distribución del ingreso superan las mostradas por los países desarrollados, a nivel latinoamericano Costa

Rica presenta una situación favorable, como lo confirma el “Panorama Social de América Latina 2013” de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

El análisis optimista de la información anterior permite concluir que en Costa Rica no hemos hecho mal las cosas, y actualmente gozamos de una situación relativamente favorable a nivel mundial. Pero con una óptica pesimista, debemos preguntarnos qué hemos hecho mal o qué hemos dejado de hacer, para que hoy día no ocupemos una posición de claro privilegio en términos de desarrollo a nivel mundial. En cualquiera de los dos casos, el optimista o el pesimista, el verdadero reto consiste en definir los aspectos que se deben fortalecer para avanzar con paso firme y seguro hacia mayores niveles de desarrollo.

Es necesario destacar que desde la perspectiva de la presente reflexión, los mayores niveles de desarrollo se asocian directamente con fuertes y sostenidos incrementos en la producción y el ingreso per cápita, que resulten en una mayor satisfacción de las necesidades (bienestar) de toda la población.

Hay entonces dos vertientes principales a considerar: i) el crecimiento de la producción

y el ingreso y ii) su distribución/redistribución. Respecto a la primera, un análisis simple desde la perspectiva de la dotación y uso eficiente de los factores de la producción en el país pone en evidencia que las posibilidades del crecimiento de la producción nacional son limitadas.

En el caso del factor trabajo, como resultado de la transición demográfica, la tasa de crecimiento de la población se ha venido reduciendo, con incrementos cada vez menores en la población total, situación que se acompaña con un aumento de la población adulta mayor -que en principio se debería encontrar fuera de la fuerza de trabajo-. Pero además, aunque el sistema educativo ha mostrado mejoras en los indicadores de rendimiento y logro escolar, hoy día dos terceras partes de la fuerza de trabajo del país son trabajadores no calificados (con menos de secundaria completa), lo cual constituye un impedimento para avanzar más rápidamente en el desarrollo de actividades que requieran más y mejor capital humano.

En lo referente al factor tierra, independientemente de si se llegó al límite de la frontera agrícola, de los factores que inciden en la baja productividad en algunas

actividades agropecuarias, y la limitación para la utilización de los recursos naturales, por mencionar algunos, lo cierto es que hay situaciones exógenas -como el calentamiento global, el fenómeno de El Niño y otras-, que inciden fuerte y negativamente en las posibilidades de uso eficiente del factor e incrementos en la producción sustentados en su utilización.

Por último, el factor capital, que se ve afectado por la gran cantidad de obra pública no realizada y la incapacidad gubernamental de llevar adelante los programas de inversión pública que el país necesita, aunque se ha contado con el impacto positivo de la inversión privada, en buena parte proveniente del extranjero (inversión extranjera directa). En todo caso, no se vislumbran cambios en la ejecución de la obra pública que potencien la producción, y se debe tomar en cuenta que la inversión extranjera directa siempre está sujeta a fluctuaciones.

Ante ese panorama, aumentos en la eficiencia y la expansión de la frontera de producción, necesariamente dependen de los avances del país en la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Si bien el rezago del país en estas materias es grande, se requiere la ejecución de acciones

en gran escala y en el corto plazo para lograr impactos positivos suficientes y oportunos.

Pero por sí solas estas acciones no serían suficientes para mejorar el bienestar de toda la población, pues, como se ha mencionado, se debe contar con adecuados mecanismos de distribución y redistribución del ingreso. Para lograr desde el inicio una adecuada distribución del ingreso, es imprescindible que la inversión en ciencia, tecnología e innovación favorezca a todos los sectores productivos nacionales, pero especialmente a las pequeñas y medianas empresas, así como a los diferentes productores agrícolas, y otros. Pero además, lo que no se logre directamente por la vía de la distribución inicial del ingreso, debe ser complementado con adecuadas políticas redistributivas, que pasan en gran medida por la existencia de un sistema tributario altamente progresivo. Se trata entonces de garantizar que el proceso de crecimiento/desarrollo fortalecido con las acciones y mayores inversiones en Ciencia, Tecnología e Innovación, reduzcan la pobreza y la desigualdad, mejorando el bienestar de toda la población.

1.2.5.

Costa Rica en el 2050

Franklin Chang Díaz
Presidente y CEO
AdAstra Rocket Company
Astronauta retirado, NASA

En agosto del 2004, en sesión de fundadores de la Fundación Costa Rica - USA (CR-USA) se suscitó una acalorada discusión sobre el errático rumbo de Costa Rica. Varios de los fundadores ahí reunidos se manifestaron frustrados al sentir que la fundación impulsaba proyectos que, aunque de indudable valor intrínseco, no parecían estar atados a un hilo conductor o alineados a una ruta maestra, previamente trazada y de largo plazo. “La fundación,” decían algunos, “necesita trabajar en un proyecto más trascendental e importante para el país...” Las deliberaciones en el hotel San Gildar, en San Rafael de Escazú, terminaron con una tarea que me fue encomendada: preparar una propuesta para iniciar un proyecto de desarrollo tecnológico a largo plazo para Costa Rica. Junto con mis colegas, la Lic. Karla González, ex Ministra de Obras Públicas y Transportes, la Dra. Ana Sittenfeld, Microbióloga de la Universidad de Costa Rica y la Dra. Robin Chazdon, Profesora de Biología de la Universidad de Connecticut, formaríamos un equipo inicial para elaborar la propuesta.

Era una misión importante que de inmediato tomé a pecho. Sería como buscar ruta a una revolución generacional parecida – menos las armas – a la que nos legaron nuestros padres a mediados del siglo pasado. Siempre he sentido que en Costa Rica, las cosas que perduran y transforman ocurren en ciclos generacionales de medio siglo. Ese era entonces el plazo requerido. En comunicación con mis colegas el 29 de setiembre del 2004 les propuse: “... definir para Octubre de 2005 un mapa de desarrollo científico y tecnológico para Costa Rica para los próximos 50 años. Podríamos llamarlo ‘El Plan de Medio Siglo’...” una ruta de viaje de 50 años que nos llevara a definir la Costa Rica del 2050. Así empezamos.

Los trabajos se iniciaron el 29 de agosto del 2004 y continuaron el resto del año. Era muy claro que la magnitud de la empresa era mucho mayor que la suma de nosotros cuatro y nuestro “plan para formular el Plan” requeriría de muchos más. Sin embargo, para febrero del siguiente año ya habíamos conformado la primera expansión del equipo con un grupo de notables como Richard Beck, Carlos Corrales, Alejandro Cruz, Jorge Manuel Dengo, Clotilde Fonseca, Rodrigo Gámez, Leonardo Garnier, Pedro León, Gabriel Macaya, Jorge Monge, Guy De Téramond, Ignacio Trejos, José Zaglul,

Rodrigo Zeledón, Jorge Walter Bolaños, Hernán Fonseca y Eduardo Lizano. Este grupo impartió solidez técnica al proyecto y ayudó a eliminar sesgos políticos.

Al equipo de notables se adjuntaron más de 200 expertos en 20 grupos temáticos que, con un presupuesto aprobado por CR-USA de \$9.360 dólares y un plazo de menos de un año llevarían a cabo el grueso del estudio. El equipo integrado inició sus labores en febrero del 2005 coordinados por Gabriel Macaya y Alejandro Cruz, a quienes contratamos para guiar el proceso. Su misión fue visualizar a la Costa Rica del 2050 con el lente enfocado en la ciencia y la tecnología, un país desarrollado al que llamaríamos: CR2050. Había tres cosas que hacer: 1) un diagnóstico para conocer el estado de la ciencia y la tecnología en Costa Rica; 2) desarrollar una visión estratégica de largo plazo y 3) formular un plan de acción para implementar esa visión.

El trabajo se completó en el tiempo estipulado y El Plan de Medio Siglo, luego conocido como la Estrategia Siglo XXI, fue formalmente entregado al Sr. Presidente de la República Dr. Abel Pacheco de la Espriella poco después de celebrarse los comicios del 2005.

A una década de su formulación, el Plan de Medio Siglo sigue vigente a través de cuatro administraciones (Pacheco, Arias, Chinchilla y Solís) anclado en una organización apolítica y no gubernamental llamada Asociación Estrategia Siglo XXI <http://www.estrategia.cr> que en el 2013 fue declarada “de utilidad pública.” Esa importante decisión mantiene la viabilidad de la visión país. En su primera década, la Asociación ha logrado catalizar proyectos importantes en educación, ciencia y tecnología, hilvanados por el hilo conductor del Plan de Medio Siglo.

Sin embargo, no podemos cambiar lo que no podemos medir. Fue con ese afán que a inicios del 2011, la Asociación presentó una gestión de apoyo financiero ante el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para ejecutar el proyecto “Estado de la Ciencia la Tecnología y la Innovación en Costa Rica.” La propuesta fue aprobada y firmada el 11 de octubre del 2011 por El Dr. Luis Alberto Moreno, Presidente del BID y yo, como Presidente de Estrategia Siglo XXI. La ejecución del estudio se llevó a cabo a través de un acuerdo de cooperación entre Estrategia Siglo XXI, el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) y el Programa Estado de la Nación.

El estudio concluyó a mediados de junio del 2014 y sus resultados mostraron que estamos lejos de cantar victoria. Varios de los indicadores del progreso tecnológico en Costa Rica muestran rezagos importantes. No cabe duda que, para llegar a la Costa Rica que anhelamos para el 2050, nos falta todavía mucho que avanzar. La lucha que libramos, en colaboración con muchas entidades públicas y privadas y en concierto con el gobierno de la república, a través del presente Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2021, es un esfuerzo en equipo, a mediano plazo y con buenas perspectivas de éxito. A continuación, me atrevo a presentar una visión personal de los logros a los que podríamos aspirar a la mitad del siglo XXI.

Visualizo a medio siglo una Costa Rica eficientemente ordenada, con una población diversa, educada y respetuosa que mira hacia el futuro con optimismo. Nuestro sistema legal y político se habrá finalmente modernizado y agilizado, des-entramando y descentralizando el gobierno y difundiendo la base de poder a las comunidades. En el 2050, habremos logrado una armoniosa simbiosis entre el sector público y privado que impulsa cambios sistémicos en la economía. El gobierno central habrá implementado incentivos inteligentes

al sector productivo que lo estimulan, lo regeneran y lo optimizan continuamente. En las décadas interinas al medio siglo, los dividendos del desarrollo habrán sido mejor repartidos entre la población, de acuerdo a nuestra tradición solidaria, reduciendo la brecha entre ricos y pobres y recuperando la sólida y numerosa clase media que teníamos a finales del siglo XX.

Para el 2050 Costa Rica sí habrá logrado la carbono-neutralidad, gracias a una transición paulatina a una infraestructura de transporte materialmente libre del petróleo y basada en combustibles limpios como el hidrógeno que será producido en el país por generadores solares y eólicos. El país tendrá una red de carreteras de primer orden donde más de un millón de vehículos de combustión interna habrán sido reemplazados por automóviles alimentados por celdas de hidrógeno. El transporte urbano habrá sido transformado gracias a una red de monorrieles aéreos que interconectan los principales puntos del GAM y mueven eficientemente a miles de ciudadanos diariamente. Una red de trenes de alta velocidad interconecta los aeropuertos internacionales de Liberia, San José, Limón y Golfito y transportan pasajeros y carga rápidamente de costa a costa y de frontera a frontera.

La agricultura continuará alimentándonos así como a nuestras raíces culturales y a nuestras tradiciones, pero el agricultor tendrá acceso a herramientas de alta tecnología que le permitirán optimizar las cosechas y utilizar los desechos agrícolas en la producción de bio-combustibles y de otros productos, logrando una agricultura más energéticamente integrada, sostenible y menos contaminante que la que hoy tenemos. El eco-turismo seguirá siendo una de las mayores atracciones de CR2050, un oasis verde en un mundo cada vez más contaminado y congestionado por una población de más de 10 mil millones de habitantes.

Sin embargo, nuestra economía será principalmente basada en el conocimiento, impulsado en forma coherente por instituciones como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, El Consejo Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología, el Centro Nacional de Alta Tecnología, La Academia Nacional de Ciencias, La Agencia Espacial Costarricense, y otras organizaciones que crecerán en un ambiente tecnológicamente fértil. Nuestro país será un imán de cerebros – nacionales y extranjeros – atraídos por oportunidades en investigación y desarrollo, propiciadas por la fuerte simbiosis

público-privada, combinada con la excelente calidad de vida, la paz, estabilidad política y respeto a la ley que CR2050 todavía disfruta. Para la mitad del siglo XXI, Costa Rica habrá ya recuperado el envidiable sistema de educación pública que poseía a mediados del siglo XX.

El desarrollo que el país verá en las próximas décadas, gracias a un sistema de transporte ágil y eficiente, se manifestará principalmente fuera del congestionamiento del GAM, evolucionando con centros de tecnología en los sectores de Liberia, San Carlos, Limón, Pérez Zeledón y otros en nichos de tecnología como el sector aeroespacial en la zona de Liberia.

Gracias a la extraordinaria visión de nuestros antepasados, nuestro pueblo valoró la educación desde el principio y hoy los ticos somos capaces de soñar y visualizar nuestro futuro. Vemos la necesidad de otro cambio trascendental como el que hicimos hace medio siglo al alejarnos de las armas y acercarnos a los libros. Vemos la oportunidad de ser partícipes en una aventura tecnológica cuyas dimensiones, como las del universo mismo, no las conocemos aunque sí nos percatamos de su inmensidad. Queremos invertir en estas

oportunidades para el beneficio de nuestros habitantes.

Sin embargo, la parte más crítica y esencial de este proceso es la participación activa de las y los costarricenses. El verdadero motor que producirá el cambio es la voluntad colectiva de todos nosotros. Por eso debemos comunicarnos, buscar el talento, el entusiasmo y la motivación en donde quiera que estén, sabemos que todos queremos poner nuestro granito de arena para cambiar el país.

COMPONENTES ESTRATÉGICOS



*Mujer chamana de cerámica. Región
Gran Nicoya. 500 a.C. - 800 d.C.*





Áreas de Impacto


- ▶ 2.1.1. Educación
- ▶ 2.1.2. Ambiente y Agua
- ▶ 2.1.3. Energía
- ▶ 2.1.4. Alimentos y Agricultura
- ▶ 2.1.5. Salud

Colgante avimorfo (Búho) de jade. Región Central-Caribe. 500 a.C. - 900 d.C.



La Ciencia, la Tecnología y la Innovación no son actividades cuyo fin exclusivo es retroalimentarse, sino proveer conocimiento fundamental acerca de problemas de interés y, cuando es posible, proveer soluciones basadas en esta comprensión profunda de la realidad. El proceso de prospectiva Ruta 2021 de MICITT en 2014 permitió identificar cinco áreas de impacto en las que la aplicación de la CTI no es solamente deseable, sino indispensable para alcanzar una sociedad más justa y con mayores probabilidades de alcanzar el nivel de desarrollo esperado para el 2050. Resolver varios de los retos estructurales del país mediante la aplicación de conocimiento de siguiente generación se convierte en un ejemplo socialmente aprehensible de la importancia de mejorar la inversión en CTI para aspirar al menos a un 1% del PIB en este ámbito, y continuar hasta la cifra de aproximadamente 3% del PIB que representa el salto de un país hacia un desarrollo científico y tecnológico propulsado desde su interior, sin fuertes dependencias internacionales en materia de equipamiento y capital humano. Al igual que los objetos de jade en varias culturas mesoamericanas, estos retos constituyen marcadores para hitos en nuestro camino hacia una Costa Rica desarrollada.

2.1.1. Educación



*Prof. Eduardo Malavassi Rojas, PhD.,
Docente, Colegio EMVA,
San Isidro de Coronado
Asesor, Programa Nacional de Ferias de
Ciencia y Tecnología (PRONAFECYT)*

Uno de los retos nacionales que aparecen en el documento “Ruta 2021: conocimiento e innovación para la competitividad, prosperidad y bienestar” es el de construir una educación personalizada y habilitadora. Los retos adicionalmente identifican aspectos que deben adecuarse a la luz de los requerimientos de la sociedad del conocimiento e innovación que se busca construir. Estos aspectos son:

1. Los procesos de enseñanza-aprendizaje deben tomar en cuenta las habilidades e inclinaciones cognitivas de los educandos.
2. Como es lógico, el documento prevé el fortalecimiento de las capacidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática por su importancia estratégica.
3. Demanda que el sistema educativo se involucre en la identificación temprana de vocaciones y patrocine el desarrollo de habilidades cognitivas superiores de los estudiantes, entendidas como liderazgo, trabajo en equipo, conocimiento de idiomas, asertividad, comunicación, entre otras, que los preparan para ser mejores ciudadanos y

ocupar un papel más relevante y próspero en la sociedad del conocimiento. Para el sistema educativo costarricense los tres aspectos mencionados son importantes y han sido sujetos de mejoras progresivas en el transcurso del tiempo, sin embargo, su mención en el documento Ruta 2021 identifica la necesidad de revisar el progreso alcanzado en cada uno de ellos y plantearse alternativas o matices para robustecer los procesos de enseñanza-aprendizaje del futuro.

Una educación personalizada pone el énfasis en el desarrollo integral del estudiante a partir de las particularidades individuales, tomando en cuenta la existencia de inteligencias múltiples y necesidades educativas diferentes entre los estudiantes. Lo anterior no solo implica adecuar la educación a las capacidades de los estudiantes, sino que darles una respuesta personal a sus expectativas, inquietudes y prioridades vocacionales.

Una educación habilitadora produce ciudadanos capaces de utilizar los conocimientos en la vida cotidiana para mejorar sus condiciones de vida; ciudadanos con posibilidades de intervenir socialmente en

la toma de decisiones políticas con un criterio científico, fortaleciendo nuestro sistema democrático, y ciudadanos conocedores del significado de la ciencia y la tecnología y de su influencia en la configuración social que son elementos comunes presentes en las diversas propuestas del movimiento de alfabetización científica y tecnológica³⁶, movimiento que ha inspirado la renovación educativa a nivel mundial desde la década de los noventa³⁷.

Alfabetización científica y tecnológica, es decir “ciencia para todos”, supone establecer un currículo básico común para todos los estudiantes que supera la habitual transmisión de conocimientos científicos, para incluir un acercamiento a la práctica científica y a la naturaleza de la ciencia, poniendo énfasis en la relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), a la que algunos autores más recientes agregan ambiente (CTSA), con el propósito de fomentar la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones fundamentadas³⁸ y en respuesta a problemas ecológicos de ámbito mundial como el calentamiento global.

Una educación direccionada hacia una cultura científica básica, según Reid y Hodson³⁹ implica los siguientes contenidos:

1. Conocimientos de la ciencia (algunos hechos, conceptos y teorías).
2. Aplicaciones del conocimiento científico (la aplicación de dicho conocimiento a situaciones reales o simuladas).
3. Habilidades y tácticas de la ciencia (desarrollo de familiaridad con los procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos).
4. Resolución de problemas (aplicación de habilidades, conocimientos y tácticas científicas a investigaciones reales).
5. Interacción con la tecnología (resolución de problemas prácticos y utilización de las posibles soluciones).
6. Aspectos socio-económico-políticas y ético-morales de la ciencia y la tecnología.
7. Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
8. Estudio de la naturaleza y la práctica científica (aspectos filosóficos y sociológicos relacionados con los métodos de la ciencia, la teoría científica y las actividades de la comunidad científica).

Gracias al trabajo pionero de la Universidad de Costa Rica en la organización de Ferias de Ciencia y Tecnología en la década de los

36. Marco (2000).

37. Gil, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdés y Vilches (2005).

38. Aikenhead, (1985).

39. Reid y Hodson (1993).

ochenta y al compromiso creciente del Estado en la promoción de la ciencia y la tecnología, a partir de mediados de la década de los noventa se consolida como política estatal la promoción de las ferias de ciencias y tecnología dentro del marco de los compromisos con la alfabetización científica y tecnológica suscritos por nuestro país. Por ejemplo, véase la declaración de Budapest de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI organizada por la UNESCO⁴⁰.

A partir del año 2000 se consolidaron las ferias científicas y tecnológicas en todos los centros educativos del país como un esfuerzo interinstitucional del MICITT, MEP, CONICIT, UCR, UNA, ITCR, UNED. Sin embargo, ha persistido la tendencia de ver las ferias de ciencia y tecnología como eventos aislados de exposición y no como la fase de difusión de resultados a la comunidad de los proyectos de investigación-indagación que son producto de procesos desarrollados en el aula. Las ferias de ciencia y tecnología constituyen una oportunidad para el desarrollo de la enseñanza por medio de proyectos de investigación. En esta modalidad de enseñanza los estudiantes adquieren

conocimiento a partir de las preguntas o indagaciones que realizan del mundo que los rodea y esto supone cambios en el papel que juegan los docentes. En clase investigativa el educador se convierte en un mediador y facilitador del proceso de investigación, y esto implica grandes cambios en los procesos de enseñanza de las ciencias, no solo desde el punto de vista pedagógico, sino que requiere un dominio creciente de temas científicos y tecnológicos. Los docentes deben realizar acciones para ampliar el campo de intereses de los educandos, enriqueciéndolos con nuevas vivencias y estimulándolos en el uso de nuevos recursos o en la búsqueda de respuestas a sus inquietudes. El docente debe ayudar a escoger los temas de investigación para que no sean muy amplios, ni muy específicos. Sugerir entre los intereses de los estudiantes aquellos que prometen más en cuanto a la adquisición de conocimientos o desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes. Revisar con sentido crítico los planes de investigación para tratar de que sean realistas y concretos. Durante el desarrollo de la investigación, el docente debe velar por el cumplimiento de las actividades planificadas y por la profundización de las reflexiones o conclusiones a que lleguen los estudiantes. En la planificación, el

40. Declaración de Budapest (1999).

docente debe estimular a los estudiantes para que realicen una buena comunicación y se retroalimenten como resultado de sus exposiciones⁴¹. Los cambios en el perfil docente que se derivan de la alfabetización científica y tecnológica requieren esfuerzos muy grandes de capacitación de los docentes en servicio y adecuación de los programas de estudio de las escuelas de formación docente de las universidades nacionales.

Mejorar la formación profesional de los docentes en servicio requiere del establecimiento de sistemas de capacitación para ofrecer cursos en línea que cubran tanto aspectos pedagógicos de la enseñanza de las ciencias, como contenidos científicos y tecnológicos. Este sistema debe adicionalmente tener la capacidad de valorar los aprendizajes de los docentes y acreditar la capacitación realizada. En paralelo deben funcionar portales digitales con recursos, como complemento a la capacitación, que faciliten al docente el uso y aplicación de los conocimientos recibidos durante los procesos de capacitación, así como facilitar el seguimiento del trabajo académico. Los portales digitales podrán consistir de

bases de datos que contengan recursos didácticos, recursos audiovisuales, planes de lección o de trabajo, documentos sobre pedagogía y metodología de la investigación, documentos que sistematicen experiencias de los docentes, foros para docentes, etc. La formación continua requiere de estímulos que patrocinen la incorporación de los docentes en servicio como podrían ser su acreditación y reconocimiento por parte de las universidades para la continuación de programas de postgrado, estímulos salariales o cumplimiento de horas de actualización profesional como requisito de promoción laboral.

La adecuación de los programas de estudio de las escuelas de formación docente debe ser una prioridad para garantizar un nuevo perfil profesional en los docentes a mediano plazo. La realización de actividades nacionales tendientes a la revisión y adecuación de los programas y el establecimiento de estímulos para la participación de las universidades, tanto públicas como privadas, en este proceso parece de importancia medular.

Se requiere revisar críticamente las obligaciones del docente para reducir el tiempo invertido en actividades no

41. Malavassi, Saborío y Bustos (2005).

sustantivas y liberar tiempo para actividades sustantivas como podrían ser la capacitación o el seguimiento de las necesidades individuales de sus estudiantes. La introducción de herramientas científicas y tecnológicas que utilizan aplicaciones, recursos, acceso a bases de datos, etc., pueden facilitar el trabajo docente y liberar tiempo para ajustar el trabajo docente a las nuevas demandas de la sociedad del conocimiento. Nuevas aplicaciones científicas y tecnológicas tienen el potencial de ser utilizadas en el ámbito de la enseñanza para mejorar la evaluación de los aprendizajes, la administración de procesos académicos, la identificación de preferencias vocacionales o la medición-estímulo del desarrollo de habilidades cognitivas complejas de los estudiantes, aparte de otros usos ya tradicionales en nuestro medio.

La administración en línea de las ferias de ciencia y tecnología es un buen ejemplo de innovaciones tecnológicas que harían posible liberación de tiempo no sustantivo de los docentes y administradores, eliminando el papeleo y facilitando la rápida comunicación y seguimiento de los procesos administrativos y académicos involucrados en las ferias de ciencia y tecnología de todos los centros educativos del país. Ello

permitiría dar seguimiento y respuesta oportuna a necesidades e inquietudes de regiones educativas enteras hasta proyectos en desarrollo en centros educativos para los cuales en el presente existen dificultades de atención en forma oportuna.

2.1.2.

Ambiente y Agua

*Diana Montero Katchan
Asesora Científica, Desarrollo Sostenible
y Ecología
Ministerio de Ciencia, Tecnología y
Telecomunicaciones*

La implementación de la tecnología en la sociedad tiene sus orígenes en la Revolución Industrial que es un conjunto de cambios tecnológicos, cuyos inicios se remontan al siglo XVIII en Gran Bretaña; desde donde se extendió por toda Europa y el resto del mundo. Uno de los grandes inventos de la Revolución industrial fue la máquina de vapor creada por James Watt (1769), esta máquina impulsada por hulla (tipo de carbón mineral) se implementó para mover locomotoras, motores marinos y otros. Posteriormente se crearon los motores de combustión interna que utilizan los hidrocarburos derivados del petróleo.

Con el desarrollo de la economía industrial se generó el crecimiento urbano y la explotación de los recursos naturales. La industria debido a la demanda, empieza a incrementar la utilización de la materia prima, lo que ha conllevado en la actualidad al uso irracional de los recursos naturales y al aumento de las emisiones de gases contaminantes en la atmosfera.

Como consecuencia, se ha generado una inestabilidad ambiental, que no solo influye negativamente en el medio ambiente, sino que también perjudica la salud de los seres humanos.

Dentro de los impactos negativos que se generan a través del desarrollo industrial se destacan:

- La emisión de gases contaminantes a la atmosfera como CO₂, CH₄, N₂O y NH₃

- El mal manejo de los desechos industriales

- La erosión y contaminación de los suelos debido a la explotación mineral

- La contaminación del recurso hídrico

- La deforestación

- La pérdida de la biodiversidad

Igualmente, entre los impactos negativos del desarrollo industrial en la salud de los seres humanos se encuentran:

- Las enfermedades respiratorias como el asma, bronquitis y cáncer pulmonar

- Alergias

- Enfermedades gastrointestinales debidas a la contaminación del agua

- Enfermedades virales como el dengue, fiebre amarilla

- Estrés, tensión a causa de la contaminación sonora y muchas otras más

Todos estos impactos han inducido al ser humano a mejorar y a desarrollar nuevas tecnologías con el objetivo de disminuir o controlar dichas consecuencias. Hoy en día el ser humano toma cada vez más conciencia que los hidrocarburos son recursos no renovables y que el uso irracional de los mismos conllevara a su agotamiento, por lo anterior la humanidad se ve obligada a implementar nuevas tecnologías, más eficientes a nivel energético y productividad, y que causen un menor impacto en el medio ambiente y en la salud de los seres humanos.

Para determinar la eficiencia y eficacia de la tecnología es necesario realizar al menos

una evaluación de impacto ambiental en los siguientes ámbitos:

- Riesgo ambiental en los métodos de producción y procesos técnicos seleccionados
- Grado de nocividad de las emisiones y vertidos en el medio ambiente
- Grado de peligro y toxicidad de los desechos generados, su almacenamiento y su utilización

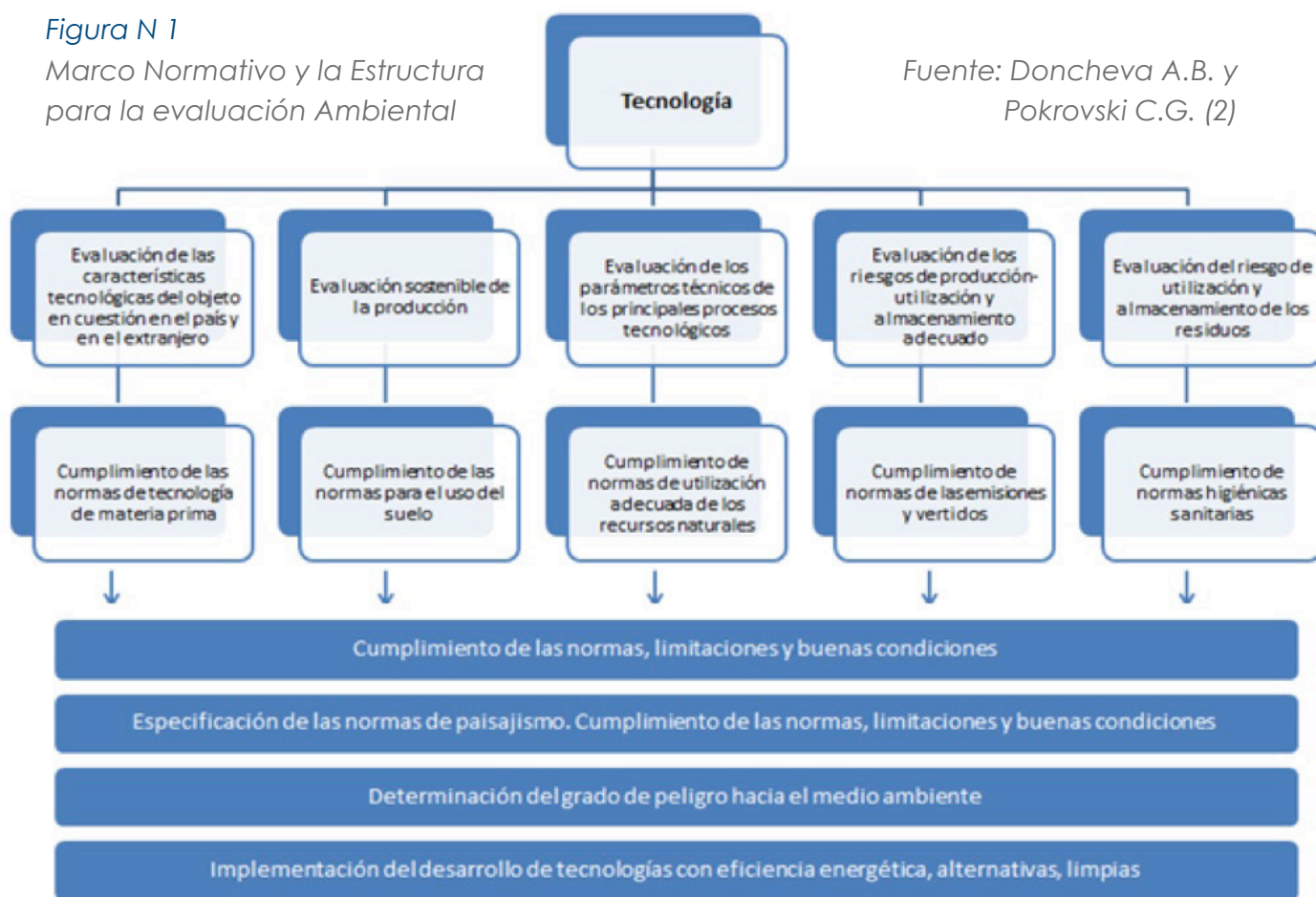
El marco normativo y al estructura para la evaluación ambiental se muestra en el siguiente esquema y comprende el cumplimiento de las normas aplicables en la tecnología de extracción y procesamiento de materias primas, uso del suelo, uso de los recursos naturales, los residuos y las normas sanitarias definidas⁴².

42. Doncheva y Pokrovski (1999).

Figura N 1

Marco Normativo y la Estructura para la evaluación Ambiental

Fuente: Doncheva A.B. y Pokrovski C.G. (2)



La llamada tecnología limpia, utiliza racionalmente los recursos naturales de manera económica, favoreciendo al máximo el recurso y generando una cantidad mínima de desechos. La implementación de tecnologías limpias generan los siguientes beneficios⁴³:

- Ahorro energético

- Intensidad energética

- Beneficios económicos por el ahorro energético

- Disminución en la emisión de gases, principalmente aquellos que son los responsables del calentamiento climático

- Disminución de desechos

Es sector industrial deberá realizar un adecuado programa de prevención de la contaminación con el fin de:

- Evitar el incremento en los costos asociados a la erradicación de los desechos

- Incrementar la eficiencia industrial

- Mantener o aumentar su nivel de competitividad

- Mejorar las condiciones ambientales y de trabajo, asegurando su seguridad y la de su comunidad

En el ámbito internacional se exhorta a los estados firmantes a fomentar la utilización de nuevas tecnologías e innovaciones. Un ejemplo de ello se aprecia en el principio 9 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo del año 1992 en Rio de Janeiro, Brasil: “ Los Estados deberán cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad para lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras”⁴⁴. A nivel nacional, se promueve la implementación de la tecnología a través de

43. Emelianov (2004).

44. Naciones Unidas (1992).

la ley de promoción del desarrollo científico ambiental y tecnológico (Ley 7169).

En el artículo 1 se menciona: “Para los propósitos del desarrollo científico y tecnológico objeto de esta ley, se fija como objetivo general facilitar la investigación científica y la innovación tecnológica, que conduzcan a un mayor avance económico y social en el marco de una estrategia de desarrollo sostenido integral, con el propósito de conservar para las futuras generaciones, los recursos naturales del país y garantizar al costarricense una mejor calidad de vida y bienestar, así como un mejor conocimiento de sí mismo y de la sociedad”⁴⁵.

De lo anterior se puede concluir que los avances científicos y tecnológicos requieren de una clara orientación hacia el beneficio social y desarrollo sostenible.

2.1.3. Energía

45. La Gaceta (1990).

Felipe de León Denegri
 Consultor en Cambio Climático y
 Energías Renovables
 Fundación Pro Energías Renovables

La energía ha estado vinculada con la tecnología y la innovación desde que algún cavernícola descubrió cómo hacer fuego y llevó luz y calor a su tribu por primera vez. La ciencia, como esquema para desarrollar el conocimiento, potenció exponencialmente esta relación proporcionando fuentes de energía cada vez más poderosas para alimentar las crecientes demandas de la sociedad. El tipo, la cantidad y la calidad de energía disponible han sido, y continúan siendo, de los factores más importantes para la salud y prosperidad de la sociedad humana. Más recientemente el crecimiento económico y la revolución digital han acelerado aún más esta relación y la consiguiente demanda de energía, elevándola a niveles críticos. Por otro lado, el aumento casi permanente del precio de los combustibles fósiles y la necesidad imperativa de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C agregan un grado de urgencia a la necesidad de asegurar el acceso a “energías limpias, de bajo costo y amigables con el ambiente”.

Los retos de esta coyuntura son innegables, pero a la vez presentan oportunidades

inimaginables hasta hace pocos años para establecer las bases de una sociedad más sostenible, más justa y más resiliente. En el caso de Costa Rica el tema energético tiene dos aristas distintas pero íntimamente vinculadas: la energía eléctrica y la energía utilizada para transporte. En estas se encuentra la clave de la meta Costa Rica Carbono Neutral 2021, y las decisiones que en relación a ellas se tomen representan la base del modelo de desarrollo que seguirá el país hacia el futuro.

La Energía Eléctrica

Costa Rica ha sido favorecida con abundantes y variados recursos naturales que le han permitido producir la gran mayoría de su energía eléctrica a partir de fuentes renovables a lo largo de su historia. Sin embargo, este patrón ha venido revirtiéndose en los últimos años con un mayor porcentaje de generación térmica en la red eléctrica nacional debido, entre otros factores, a condiciones hidrológicas adversas consistentes con las consecuencias del cambio climático. Este aumento en el porcentaje de generación térmica implica no solo un aumento en la cantidad promedio de dióxido de carbono equivalente emitido kilowatt-hora generado en Costa Rica de 0.0409 kg CO₂e/kWh en 2009 a 0.1300 kg

CO₂e/kWh en 2013⁴⁶, sino además mayores importaciones de combustibles que afectan la balanza comercial a un nivel macroeconómico y la billetera de todos los costarricenses a un nivel microeconómico. En este contexto resulta vital avanzar decididamente hacia un nuevo paradigma energético nacional, particularmente de cara a los cambios en los patrones de lluvia que ya estamos empezando a ver, y que tendrán un efecto importante sobre el nivel de los embalses hidroeléctricos clave para mantener la generación renovable, y relativamente barata, durante el verano. La importancia de los nuevos materiales y la ingeniería eléctrica y electrónica en este tema son evidentes, al igual que la importancia de explorar opciones energéticas innovadoras como el plasma y la energía mareomotriz. Igualmente se evidencia la urgencia de re-evaluar la viabilidad técnica de la energía geotérmica fuera de los parques nacionales de cara a los espectaculares avances en la técnica y tecnología de perforación en años recientes. Inclusive a un costo inicial mayor, estas opciones podrían resultar atractivas si logran destrabar el desarrollo de dicha fuente de energía en el país.

46. IMN (2014b).

Menos evidente tal vez es el papel protagónico que el software y en análisis de datos a gran escala -conocido como “big data”- podrían jugar en este nuevo paradigma energético a través de las redes eléctricas inteligentes o *Smart Grids*. La Agencia Internacional para la Energía (I.E.A., por sus siglas en inglés) define una red eléctrica inteligente como “una red eléctrica que utiliza la tecnología digital y otras tecnologías avanzadas para monitorear y gestionar el transporte de la electricidad desde todas las fuentes de generación para cumplir con la variedad de demandas de los usuarios finales”⁴⁷. De acuerdo con estudios realizados por la misma organización, la implementación de proyectos de redes inteligentes podría reducir el incremento en la demanda máxima entre un 13% y un 24% al año 2050⁴⁸. Dado que la infraestructura eléctrica necesariamente se diseña y construye para satisfacer el máximo de demanda, reducir dicho máximo reduce directamente la necesidad de expandir la red. Más aún, un meta-análisis de 30 casos de negocio para proyectos de redes eléctricas inteligentes en 12 países de 4 continentes encontró que en promedio el valor actual

47. IEA (2011a).

48. IEA (2011b).

neto de los beneficios de los proyectos excedía el valor actual neto de sus costos por un margen de casi dos a uno⁴⁹ dando fe de la rentabilidad de estos proyectos en una variedad de contextos. Considerando la capacidad demostrada de la industria de software nacional y la velocidad con la que las innovaciones en esa industria pueden ser llevadas al mercado -en particular si se comparan con la media del sector energético- las redes eléctricas inteligentes, y las innovaciones que estas posibilitan, presentan algunas de las oportunidades más inmediatamente atractivas para avanzar hacia el nuevo paradigma energético en nuestro país.

La energía para el transporte

El desarrollo de iniciativas para promover el transporte urbano sostenible debe llevarse a cabo a través de un marco lógico que facilite un enfoque estructurado, pero a la vez mantenga la flexibilidad necesaria para adaptarse a las circunstancias locales. El enfoque de Evitar-Cambiar-Mejorar (A-S-I, por sus siglas en inglés) desarrollado por

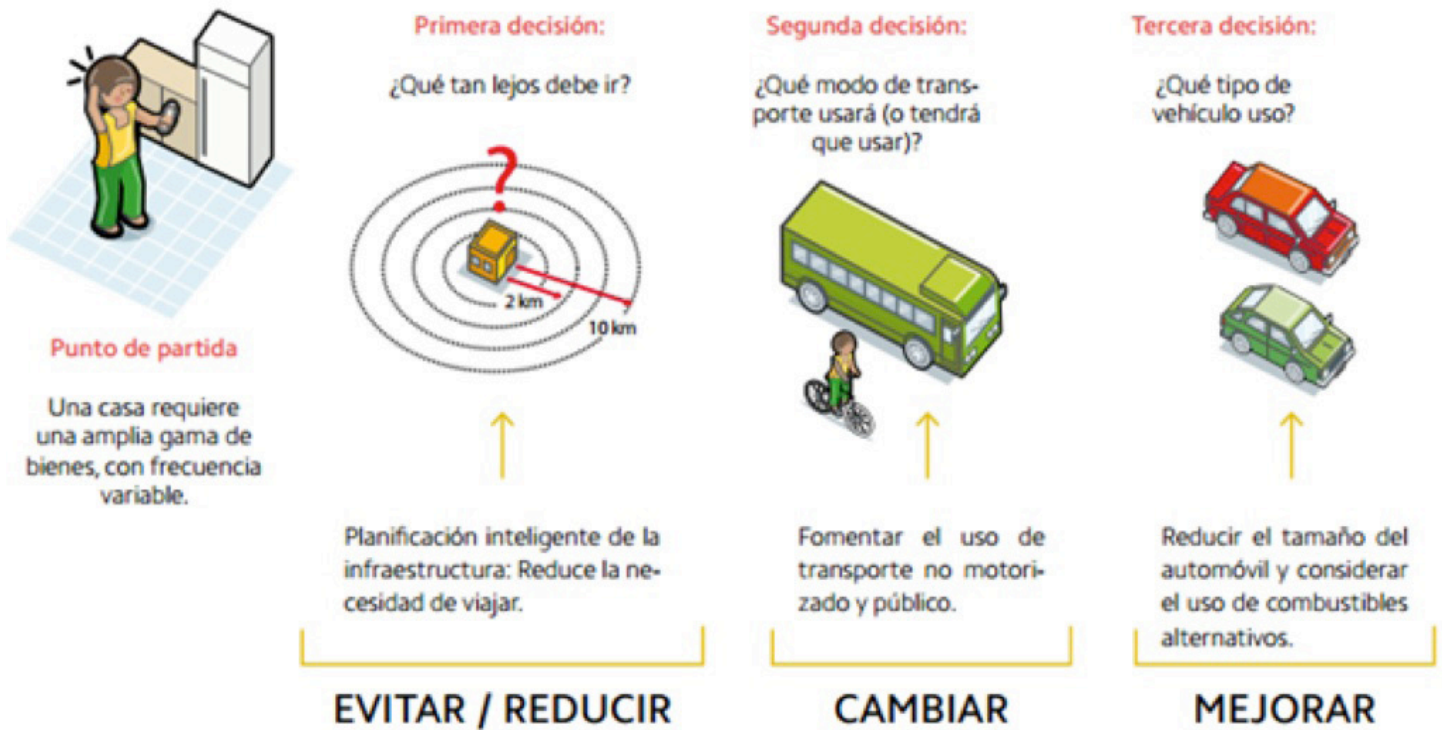
la Agencia Alemana para la Cooperación GIZ es reconocido internacionalmente como una herramienta poderosa para estos propósitos⁵⁰. Primero, al enfocarse inicialmente en evitar o reducir la necesidad de trasladarse (Evitar o Avoid), el enfoque A-S-I busca promover la eficiencia del sistema a través de iniciativas relacionadas con el uso de la tierra y de gestión de la demanda. El desarrollo urbano de media-a-alta densidad y la telepresencia juegan papeles importantes en permitir el acceso a oportunidades y servicios con la menor cantidad de transporte. En una segunda instancia para aquellos viajes inevitables los instrumentos de Cambiar (*Shift*) promueven la eficiencia en los viajes trasladando la demanda de los modos de transporte con mayor consumo energético (como los automóviles) hacia modos más sostenibles de transporte. De particular interés es la promoción de un cambio hacia opciones de transporte no-motorizado y de transporte público. Finalmente, el componente de Mejorar (*Improve*) se enfoca en mejorar la eficiencia de los vehículos a través de tecnologías específicas, estándares de eficiencia de combustible y fuentes alternativas de energía.

49. King (2012).

50. GIZ (2013).

Figura N 2

Modelo propuesto por la GIZ para transporte. Fuente: Basado en GIZ-SUTP (2011)



En Costa Rica, un país donde el sector transporte consume el 78% de los derivados de petróleo⁵¹ y genera 54% de las emisiones nacionales⁵², la mayor parte de los esfuerzos para mitigar las emisiones del sector transporte se han enfocado en mejorar la tecnología de las unidades de transporte, ya sean vehículos personales, de carga o de transporte público, promoviendo la migración hacia vehículos

híbridos o eléctricos para reducir las emisiones. Este es un esfuerzo valioso y sería apropiado buscar mejores incentivos para la incorporación de tecnologías existentes al parque automotriz así como explorar nuevas opciones en esa materia.

Sin embargo, este cambio tecnológico se dirige solamente a la menor parte de las emisiones del sector. El grueso de las emisiones de transporte, alrededor de 40%, proviene de vehículos privados, una flota en general mucho

51. IMN (2014b).

52. PNUD (2013).

más difícil de llevar al cambio tecnológico que la de transporte público. Por otra parte, aun en el caso ideal en el que se diera el cambio total del parque vehicular a tecnologías libres de emisiones, esto no resolvería los temas de eficiencia económica, salud y justicia social intrínsecos al actual modelo, colapsado, de transporte enfocado en vehículos personales. En su más simple expresión, si todos los vehículos fueran cero-emisiones las presas seguirían creciendo y nuestra calidad de vida empeorando proporcionalmente.

Aplicando el esquema A-S-I a la realidad costarricense es posible identificar una variedad de oportunidades adicionales para mejorar el rendimiento del sector transporte que pueden y deberían ser perseguidas como parte de una estrategia integral para dicho sector. Una vez más, algunas de las posibilidades más atractivas y con menores tiempos de implementación tienen que ver con sacar provecho de las herramientas digitales para facilitar las transacciones en el mundo real.

Un uso más amplio de la Firma Digital, por ejemplo, podría reducir sustancialmente el 25% de vehículos que se estima circulan por San José realizando trámites en las diferentes

dependencias del gobierno⁵³. Esto no solo evitaría un número importante de viajes, reduciendo la congestión y las emisiones de GEI, sino que además generaría ahorros para el estado y para el usuario. Para las estrategias de Cambiar, por su parte, la clave está en mejorar el sistema de transporte público hasta que sea una opción igual o más atractiva que el vehículo personal, particularmente dentro de los centros urbanos. Esto implica primero que nada encontrar formas efectivas de brindar información a los usuarios sobre rutas y paradas y herramientas para que puedan planificar sus recorridos en transporte público, luego será necesario desarrollar la capacidad de generar información en gran escala sobre los patrones de uso de los usuarios y finalmente desarrollar las herramientas y competencias para procesar esa información y utilizarla en el diseño, monitoreo y mejora continua de un sistema integrado de transporte multimodal realmente sostenible sobre los tres ejes: social, económico y ambiental.

53. Rivera y Sancho (2009).

El escenario transformacional: hacia una ciudad inteligente

El modelo energético de Costa Rica, tanto en términos de electricidad como de transporte requiere de una transformación profunda si aspiramos seriamente a un desarrollo económico que sea ambientalmente sostenible y conducente a una mejor calidad de vida para todos los costarricenses. Una transformación de esta escala no puede llevarse a cabo sin un plan claro desarrollado en base al mejor conocimiento científico y técnico del momento y que cuente con las herramientas para medir los impactos de los esfuerzos realizados, evaluar sus implicaciones y ajustarse continuamente. Para lograr esto será necesario avanzar hacia ciudades inteligentes en las que la generación, almacenamiento, distribución y consumo final energía sean continuamente optimizados en función de la inteligencia desarrollada a través del análisis continuo de los datos generados por la multitud de sensores que nos rodean. Costa Rica tiene una serie de ventajas importantes para facilitar el acceso a este nuevo paradigma energético, pero requerirá de visión y valentía política para hacerlo una realidad.

2.1.4.

Alimentos y Agricultura



Carmela Velázquez Carrillo
Catedrática, Directora, Centro de
Investigación en Tecnología de Alimentos
Universidad de Costa Rica

El Sector Agroalimentario que integra la producción agrícola y pecuaria junto con la industria alimentaria encargada de la valorización de ésta, enfrenta retos importantes para los próximos años. El sector, como actividad inmersa en un medio ambiente de mucho cambio, debe afrontar problemas globales relacionados al cambio climático, a la apertura de mercados y a la incorporación de maquilas de muy bajo costo para la producción agrícola y alimentaria que afectan los sistemas que se basan en el cumplimiento de garantías sociales y laborales, como el utilizado en Costa Rica. Además, el reto de competencia y la apertura comercial hacen muy difícil para las industrias aportar soluciones comerciales estables en el tiempo que justifiquen una alta inversión en equipamiento e infraestructura. Esta limitación en la inversión afecta principalmente a las pequeñas y medianas empresas a poder incorporar innovación basada en el conocimiento que logre superar satisfactoriamente el alto riesgo asociado y las condiciones financieras necesarias.

Estos retos se enfrentan con mucha valentía y aun así el sector representa una importante

actividad para el país. El sector exportador de producto agrícola creció del 2005 al 2010 en más de un 54% y con el efecto de encadenamientos entre este sector agrícola, industria alimentaria con otros puede alcanzar hasta un 49% del PIB (según datos del 2010 – PROCOMER). Además, este sector representa una importante fuente de empleo que utiliza una proporción importante de la mano de obra del país, dando sustento a una gran cantidad de familias costarricenses.

En el país se han hecho esfuerzos por estimular la valorización de la producción agrícola y pecuaria nacional en el espacio de las universidades y sus programas de investigación y transferencia del conocimiento como de parte del gobierno para la apertura de fondos no reembolsables para el financiamiento de estas acciones de apropiación tecnológica. Las empresas han logrado avances y en muchos casos sobrevivir en el mercado globalizado. Sin embargo, este esfuerzo ha estado limitado por dos aspectos fundamentales. El primero de tipo económico y financiero al no haber créditos blandos para apoyar la inversión en tecnologías e infraestructura, en fondos de riesgo para acompañar un verdadero desarrollo y a la ausencia de una verdadera política económica de fomento al emprendimiento. El segundo de visión estratégica en temas de innovación de los

mismos actores: empresarios, académicos y políticos de ver soluciones para la sostenibilidad al largo plazo de este sector productivo. La cultura del corto plazo hace muy difícil generar opciones y una verdadera sociedad basada en el conocimiento. La planificación y la priorización son fundamentales para que esta visión se pueda generar.

Todo esfuerzo que se fomente en la ruta de la interrelación de los tres actores del sistema, de la concertación de las prioridades de trabajo y de una apertura a la incorporación de cambios fundamentales basados en la innovación y la generación de una economía basada en el conocimiento, debe ser bien recibido y estimulado. Los esfuerzos para lograr la estabilidad económica y el bienestar de la sociedad son tarea de todos.

El documento Ruta 2021 emitido por el MICITT en el año 2014⁵⁴, define a la “Producción integral de alimentos” como uno de los cinco grandes retos donde la ciencia la tecnología y la innovación deben impactar positivamente. Incluye, entre otros, temas estratégicos de mucha importancia como la Seguridad Alimentaria, que incluye elementos de nutrición

e inocuidad, así como la incorporación de alimentos funcionales y nutraceuticos con gran potencial comercial y social. Estos temas deben estar presentes en las agendas de trabajo y los planes de desarrollo de los diferentes actores del sector agroalimentario.

El país queda corto en la capacidad de apropiación de conocimiento en este sector. Esto fue evidenciado en el reciente informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del Estado de la Nación publicado en el 2014⁵⁵. El informe indica claramente que no hay una concordancia entre las competencias y las prioridades y que el conocimiento generado está poco vinculado con la dinámica productiva y con las políticas públicas en esta materia.

Sin embargo, se ha logrado trabajar en algunos casos de cerca entre investigadores e industriales o productores en algunas líneas donde se han generado incrementos de productividad a nivel de producción, en la mejora de la calidad de su producción para el ingreso a mercados muy competitivos o bien a la incorporación de innovaciones que han sido muy exitosas en mercados nacionales y de exportación. Pero los pasos tímidos en estos

54. MICITT (2014a).

55. PEN(2014).

campos son los que nos llenan de ilusión de que es posible el trabajo articulado, con prioridades claras y con competencias específicas en campos de tanta importancia como los relacionados al Sector Agroalimentario.

Debemos aprender de estos casos y trabajar en forma coordinada aprovechando las enormes oportunidades que existen en el medio y en este sector en particular para apoyar las iniciativas de desarrollo tecnológico y científico que generen el bienestar de nuestra sociedad.

El país debe darle mucha atención al Sector Agroalimentario. Los ejes de trabajo en Seguridad Alimentaria, en el desarrollo de productos de alto valor agregados en la líneas de los alimentos funcionales y nutracéuticos que aprovechen los micronutrientes de las frutas y verduras autóctonas subutilizadas, en la Agricultura Sostenible y en la incorporación de la tecnología para enfrentar el Cambio Climático no son elementos deseados dentro de nuestro quehacer sino fundamentales en los procesos de priorización y de incorporación de políticas que generen el crecimiento tecnológico y social asociados. Las oportunidades y los retos son importantes en todos estos espacios y el país debe enfrentarlos en los próximos años para asegurar el verdadero bienestar de nuestra sociedad.

2.1.5.

Salud



Antón Zamora Ilarionov
 Asesor
 Ministerio de Salud
Edén Galán-Rodas
 Profesor e Investigador
 Escuela de Medicina y Cirugía,
 Universidad Hispanoamericana

En Costa Rica y América Latina persisten considerables inequidades en el acceso a los servicios de salud como consecuencia de diversos factores que limitan las posibilidades de acceso a una atención médica oportuna y de calidad, uno de estos factores que en la actualidad viene generando un creciente interés es el uso de tecnologías para el apoyo en alfabetización en salud, concepto que surge como un nuevo enfoque para mejorar el estado de salud de la población y para el fortalecimiento de los sistemas de salud, definida como el grado en que los individuos tienen la capacidad de obtener, procesar, comprender y aplicar la información básica de salud y los servicios que brinda el sistema de salud que son necesarios para tomar las decisiones más adecuadas en beneficio de su propia salud⁵⁶.

Existe numerosa literatura que asocia directamente los bajos niveles de educación,

y específicamente baja alfabetización en salud asociada con la mala salud, así también un marcado incremento de las barreras para el acceso a la atención, inadecuada atención, mala adherencia al tratamiento médico, inadecuado cuidado de sus condiciones básicas de salud como estado nutricional e incluso la muerte prematura⁵⁷. A esta problemática le sumamos que la baja alfabetización en salud no es ajena a los profesionales de la salud quienes también poseen limitados recursos para el abordaje del mismo⁵⁸ y la mala comunicación en salud que tienen no sólo los entes y organizaciones académicas de las ciencias de la salud sino además el rol muchas veces sensacionalista y exagerado de la prensa que divulga información científica como consejos y afirmaciones de causalidad de forma exagerada y muchas veces lejana de la realidad complica aún más el proceso de involucramiento de la persona al sistema de salud⁵⁹.

56. Berkman ND, Davis TC, McCormack L. (2010); Fernández CL, Galán-Rodas E (2012); Pleasant A (2014).

57. Easton P, Entwistle VA, Williams B. (2010); Cunha M, Gaspar R, Fonseca S, Almeida D, Silva M, Nunes L. (2014); Seurer AC, Vogt HB (2013).

58. Lambert M, Luke J, Downey B, Crengle S, Kelaher M, Reid S, et al. (2014).

59. Sumner P, Vivian-Griffiths S, Boivin J, Williams A, Venetis CA, Davies A, et al. (2014).

Ante este contexto existen iniciativas de trabajo como la Organización Panamericana de la Salud que a través de su estrategia y plan de acción 2012-2017 para Salud considera a la alfabetización dentro del componente “Educación continua en tecnologías de la información y la comunicación (TIC)”⁶⁰, siendo el uso de las TIC una herramienta.

Costa Rica cuenta actualmente con la mejor penetración de Internet y Red celular de la Región centroamericana, sumado a los avances tecnológicos aplicados en el campo de la salud, tales como las reglas de decisión clínica automatizada, la historia clínica electrónica y el uso de Big Data para mejorar la toma de decisiones en Salud Pública.

La utilización de la tecnología podría mejorar los pilares fundamentales en temas de salud, la comunicación, el acceso a información oportuna y la educación de la población y profesionales de la salud.

En temas de innovación Costa Rica reúne un volumen importante de investigadores en temas de Salud y tecnología según la reciente publicación de Ranking de científicos en Costa Rica.

Es importante incentivar la investigación interdisciplinar, así como incentivos para todos aquellos investigadores que aporten soluciones en campos de la Salud y tecnología en Salud. Costa Rica con la adecuada inversión podría convertirse en un ejemplo de innovación inversa para el mundo, ya que se cuentan con las condiciones educativas, infraestructura, demográficas y económicas para realizar proyectos de impacto en estas áreas.

La tecnología y las ciencias de la salud son amigos desde los años cincuenta, los problemas en temas de información en Salud, toma de decisiones oportunas y mejora de acceso a servicios de salud, son problemas que se pueden mejorar con una adecuada estrategia de trabajo entre estos dos campos de la ciencia.

60. PAHO (2014).



Ciencias y Tecnologías Convergentes

- ▶ 2.2.1. Info
- ▶ 2.2.2. Bio
- ▶ 2.2.3. Nano
- ▶ 2.2.4. Cogno

Rana de oro. Región Gran Chiriqui. 900 d.C. - 1500 d.C.



Las fronteras entre las disciplinas científicas y tecnológicas desde finales del siglo 20 han empezado a desdibujarse. En ciencias, esta ruptura de fronteras que se cristaliza en hitos particulares es conocido como unificación: una cantidad de problemas en apariencia distintos, cuyo origen es misterioso a primeras luces, son repentinamente resueltos mediante teorías que los integran y, sobre todo, simplifican las explicaciones acerca de la existencia y manifestación de los fenómenos de interés. Las ciencias y tecnologías convergentes son una manifestación contemporánea de procesos de unificación que toman conocimientos de disciplinas vistas como distantes con anterioridad y producen una comprensión profunda acerca de la realidad. No es en vano que la Estrategia Siglo XXI y otros instrumentos

de política pública hayan visibilizado las cuatro tecnologías convergentes como una vía para el desarrollo sustentable que puede resumirse en cuatro grandes principios: ubicuidad de la información, control sobre la biología, economía en átomos y comprensión progresiva de la mente humana. En las culturas precolombinas, la rana con frecuencia se asociaba a los ciclos de la vida y se les concebía como seres mágicos. Bajo la luz de la ciencia, un tipo diferente de asombro lleva a su valoración dentro de estas cuatro ciencias y tecnologías convergentes: ojos que procesan información de forma precisa para evitar depredadores, capacidad innata de control metabólico para regeneración de tejidos, una superficie hidrofóbica que la protege de los elementos y un cerebro que le permite aprender y sobrevivir en la selva.

2.2.1.

Info

Ignacio Trejos Zelaya
Rector
Universidad Cenfotec

Según el Banco Mundial, una Economía Basada en el Conocimiento es aquella en la cual el conocimiento es creado, adquirido, transmitido y usado más efectivamente por empresarios, organizaciones, individuos y comunidades, para alcanzar un mayor nivel de desarrollo económico y social. Las naciones y las empresas se diferencian y compiten cada vez más por su capacidad de innovación, la cual se deriva del conocimiento. En su estrategia vigente, el Banco Mundial enuncia “Vivimos en una economía mundial basada en el conocimiento, en la que el saber, las comunidades de aprendizaje y las tecnologías de información y comunicaciones son las fuerzas que impulsan el desarrollo social y económico. Tener conocimientos y saber qué hacer con ellos es sumamente importante, sobre todo para las personas pobres que quedan al margen de esta economía del conocimiento.”⁶¹.

En las conversaciones informales, suelen confundirse los conceptos de dato,

61. Banco Mundial (2014).

información y conocimiento, por lo que aclaramos los términos⁶²:

Dato: Los datos son la mínima unidad semántica, conjuntos discretos de valores, que no expresan el porqué de las cosas y no orientan las acciones humanas. Comprenden hechos, representaciones, identificaciones y mediciones sobre algún aspecto de nuestro mundo.

Información: La información corresponde a una interpretación de los datos basada en la perspectiva de un observador que aprecia cambios de las condiciones al pasar el tiempo y que reconoce patrones y relaciones, para asignar significado a los datos. A los datos se les da valor de información al añadirles contexto, categorizarlos, procesarlos (cálculos, relaciones), corregirlos (eliminar inconsistencias, defectos, ausencia), condensarlos (sumarlos, resumirlos), etc.

Conocimiento: Corresponde a información organizada dentro de un marco conceptual (visión del mundo, conjuntos de conceptos y principios, teorías, modelos o abstracciones) y aquella derivada de experiencias, que permite comprender el entorno, resolver problemas

y tomar decisiones. El paso de información a conocimiento conlleva acciones como comparar elementos, predecir consecuencias, buscar conexiones, intercambiar información y conocimiento con otros actores.

Las tecnologías de información y comunicación se basan actualmente en conceptos digitales, pues las representaciones de datos se codifican usualmente en un alfabeto binario. Los elementos físicos posibilitan el almacenamiento, cómputo y comunicación de datos digitales. Los fenómenos físicos, químicos y biológicos del mundo pueden ser captados por sensores apropiados y convertidos en datos digitales.

Los datos digitalizados pueden ser almacenados y procesados, para determinar sus relaciones en el tiempo, en el espacio, conforme sus características físicas, químicas, bioquímicas, genómicas, fenotípicas, etc. Las capacidades de análisis de datos, basadas en modelos y técnicas estadístico-matemáticas, se ven aumentadas por el poder computacional y de memoria de las tecnologías digitales actuales. Además, los datos pueden comunicarse a grandes distancias, desde aparatos de muy bajo costo o dispositivos sofisticados (equipos de laboratorio e instrumentos biomédicos, por ejemplo).

62. Prada (2008).

Los automatismos pueden responder a estímulos discretos externos, o a condiciones que se determinan mediante análisis, gracias a actuadores capaces de realizar alguna actividad en el mundo físico (activar un motor, abrir una válvula, enviar un impulso eléctrico para activar una membrana, iluminar o subir la temperatura de un elemento, por ejemplo).

Las ciencias, tanto naturales como sociales, y las tecnologías, están siendo afectadas por los avances y las capacidades de las tecnologías digitales.

Las tecnologías digitales y la ciencia computacional han habilitado el estudio de los códigos genómicos, la síntesis farmacológica, la predicción de fenómenos meteorológicos, el cómputo de modelos matemáticos para el cálculo de propiedades de estructuras (estáticas, dinámicas y electrónicas), el estudio de la biodiversidad, el procesamiento de imágenes biomédicas y espaciales, la cartografía digital, la comunicación científica, la organización y compartición de información (bibliotecas digitales, la Web), el comercio, la banca, el arte y el entretenimiento por medios digitales. El poder se basa en la convergencia de la información, las comunicaciones y el cómputo en representaciones digitales que

permiten realizaciones físicas de alta velocidad y gran densidad en espacio.

El avance en las ciencias y en la innovación tecnológica sería muy lento si no tuviéramos el desarrollo de las ciencias y las tecnologías relacionadas con la información: su procesamiento (cómputo), su almacenamiento y su comunicación.

La electrónica digital miniaturizada ha permitido múltiples innovaciones más allá del microprocesador. Cientos de millones de personas tienen acceso a Internet desde teléfonos y otros dispositivos móviles. Miles de millones de instrumentos digitales con sensores y actuadores, conectados a redes – en el campo, las vías de comunicación, las ciudades, las oficinas, los centros de salud, los hogares y las escuelas – interactuarán con personas y otros dispositivos, creando vastísimos volúmenes de datos. Los instrumentos serán los ‘sentidos’ que, junto con dispositivos en manos de humanos, alimentarán los ‘cerebros’ (computadoras accesibles vía Internet) que procesarán enormes cantidades de datos de manera complementaria a las aplicaciones móviles – vía software– y podrán órdenes dirigidas a microprocesadores con actuadores situados

remotamente. Un ser humano podrá tomar decisiones informadas y disponer la forma en que se controlarán remotamente dispositivos muy distantes que actúen sobre el mundo físico.

Asimismo, las tecnologías digitales deben aprovecharse para educar a las actuales y siguientes generaciones de ciudadanos de Costa Rica:

- El trabajo de la Fundación Omar Dengo, que introdujo en las escuelas el aprendizaje de lo digital mediante el enfoque constructorista de Papert y otros, se ha extendido a la Robótica y está impactando a los colegios. Su misión reza “Contribuir al mejoramiento de la calidad y equidad de las oportunidades de aprendizaje de la población, para potenciar su desarrollo humano, mediante propuestas y modelos educativos innovadores centrados en las personas y el aprovechamiento de las tecnologías digitales.”. Creo que un reto importante es que esta Fundación y el Ministerio de Educación Pública, con el apoyo de las universidades y actores como el MICITT y la Fundación CIENTEC, impacten la enseñanza de las ciencias, las tecnologías y la matemática, y estimulen la inventiva ingenieril en las generaciones futuras de niños

y jóvenes. Para ello, es necesario encantar a los maestros de escuela, de manera que aprecien los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática y transmitan valores e interés sobre esas temáticas.

- El mundo que rodea a los estudiantes y a los adultos se puede convertir en un laboratorio de experimentación y observación. Las tecnologías digitales pueden ayudar a registrar datos, realizar mediciones, analizar relaciones, visualizar fenómenos, formular y validar conjeturas, modelar sistemas, simular comportamientos, elaborar inferencias, reflexionar y comunicar resultados y conclusiones, cultivar el espíritu crítico.
- Lo digital, combinado con elementos electrónicos y mecánicos (en sistemas ciberfísicos), puede ayudar a hacer experimentación constructorista, que estimula la inventiva y el disfrute por adquirir y generar conocimiento, de forma colaborativa en equipos – bases conceptuales y actitudinales para la innovación.
- Las tecnologías pueden mediar comunidades de práctica y de aprendizaje. Los

maestros y profesores pueden crear, criticar, mejorar y compartir recursos de aprendizaje. Los estudiantes pueden asumir el papel de co-creadores, al ser autores que escriben, ilustran y comparten lo que van descubriendo, comprendiendo y aprendiendo.

- La colaboración multidisciplinaria debe ser estimulada desde la escuela hasta la universidad- las tecnologías digitales pueden favorecer la interacción y la colaboración requeridas.

- Las ferias de ciencia y tecnología deben dejar registros en la Web, mediante galerías y foros que divulguen los aprendizajes e invenciones de los estudiantes más allá de su ámbito próximo.

En Artavia⁶³, p.37, se incluyó la siguiente figura – proveniente del gobierno de Singapur, que ilustra algunas posibilidades en el ámbito educativo:

63. Artavia (2008).



Figura N 3 Visión de Singapur sobre el Sistema Educativo

En suma, las tecnologías digitales, en su faceta de comunicación y colaboración, pueden ayudar a acelerar los procesos de inclusión social y de cambio de actitud hacia las ciencias, las tecnologías, la ingeniería y la matemática, como generadores y difusores de conocimiento, algo que coadyuvará a realizar “los altos objetivos nacionales de incremento de la competitividad, prosperidad y bienestar de los ciudadanos” trazados para la Ruta 2021.

Como elemento de estrategia y metapolítica pública, recomiendo que la Ciencia, la Tecnología, las Telecomunicaciones y la Innovación sean enfocadas como áreas de trabajo que trascienden los períodos gubernamentales, a fin de lograr la continuidad y el sostenimiento de los esfuerzos de los diversos actores de la sociedad.

2.2.2.

Bio

Miguel Rojas Chávez

*Coordinador del Coordinador Centro
de Investigación en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de Costa Rica*

Definir *biociencias* no es fácil, pero es posible referirse a ellas, como las ciencias que se ocupan del funcionamiento de organismos vivos y sus derivados. Por ello incluyen una extensa lista de disciplinas. Lo que sí es evidente, es que no hay otra área del conocimiento humano que impacte de manera más profunda y directa a los retos de nuestra forma de vida actual y futura⁶⁴. Estas consideraciones referidas a EEUU, son válidas desde luego para Costa Rica, por ello la trascendencia de las biociencias y biotecnología, quedó oportunamente reflejado en el documento Ruta 2021, preparado últimamente por el MICITT⁶⁵.

Los adelantos en conocimientos y herramientas tecnológicas en las ramas básicas y aplicadas de estas ciencias nos ayudan y ayudarán a mantener y preservar el ambiente, disponer de una agricultura que responda a los retos del incremento de la población

64. Battelle & Bio (2014).

65. MICITT (2014a).

y del cambio climático. A producir energía de forma sustentable a partir de fuentes biológicas, a aprovechar racionalmente nuestra biodiversidad. En el campo de la salud humana son muy valiosas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y lesiones mediante el desarrollo de biomateriales, prótesis, sistemas de información, robots y otros dispositivos de asistencia, medición y monitoreo clínico.

Así pues, las biociencias mejorarían la calidad de vida de nuestra sociedad, generarían empleos calificados en empresas dedicadas principalmente a la innovación, investigación y desarrollo, que utilizarían el recurso humano formado y calificado en estas áreas. Es oportuno entender, que usualmente el tamaño de estas empresas es pequeño a mediano⁶⁶. No obstante, funcionan como núcleo de formación de mayores empresas.

Comparativamente nuestro país posee condiciones muy adecuadas para el desarrollo de las biociencias, pero que a la fecha no se han aprovechado totalmente. Según se describe en el mapeo elaborado recientemente por

PROCOMER⁶⁷. En el cual describen 22 opciones académicas y 35 laboratorios, la mayoría de ellos estatales, relacionadas con biotecnología.

El impulso a la biociencias, se reflejaría de forma positiva y evidente en todos retos nacionales identificados en la Ruta 2021. Para ello no habría que crear nuevas instituciones, sino hacer converger el trabajo de la academia, la industria privada y el estado a su alrededor. Estas áreas deberían estar integradas en el cotidiano quehacer nacional. De ahí que este, es el principal desafío del presente Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación.

66. OECD (2014a).

67. Arguedas Vargas I & Mora Álvarez E. (2014).

2.2.3.

Nano

Dr. José Vega-Baudrit

Director

Laboratorio Nacional de

Nanotecnología

Centro Nacional de Alta Tecnología

El término nanotecnología es empleado para definir las ciencias y técnicas que se aplican a nivel de nanoescala (10^{-9} m), y permiten trabajar las estructuras moleculares y sus átomos, lo cual da la posibilidad de fabricar materiales y máquinas a partir del reordenamiento de átomos y moléculas. Esta disciplina se inició en 1959, a partir de las propuestas de Richard Feynman, las cuales fueron tan significativas, que actualmente es reconocido como el padre de la nanociencia. Básicamente, la nanotecnología es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a esa escala.

Es importante recalcar que el desarrollo de la nanotecnología cobra vital importancia no sólo a nivel económico, social y ambiental, sino también a escala científica -generación de nuevo conocimiento- y de la educación e innovación. El avance sostenible de un país debe estar vinculado con el desarrollo y puesta

en marcha de planes para el crecimiento de las ciencias y la tecnología con miras a la innovación. No es en vano que uno de los pilares del desarrollo de Costa Rica para el año 2050 –según la Estrategia del Siglo XXI- descansa en la nanotecnología y la biotecnología. Más recientemente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), realizó la “Declaratoria de interés público de la investigación en nanotecnología y sus aplicaciones”, publicada en la gaceta 93 del 16 de mayo de 2011. En esta declaratoria se insta a las entidades públicas y privadas, para que en la medida de sus posibilidades y dentro de la normativa jurídica vigente, contribuyan con el aporte de recursos económicos, logísticos y técnicos para la realización de investigaciones científicas en el área de nanotecnología y sus aplicaciones.

Desde el punto de vista social, más recientemente se abordan temas relacionados con la nanotecnología, el progreso de los países en vías de desarrollo, y la relación entre ambos. Existe consenso internacional en que la nanotecnología podría brindar nuevas y mejores opciones de desarrollo a estos países. Sin embargo, sin un adecuado apoyo y educación, inevitablemente la nanotecnología aumentará la brecha entre los países pobres y

los ricos⁶⁸. En países en vías de desarrollo, la nanotecnología podría solucionar problemas en áreas como agua, agricultura, nutrición, salud, energía y medio ambiente.

En los últimos 10 años, Costa Rica se ha sumado a la tendencia mundial de un acercamiento cada vez mayor entre el sector productivo - desde las corporaciones multinacionales hasta la pequeña y microempresa -, el sector gubernamental, y el sector académico, éste como eje impulsor de la investigación y conocimiento. Una mayor y más profunda colaboración entre estos sectores implica un mejor y mayor desarrollo del país.

Con especial interés, se han instalado en el país empresas transnacionales de alta tecnología, tales como Intel, Baxter, Abbott, entre otras, en gran parte debido al alto nivel de desarrollo tecnológico que se manifiesta en el nuevo índice introducido para el año 2001 por el Reporte de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas⁶⁹ donde Costa Rica aparece en el grupo de “Líderes Potenciales”. El reconocimiento de la calidad del capital humano existente y de las condiciones

68. Noela Invernizzi, Guillermo Foladori (2015).

69. Naciones Unidas (2001).

políticas, sociales y económicas ponen a Costa Rica en una posición ventajosa para atracción de capital en el área. Estas empresas dirigen sus esfuerzos, cada vez más, a pasar de ser empresas manufacturas a empresas que incursionan en la investigación y desarrollo para contribuir a la solución concreta de problemas específicos para la mejora continua de sus productos que respondan a las cambiantes necesidades técnicas y de mercado. En este sentido se puede aprovechar de esta dinámica que si se realiza de manera coordinada llevará a más oportunidades y creación de empleo y a encadenamientos con el resto de la economía.

El país cuenta con centros de investigación dentro del Sistema de Educación Superior que realizan trabajos en nanotecnología, además del Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC) del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT). Estos representan una inversión sustancial que debe ser puesta en marcha de forma coordinada para construir iniciativas capaces de maximizar el beneficio para el país.

La nanociencia y nanotecnología son de importancia y pertinencia en el conocimiento humano para el desarrollo sostenible de

países como el nuestro. Un mayor índice de desarrollo de la nanotecnociencia ha incidido fuertemente en el desarrollo económico y científico de otros países, lo que es consistente con un avance sostenible de un país vinculado con el desarrollo y puesta en marcha de planes para el crecimiento de las ciencias y la tecnología con miras a la innovación. La nanotecnología tiene el potencial de hacer que Costa Rica sea líder en nichos de mercado a nivel mundial aprovechando no sólo su amplia biodiversidad sino su recurso humano altamente preparado. Así, debe crearse un plan de desarrollo que incluya las capacidades nacionales para el adecuado desarrollo sostenible de la nanotecnología y la nanociencia en Costa Rica que, de manera equilibrada, incluye las capacidades y oportunidades nacionales. Este proceso de diseño e implementación de un programa nacional de desarrollo sostenible de la nanotecnología y la nanociencia requiere considerar los próximos 25 años, con miras a los procesos de innovación.

Considerando las fortalezas del país en cuanto a capital humano, instrumental y equipo, se podría considerar como una iniciativa de desarrollo de una nanotecnología sostenible las siguientes temáticas: nanomedicina y nanofarmacia,

nanobiotecnología, nano-microelectrónica, nanotecnología y medio ambiente, empleo de desechos agroindustriales y marinos para la obtención de nuevos materiales o su mejoramiento, desarrollo de nano y microsensores, biorefinería, nanocompuestos, nanocatalizadores, energía y nuevas fuentes alternativas de energía, nanotecnociencias y educación, propiedad intelectual, aspectos éticos y sociales de la nanotecnología y su desarrollo en Costa Rica, y nanoarte en conjunción con artes y humanidades.

Es importante resaltar la necesidad de establecer de manera consensuada los nichos de mercado con los cuales Costa Rica podría ser exitosa en el mercado mundial, con el desarrollo y venta de productos nanotecnológicos de alto impacto. Finalmente, los resultados de esta propuesta deberían culminar en un informe que indique el norte a seguir el desarrollo y sostenibilidad de la nanotecnología en Costa Rica en los próximos años, y que sea una herramienta eficaz a ser empleada por la Estrategia del Siglo XXI.

2.2.4. Cogno

*Mauricio Molina Delgado
Director, Maestría Académica en
Ciencias Cognoscitivas.
Universidad de Costa Rica*

En las ciencias cognoscitivas confluyen una serie de enfoques teóricos y metodológicos, los cuales hasta hace relativamente pocos años se fueron desarrollando de manera aislada en busca de explicaciones sobre el funcionamiento de la mente y el cerebro. Es así como los aportes de la psicología, las neurociencias, las ciencias de la computación, la lingüística, la antropología, la filosofía, la economía y otras disciplinas, entran en un diálogo franco que a través de los últimos 50 años ha demostrado ser altamente productivo y desafiante⁷⁰.

Temas que hace unos cuantos años parecían no ser tratables desde una perspectiva científica, hoy en día constituyen las interrogantes y respuestas de una comunidad académica de alto nivel, abriendo así un nicho en el que las instituciones costarricenses deben necesariamente involucrarse. De otro modo, las universidades y otras entidades dedicadas a la investigación y a la academia estarían quedando francamente rezagadas ante los

70. Bermúdez (2010).

retos propios esta área del conocimiento. No se debe olvidar que precisamente el estudio del cerebro ha sido considerado por los países desarrollados como un campo prioritario, de modo que nuestro país no puede quedarse atrás en las investigaciones sobre la cognición.

La relevancia de la investigación básica es razón suficiente para que nuestro país se involucre en esta área, pero también debe agregarse que son múltiples las aplicaciones que pueden vislumbrarse desde las ciencias cognoscitivas, y que en el caso de un país como Costa Rica las posibilidades son múltiples y solo dependen de nuestra capacidad creativa. De ahí la importancia de evadir las barreras mentales, combinando campos y tradiciones aparentemente inconexas como las que conforman a las Ciencias Cognoscitivas. De hecho, la misma producción de ideas innovadoras a partir de relaciones remotas representa un rico campo de investigación para esta nueva disciplina, a partir del estudio de las combinaciones conceptuales y la resolución creativa de problemas⁷¹.

Entre los diversos ámbitos donde las Ciencias Cognitivas han mostrado potencial para el

desarrollo de aplicaciones mencionaré solo unos cuantos. En primer lugar el desarrollo de software inteligente y de herramientas de interacción ser humano-máquina, incluyendo interfaces accesibles para personas en condición de discapacidad. Actualmente en nuestro país se han realizado esfuerzos en esta línea desde el Centro de Investigación en Neurociencias de la Universidad de Costa Rica. En segundo lugar me refiero el aporte que las Ciencias Cognoscitivas le pueden brindar a las Ciencias de la Educación y a la producción de materiales didácticos y diseños curriculares a partir del conocimiento acumulado desde la psicología cognitiva. Relacionado con esto deben incluirse los nuevos enfoques de medición y evaluación en los que se identifican habilidades cognitivas de los sujetos, así como el desarrollo de intervenciones que puedan colaborar en el desarrollo de habilidades y destrezas vinculadas a la resolución de problemas, tales como la metacognición, la resolución de problemas, la toma de decisiones, etc. Deben considerarse también los avances en el ámbito clínico y terapéutico a partir tanto de los avances en neuroimagen como de diversas técnicas cognitivas. También cabe mencionar la utilidad de identificar factores cognitivos que influyen en diversos aspectos de la vida

71. Ward, Smith, y Vaid (1997).

cotidiana y en posibles riesgos asociados, tal sería el caso del estudio de la atención, la percepción y la memoria y sus consecuencias dentro del tránsito vial y aéreo, y también las aplicaciones al ámbito del derecho en el caso de las capacidades humanas en la identificación de sospechosos de actividades delictivas por parte de testigo oculares. Otro aspecto a considerar es el estudio de la toma de decisiones en el ámbito económico y social, así como y la identificación de sesgos que apartan a las personas del razonamiento lógico o del cálculo de probabilidad. El estudio de las metáforas conceptuales que se manifiestan de forma lingüística pero que posiblemente estructuran nuestros modos de pensamiento es otra de las aplicaciones que se han desarrollado recientemente. Finalmente mencionaré los aportes al ámbito de la convivencia social, donde se han estudiado ampliamente los aspectos cognitivos asociados a los estereotipos y prejuicios de género, nacionalidad, orientación sexual, grupo étnico, condición de discapacidad, etc. En nuestro país ya se ha trabajado en esta línea a través del Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Universidad de Costa Rica.

Como dije anteriormente, estos son solo algunas de las aplicaciones que actualmente

se han desarrollado, pero el horizonte de posibilidades futuras será tan amplio como lo sean nuestras propias mentes.



Procesos de Creación de Conocimiento

- ▶ 2.3.1. Investigación Científica
- ▶ 2.3.2. Desarrollo Tecnológico
- ▶ 2.3.3. Innovación

Vasija tripode de cerámica, soportes con diseños de peces. Región Gran Chiriquí. 800 d.C. - 1000 d.C.



Es difícil separar de alguna manera los diferentes estadios de creación del conocimiento y establecer ontologías donde, con frecuencia y casi de forma segura, aparecerán contraejemplos. No obstante, el hacer uso instrumental de algún sistema de categorías permite estructurar una lógica de discurso dentro de la CTI. Para efectos de este PNCTI, se ha establecido un criterio de demarcación capturado por tres fases de creación de conocimiento particularizadas y cuyo significado es socialmente conocido: investigación básica, desarrollo tecnológico e innovación. Si fuese necesario caracterizarlas de manera rápida por una breve explicación basada en intencionalidad, y de forma correspondiente al orden en que fueron enunciadas, puede decirse que en el primer caso el propósito es comprender de manera fundamental el porqué de los fenómenos, el segundo el cómo puede utilizarse un conocimiento particular para resolver un problema y el tercero es el cómo generar riqueza a partir de explotar la utilidad de un descubrimiento o desarrollo. Al igual que en el caso del Estado de la CTI en Costa Rica, estos ingredientes son los que agregan madurez a la mezcla en el caldero de la producción de conocimiento con diferentes niveles de añejamiento.

2.3.1.

Investigación Científica



Francisco J. Torres Rojas
 Profesor e Investigador, Escuela de
 Ingeniería en Computación.
 Instituto Tecnológico de Costa Rica

Cuentos de Cosas Básicas

Empecemos con una selección bastante arbitraria de relatos de la Historia de la Ciencia:

- En 1736, Leonhard Euler, el mejor matemático del Siglo XVIII, dedicó su valiosísimo tiempo a resolver el simpático pero nada práctico problema de *Los Puentes de Königsberg* que consistía en saber si había forma de hacer un circuito que visitará todos los siete puentes de la ciudad de Königsberg sin repetir ninguno y que regresará al punto de partida.
- En 1857, el matemático William Hamilton, inventa el “*icosian game*”. El objetivo de este juego infantil era colocar clavijas en un tablero, que correspondía a un dodecaedro aplastado, de tal forma que todos los vértices fueran visitados una sola vez antes de regresar al punto de partida.
- En 1847 y 1854, el matemático George Boole publica un par de oscuros libros de

lógica con los que pretende modelar matemáticamente las “leyes del pensamiento”, y a los que, según cuenta la leyenda, Boole mismo no les veía ninguna aplicación práctica.

- A finales de la década de 1960, los microbiólogos Thomas Brock y Hudson Freeze realizaron un poco llamativo estudio de campo en el Parque Yellowstone. Entre otras cosas, reportaron la existencia de una bacteria que ellos llamaron *Thermus aquaticus* por su peculiar capacidad para vivir en las altas temperaturas de los geysers, prosperando a los 70°C y soportando hasta 80°C.

En su momento, los trabajos anteriores fueron financiados por sus gobiernos sin ningún apoyo directo ni visible de las fuerzas industriales de cada época. Por suerte, tampoco ninguno fue cuestionado respecto a la aplicación inmediata de sus resultados a los intereses de sus mecenas.

Estos son unos pocos ejemplos de lo que usualmente llamamos **investigación básica**. Leedy y Ormrod⁷² la definen como “*aquella*

⁷². Leedy y Ormrod (2013).

cuya intención es mejorar el conocimiento básico de nuestro mundo físico, biológico, psicológico, o social; o iluminar un fenómeno histórico, cultural o estético”. Podemos alegar que los trabajos matemáticos de Euler y Hamilton estaban más cercanos a iluminar fenómenos estéticos, que el trabajo de Boole estaba en una intersección entre la estética matemática y la indagación psicológica, y que evidentemente los hallazgos de Brock y Freeze buscaban incrementar un inventario biológico.

Pero, el lector atento ya habrá notado la trampa pues se sabe que de esta lista aparentemente inofensiva de indulgencias o vagabunderías académicas⁷³ se deriva una parte muy significativa de nuestro mundo tecnológico e industrial moderno y posiblemente la supervivencia misma de nuestra especie. ¿Cómo así?

Revisando en orden inverso, encontramos que de la *Thermus aquaticus* hallada por Brock y Freeze se extrae la enzima termoestable *TAQ polimerasa*, elemento clave en el PCR (*Polymerase Chain Reaction*), tecnología que

permite amplificar minúsculas muestras de ADN y que se ha constituido en la piedra angular de enormes progresos en Ciencias Forenses, Medicina, Agricultura y que en esencia creó el campo de la Biotecnología⁷⁴. Huelga decir que hay una industria multimillonaria actual asociada a estas actividades⁷⁵. Por su lado, los libros de lógica de Boole - estudiados si acaso en cursos universitarios de Filosofía - fueron redescubiertos en la década de 1930 por los investigadores que trabajan en el diseño de los primeros computadores digitales y tal fue su éxito que se puede atribuir a la ahora llamada “álgebra booleana” la génesis de la Electrónica Digital y de la Ciencia de la Computación, disciplinas que definen casi de manera absoluta nuestra vida moderna y que sostienen directa o indirectamente toda la economía del planeta⁷⁶. De los intereses lúdicos de Hamilton y Euler, nacen conceptos que conocemos hoy en día como “rutas hamiltonianas” y “rutas eulerianas” y que en Bioinformática constituyen el núcleo de algoritmos de ensamblaje de ADN para secuenciación de largas cadenas de material genético, otra industria multimillonaria

73. Hay quienes las llaman “platos de babas”.

74. Brock (1997).

75. Snyder (2007).

76. O'Regan (2008).

que permite en última instancia detectar males genéticos, diseñar medicamentos y salvar vidas⁷⁷. Hay que señalar también que, al resolver el problema de los puentes de Königsberg, Euler prácticamente creó la Topología y la Teoría de Grafos, ambas herramientas fundamentales de cosas como... Internet.

Acá sólo nos gustan las cosas que sirvan para algo

Es común oír hablar de investigación básica como la contraparte de su “hermana exitosa” la **investigación aplicada**. Leedy y Ormrod⁷⁸ la definen como *“aquella que se dirige a temas que tengan una relevancia inmediata en las prácticas, procedimientos y políticas actuales de nuestra sociedad”*.

El concepto operativo en esta definición es “relevancia inmediata”. No se acepta un colchón de años, ni de décadas, ni jamás de siglos antes de percibir efectos prácticos y tangibles de la investigación en nuestras circunstancias. Una segunda restricción viene de su carácter “dirigido”. Desde el inicio se

sabe muy bien para qué es que va a servir la investigación, por lo que es muy fácil decidir si hubo éxito o fracaso, más allá de la desvalorada, dicen algunos, idea de aprender algo que no sabíamos antes. Cuando la investigación aplicada es fructífera, sus resultados tienden a ser muy visibles, fáciles de despertar el interés de la prensa, aplaudidos por el gran público y frecuentemente explotados por los políticos de turno.

Aunque muy merecidas, las sensaciones de éxito y de rápida gratificación de la investigación aplicada pueden llevar a distorsiones en la manera como se debe entender la investigación científica, y al establecimiento de prioridades y políticas de financiamiento.

La Falsa Dicotomía

A pesar de las elegantes definiciones de investigación básica e investigación aplicada dadas en Leedy y Ormond⁷⁹ y muchos otros textos semejantes, hay que insistir en que ninguna de ellas es esencial a las mecánicas, reglas, pautas y prácticas aceptadas de la

77. Pevzner (2001).

78. Leedy y Ormrod (2013).

79. Idem.

Ciencia. Más que nada, estas definiciones tienen un carácter aclaratorio respecto a cómo se perciben externa o políticamente estas actividades. Hay muchas más semejanzas que diferencias entre estos tipos de investigación supuestamente tan distintos.

Para empezar, ambas labores tienen que seguir el Método Científico, dándole alegría a Alhazen y a Bacon. Las dos deben ser escépticas, formales, rigurosas, exigentes y sobre todo brutalmente honestas. El fraude científico o el plagio son tan repudiables en la demostración de un teorema matemático como en la fabricación de un producto industrial.

En los dos casos, se debe haber planteado un **problema científico** no resuelto que sea importante e interesante. Los investigadores tienen que conocer con detalle todo lo que se haya hecho alrededor de este problema en cualquier parte del mundo y en cualquier momento. Es incompetente e inaceptable alegar desconocimiento de algún trabajo publicado que se relacione al mismo tema.

Las dos investigaciones parten de observaciones del *status quo* que incluyen al fenómeno natural o artificial de interés y

todo el conocimiento al respecto acumulado por científicos previos. Tanto el investigador básico como el aplicado deberá proponer una explicación a lo que observan redactada en la forma de una **hipótesis científica** que debe tener tantas virtudes explicativas como sea posible⁸⁰ (e.g. no radical, profunda, poderosa, simple, modesta, etc.) pero que sobretodo sea consistente con las observaciones y que sea refutable o falseable tal como exige Popper. Sin este último requisito estamos en los terrenos de la pseudociencia y de la charlatanería.

Dada la indispensable propiedad de refutabilidad, la hipótesis científica se puede presentar en la forma normalizada como la implicación $P \Rightarrow Q$, es decir creemos que siempre que sucede o que hagamos P va a suceder Q . Esto dicta la estructura básica de los **experimentos científicos** que deben realizarse para ya sea tratar de refutar la hipótesis o para conseguir evidencia que la refuerce. Por ejemplo, hacemos muchas veces P y vemos si todas las veces ocurre Q . En investigación básica o en investigación aplicada, una sola excepción aniquila la regla. Luego, muchas veces **no** hacemos P o hacemos

80. Lipton (2004).

“no P” y vemos si Q ocurre a pesar de estas condiciones, lo cual implicaría que en realidad P nunca fue necesario. Hay protocolos bien conocidos por los científicos respecto a cómo hacer estos experimentos (cosillas como grupo de control y grupo experimental, aislamiento de variables, replicaciones, control de ruido, etc.). Es totalmente irrelevante si la investigación es básica o aplicada para juzgar si un experimento fue realizado de manera apropiada. De hecho, sería muy peligroso suponer que un tipo u otro de investigación está eximido de hacer experimentos controlados.

Finalmente, los dos tipos de investigación deben analizar sus resultados, posiblemente usando herramientas estadísticas que los protejan de sesgos subjetivos, y documentar todo el proceso en la forma de un *paper* que se debe someter a la despiadada crítica del *peer review* para buscar su publicación.

En un país como Costa Rica es más enriquecedor e importante preocuparnos de si una investigación está “bien hecha” o “mal hecha” desde un punto de vista científico, y no tanto de si es aplicada o básica.

¡Pero “seremos pobres”! Hagamos solo cosas aplicadas

Un cuentillo que anda por ahí dice así:

El pueblo de los necios escogió un alcalde lleno de buenas intenciones para traer progreso a sus conciudadanos. Decidió que para hacer una mejor utilización de recursos, iría paulatinamente convirtiendo las muchas y empinadas cuestas del pueblo, de tal forma que siempre tuvieran un solo sentido y que esté siempre fuera hacia abajo. Cada semana anunciaba con emoción la nueva cuesta favorable a la gravedad. Su discurso incluía palabras tales como costo/beneficio, estratégico, pragmático y relación con la industria. El día que inauguró la última fue especialmente alegre... hasta que alguien notó que todos habían quedado atrapados en la parte más baja del pueblo de los necios.

Es de necios favorecer e influenciar que se haga sólo un tipo de investigación. Además, es particularmente miope y oportunista hacer solo la llamada investigación aplicada por sus buenos usos en las relaciones públicas de instituciones y políticos, o en la tan manoseada “relación con la industria”. Para empezar, la frontera entre investigación básica e investigación aplicada es gris y borrosa. Muchas aplicaciones industriales penden de un hilo esperando por la demostración de un teorema matemático de imposibilidad, o de una técnica de optimización cuyo tiempo de

ejecución sea $\Theta(n \times \log(n))$; por el otro lado, muchos resultados de aplicación práctica y comercial inmediata llevan a redefinir fundamentos teóricos que eran sagrados (hay un buen número de elegantes resultados de computación distribuida teórica que dicen que la Internet es imposible).

Si bien los resultados de la investigación aplicada son más sonoros, su ámbito tiende a ser más estrecho y circunstancial. La Electrónica aplicada es un buen ejemplo de esto. Caso contrario son los hallazgos de la investigación básica, que precisamente por su ausencia de una aplicación inmediata, tienden a revelar verdades más poderosas y resistentes al tiempo. Ya a nadie le interesa como fabricar un mejor *floppy disk* y es menos probable que les interese dentro de un siglo, pero dentro de mil años -si es que sobrevivimos- igual se enseñará el Teorema de Pitágoras.

Un riesgo enorme correría Costa Rica si decide que podemos alimentarnos de la investigación básica que se haga en otros países y dedicarnos únicamente a favorecer la investigación aplicada. Resulta que, contrario a clichés y estereotipos, las personas que hacen investigación básica en nuestro país no son un puñado de egoístas antisociales que viven en

las muy mentadas torres de marfil, sino que tienden a ser personas brillantes, generosas con sus conocimientos, muy laboriosas y muy productivas que para poder prosperar en su actividad deben ser profundos expertos en los fundamentos de sus disciplinas. Esto los convierte en recursos muy escasos, muy valiosos y totalmente indispensables para los “investigadores aplicados” locales.

Un ecosistema científico saludable requiere la existencia de los dos tipos de investigación. Ambos merecen estímulo, financiamiento y reconocimiento. Sería más prudente preocuparnos por que se haga “buena investigación científica” que por encasillarla en un tipo o el otro. Tal vez es mucho pedir que una elegante demostración matemática nueva, o un algoritmo más eficiente aparezcan en las primeras planas de los periódicos nacionales junto a los resultados del fútbol del domingo, pero la asignación de recursos no debiera ser un concurso de popularidad ni un truco político para hacer lucir bien a los que toman las decisiones. Debemos ser más inteligentes que eso. No seamos como en el pueblo de los necios, y no nos quedemos atrapados en la parte más baja del mundo de la Ciencia.

2.3.2.

Desarrollo Tecnológico

Antonio Collantes

Costa Rica ESSN R&D Center - Site

Leader

Hewlett Packard

En el mundo, hoy en día la forma como interactúan y se comunican los seres humanos ha venido transformándose alrededor de los avances tecnológicos de las últimas décadas. Estos avances han generado gran cantidad de riqueza a los países y lugares donde se ha invertido en el talento humano capaz de llevar a cabo esta revolución, basados en el poder de las ideas y de la aplicación de las ciencias básicas a través de las ingenierías. Siendo Costa Rica un país pequeño con grandes riquezas naturales no exportables o convertibles en materia prima de productos básicos nos ha llevado a entender que la inversión más grande y estratégica para el país es la inversión en educación.

Dentro de las diferentes áreas de conocimiento se puede observar claramente en la historia de los países más poderosos como la inversión en tecnología ha sido fundamental para generar nuevos mercados y ayudar a redistribuir la riqueza y dar oportunidad a nuevas personas. Posiblemente en la próximas décadas más oportunidades se abrirán para continuar evolucionando la forma como

los seres humanos nos desarrollamos e interactuamos y estas nuevas oportunidades serán generadas por personas y países que continúen invirtiendo en la formación de personas en áreas como las ingenierías; que en últimas serán los encargados de continuar transformando la humanidad.

Las innovaciones tecnológicas, como la llegada del automóvil, el transporte aéreo, la computadora personal y las redes de computadores (internet siendo la más grande) son algunos ejemplos de invenciones que han radicalmente transformado nuestra sociedad. Todas ellas tienen en común el aspecto fundamental de las ingenierías siendo responsable de convertir los avances científicos y el mejor conocimiento colectivo de nuestra humanidad en tecnologías y productos que han facilitado nuestras vidas.

La inversión que haga Costa Rica en educación y especialmente en atraer los jóvenes a las ingenierías tendrá un efecto importante en los años venideros para que el país siga moviéndose hacia una economía basada en el conocimiento y que este conocimiento se traduce en mejoría de aspectos básicos para nuestro país como la aparición de nuevas empresas que generen empleos de calidad,

sostener la inversión extranjera a través de una mano de obra calificada, que hoy es difícil conseguir en el mundo y finalmente la generación de productos (concebidos 100% en Costa Rica) que mejoren la calidad de vida de las personas.

Uno de los retos importantes para el país es atraer la mujer a carreras tecnológicas. Se requiere un trabajo constante y consciente para mostrar cómo a través de las ingenierías se transforma y mejora la vida de las personas. También se debe trabajar con las familias para hacerles ver como mejores oportunidades laborales van a estar disponibles para personas que decidieron el camino de la tecnología. En cualquier proceso innovador la diversidad es un elemento muy importante y el día de hoy la diversidad de género en la ingeniería es muy baja.

Para concluir si miramos la historia, la inversión de Costa Rica en educación ha sido capaz de generar todo un clúster de empresas de tecnología que el día de hoy presta desde servicios muy básicos de atención al cliente hasta investigación y desarrollo. Esto ha traído consecuentemente un incremento en el nivel de vida de los Costarricenses con acceso educación y especialmente aquellos

que decidieron estudiar ingenierías. La evolución que se está dando ahora donde el país es menos competitivo para trabajos como manufactura, servicios básicos de llamadas hace que sea muy importante que la fuerza laboral del futuro está mejor preparada y que el país continúe sufriendo profesionales que puedan ayudar a seguir consolidando las empresas y tipos de negocios que existen hoy. Una de estas áreas sino la más importante es evidentemente el clúster de empresas de alta tecnología.

2.3.3.

Innovación

David Bullón Patton
Director de Innovación
Ministerio de Ciencia, Tecnología y
Telecomunicaciones

El Foro Económico Mundial⁸¹ considera a Costa Rica como un país en transición de tener una economía basada en la eficiencia a una economía basada en la innovación. Para un país de renta media-alta como el nuestro, fomentar la innovación es uno de los pilares fundamentales para impulsar el desarrollo.

En esencia, la innovación ocurre cuando una nueva idea se implementa para crear valor para la sociedad. Debajo de esta extensa sombrilla calzan agentes de innovación que tienen diferencias importantes en los objetivos que persiguen y en las estrategias que adoptan para innovar.

En primer lugar, existe una distinción importante entre la innovación empresarial y la innovación social, que se relaciona con diferencias en la manera en la que la innovación puede crear valor para la sociedad. La innovación empresarial es impulsada por empresas con fines de lucro y el valor creado

81. Foro Económico Mundial (2013).

beneficia a la sociedad primordialmente a través de su contribución a la generación de riqueza y empleo. La innovación social es impulsada por empresas sociales, organizaciones sin fines de lucro y el gobierno; el valor creado beneficia a la sociedad primordialmente a través de su contribución al bienestar de los clientes o beneficiarios⁸². Es importante destacar que estas distinciones realmente son parte de un continuo en el que hay híbridos entre ambos extremos que cumplen ambos objetivos, como es el caso de las empresas sociales.

Aunque su objetivo sea distinto, tanto los innovadores empresariales como los sociales escogen sus estrategias de innovación de la misma caja de herramientas. La tercera edición del Manual de Oslo⁸³ identifica cuatro estrategias principales de innovación: innovación de producto/ servicio, innovación de proceso, innovación de mercadeo e innovación del modelo organizacional. La innovación de producto/servicio crea valor a través de productos o servicios nuevos o mejorados. La innovación de proceso crea valor a través de nuevos métodos de

producción o entrega. La innovación de mercadeo crea valor a través de nuevos métodos de comercialización. Finalmente, la innovación del modelo organizacional crea valor a través de modificaciones en el lugar de trabajo, en las relaciones exteriores y en la aplicación de decisiones estratégicas.

Estas definiciones básicas de la innovación y sus diferentes tipos no han cambiado en las últimas décadas, sin embargo la manera en la que innovación se genera ha cambiado sustancialmente. En el pasado la economía global operaba bajo el supuesto de que la innovación era un fenómeno que solamente se podría observar en países avanzados. Este viejo paradigma enaltecía el rol de estos últimos tanto en el origen de las innovaciones como en su destino. Se pensaba que las actividades de I+D+i solamente podrían efectuarse en mercados avanzados y la gran mayoría de estas innovaciones apuntaban a resolver necesidades de países desarrollados. El resto de los países debían adoptar las nuevas tecnologías desarrolladas en el extranjero con el pasar del tiempo. En la actualidad, el crecimiento de los mercados emergentes ha cambiado la dinámica de la innovación global. Ha emergido un nuevo paradigma que podríamos llamar Innovación

82. Phills, Deiglmeier y Miller (2008).

83. Manual, O. (2005).

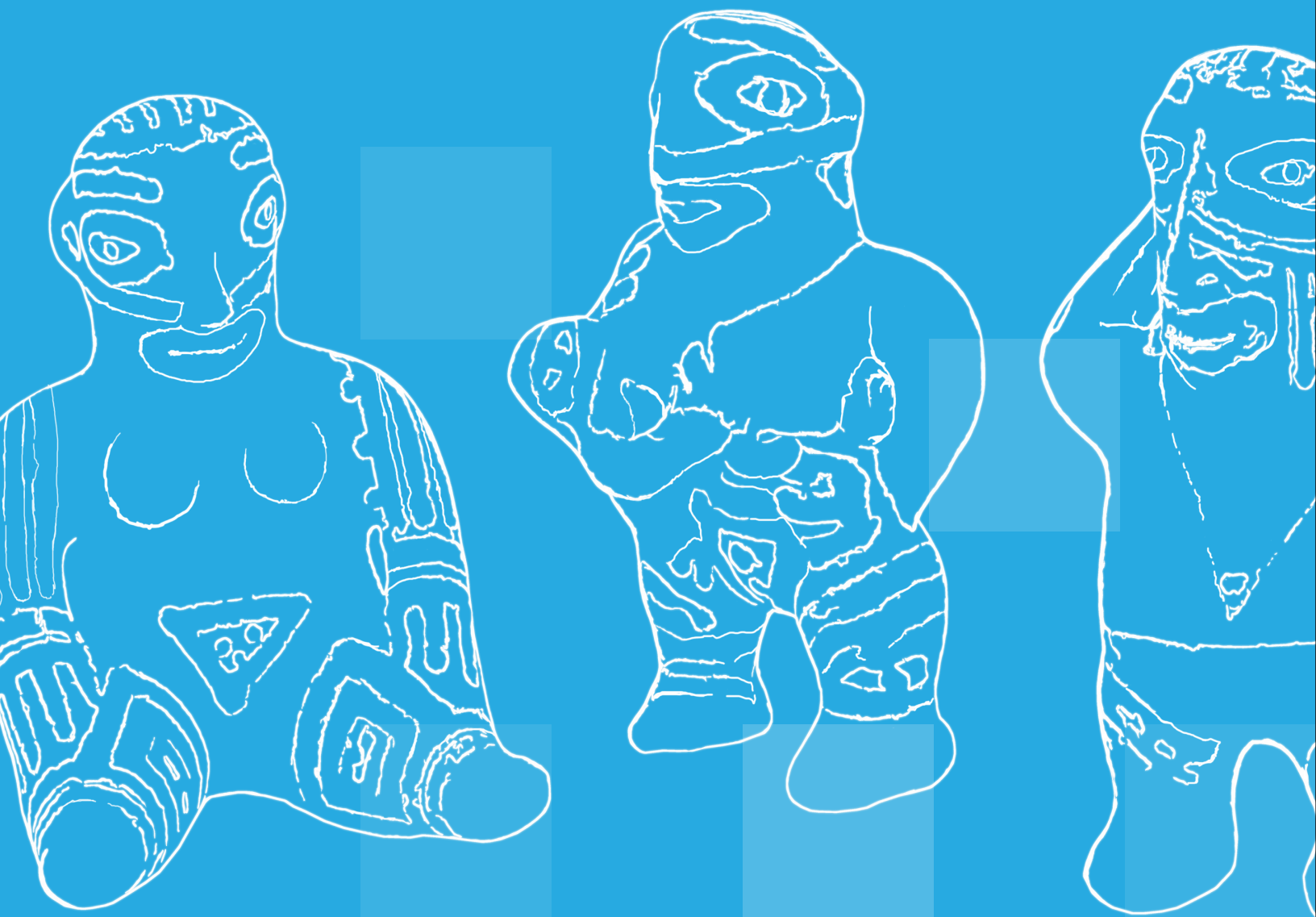
2.0, en el que los países de renta media están asumiendo un rol protagónico tanto en el origen como el destino de las innovaciones.

Esta revolución nace de una mayor consciencia de la importancia de la *innovacion para el desarrollo* y de un movimiento hacia la *innovación inversa*. La OCDE⁸⁴ y otros organismos afirman que los alcances de la innovación van mucho más allá de las fronteras de los países que por mucho tiempo han ocupado los primeros puestos en los estudios comparativos sobre la innovación. Posicionan el concepto de la innovación para el desarrollo, en el cual las mejores mentes innovan para resolver problemas que limitan el desarrollo económico, social y medioambiental de su país. Muchas de estas soluciones resultan ser más eficientes y baratas que soluciones similares desarrolladas en países avanzados y forman parte de un proceso de innovación inversa, a través del cual innovaciones desarrolladas en y para mercados emergentes son adoptadas en países de renta alta, invirtiendo el flujo de la transferencia de tecnología⁸⁵.

Dentro del movimiento emergente de la innovación 2.0, un país como el nuestro está posicionado para impulsar su propio desarrollo mientras contribuye al avance de la frontera tecnológica.

84. OCDE (2012).

85. Govindaran (2012).



Comunidades

- ▶ 2.4.1. Sociedad en general
- ▶ 2.4.2. Sector Público
- ▶ 2.4.3. Academia
- ▶ 2.4.4. Medios de Comunicación
- ▶ 2.4.5. Empresas de Inversión Externa Directa
- ▶ 2.4.6. Empresas Nacionales
- ▶ 2.4.7. Incubadoras y aceleradoras de negocios
- ▶ 2.4.8. Emprendedores

Figuras antropomorfas. Región Gran Chiriquí. 1000 d.C. - 1500 d.C.



La complejidad de la CTI, y de su aplicación al desarrollo nacional, radica en su transversalidad intrínseca a todas las actividades humanas. Si bien es cierto que el concepto de sociedad es una generalización conveniente para el tratamiento homogéneo durante la creación de políticas a gran escala, comprender su estructura interna es insustituible para construir instrumentos que permitan optimizar los diferentes mecanismos que permiten generar impacto a partir del conocimiento en la calidad de vida de los habitantes. Durante el proceso de definición de este PNCTI se han identificado nueve grandes comunidades que, a pesar de tener traslape entre sí, están bien definidas a través de sus expectativas, retos comunes, posibilidades y limitaciones. Atender los retos y las limitaciones es clave para construir el mapa de ruta hacia la competitividad, la prosperidad y el bienestar. A partir de esta identificación, el diseño de las políticas nacionales establecidas como objetivo sectorial en este Plan será estructurado hacia la factorización de los elementos comunes a todas las comunidades para su resolución, así como hacia la creación de instrumentos especializados en cada caso. Esta labor de satisfacer necesidades diversas de los sectores en la organización de la sociedad, presente en las épocas precolombinas, se mantiene hasta nuestros días.

2.4.1.

Sociedad en general



Alejandra León Castellá
 Directora Ejecutiva
 Fundación CIENTEC

Se requiere de conocimiento científico-técnico, profundo, diverso y ampliamente distribuido, y de una sociedad costarricense curiosa, creativa e involucrada para incrementar la competitividad y construir la prosperidad y el bienestar a futuro.

La ciencia, la tecnología y la innovación son pilares fundamentales para resolver los retos, actuales y futuros, y deben impulsarse, priorizando la “comunicación de la ciencia” en sus múltiples formas, como eje transversal y componente indispensable para nutrir una sociedad más igualitaria, participativa y de crecimiento continuo. Porque es a través de la apropiación social de la ciencia que se enriquece la cultura con más conocimiento, y se forjan pobladores mejor equipados para enfrentar los retos, desarrollar su potencial y contribuir en las soluciones nacionales.

Para generar comunidades más vivibles, ante al crecimiento poblacional y de las ciudades, el grupo multidisciplinario internacional de estudio “Future Earth”⁸⁶ urge sobre las

transformaciones profundas requeridas de CyT, urbanismo y de los pobladores (en patrones de consumo, transporte, trabajo, vivienda, enfrentamiento a riesgos, entre otros). Por ello resulta imprescindible impulsar el desarrollo del capital humano, en las crecientes urbes y frente a los retos agrícolas, marítimos, industriales y turísticos, que se extienden desde las ciudades al campo y a lo largo de las costas.

Será necesario desarrollar entidades, recursos y estrategias de divulgación de CyT que apoyen el crecimiento de una ciudadanía ávida de conocimiento, dispuesta a enfrentar cambios, resiliente y buscadora de soluciones solidarias e innovadoras. Como lo han identificado en foros internacionales, se necesitan espacios seguros para dialogar sobre los temas controversiales de CyT y sus efectos en la sociedad⁸⁷ y para promover la participación colectiva en la construcción de imaginarios sostenibles.

De esta sociedad saldrán más jóvenes visionarios que se formen en ciencias, matemática, tecnologías e ingenierías, para empujar los límites de conocimiento

86. Future Earth. www.futureearth.org

87. Declaración de Toronto (2008).

y la innovación, que a su vez requerirán de la comunicación científica de dos vías, para socializar los avances y para encausar las investigaciones en respuesta a las preocupaciones y temas relevantes de su comunidad⁸⁸. Este intercambio desarrollará escenarios compartidos y forjará el apoyo social y político requerido para la continuidad de los esfuerzos por el desarrollo del país.

Como lo han hecho en otras regiones para lograr estos objetivos, la comunicación de la ciencia en Costa Rica deberá diversificarse a través de múltiples formatos (conferencias, exhibiciones, espectáculos, demostraciones, talleres, debates y diálogos, café científicos, podcasts, videos, video juegos, etc.) para servir de puente creativo entre el conocimiento y la sociedad. También ganará aliándose con otras áreas de la cultura (arte, teatro, diseño, danza y más), la tecnología y la educación, generando canales de interacción a través de todos los medios posibles (radio, TV, internet, revistas, etc.) y proyectándose por medio de instituciones de la sociedad civil, del sector público y privado (universidades, museos de ciencia, acuarios, zoológicos, reservas y parques, exhibiciones viajantes, clubes, etc.),

para generar procesos significativos que acompañen y motiven a los ciudadanos a través de sus vida. Continúan como barreras los estereotipos de científicos y tecnólogos, que necesitan renovarse para fomentar una visión más inclusiva y plural, menos individualista y más colectiva, de los procesos, oportunidades y logros de la tecno-ciencia nacional y mundial, y de los actores que la impulsan.

La revolución digital ha cambiado radicalmente la relación con la tecnología, ha producido nuevas modalidades de comunicación y aprendizaje, creando un mar de recursos e información en el que también abunda la desinformación, la manipulación y el abuso. Por ello, se deberá continuar el desarrollo de fuentes confiables de información, el apoyo a redes de divulgadores de la ciencia, y el impulso a estrategias de alfabetización digital. Fomentar buenas prácticas digitales, desde seguridad individual, hasta la participación en proyectos colaborativos nacionales e internacionales, estimulará a los costarricenses en esta “Era de la Descentralización”⁸⁹.

Por otro lado, el impulso a un “movimiento de creadores” (llamado Maker Movement en

88. Declaración de Mechelen (2014).

89. Resnick (1997).

inglés) que posibilite el acceso a instrumentos y equipos sofisticados, que proponga, guíe y apoye el diseño y construcción de objetos, que extienda las posibilidades comunes de los ciudadanos, convirtiéndolos en artífices de su realidad, son parte integral de una verdadera apropiación social de la ciencia. Oportunidades para la inmersión vivencial en proyectos de “ciencia y sociedad”, así como la participación en grupos de afición en diferentes temas de ciencia y tecnología, disolverán los límites entre trabajo y entretenimiento, impulsando a sus participantes.

Finalmente, esta explosión de formas de llevar CyT a la sociedad requerirá de esfuerzos en la profesionalización de la comunicación de la ciencia en Costa Rica, como lo lideran otros países de América Latina⁹⁰ y otras regiones del mundo. De esta manera, se asegurará el continuo desarrollo de ciencia, tecnología e innovación, y se potenciará una sociedad más involucrada en sus transformaciones.

90. Massarani, Luisa (2014).

2.4.2.

Sector Público

Jorge Ortega

*Director del Área de Modernización del
Estado*

Iván Acuña

*Funcionario de la Unidad Estudios
Especiales*

*Ministerio de Planificación Nacional y
Política Económica*

En los tiempos actuales, la ciencia, tecnología e innovación son ejes principales para generar desarrollo en las personas y en la sociedad, ante ello es relevante que el sector público se apropie e impulse la aplicación de dichas temáticas a su gestión, esto con el fin de brindar bienes y servicios acordes a las necesidades ciudadanas. Así, al pensar en una gran temática como la innovación y modernización de la gestión pública, dos son los elementos que pueden conllevar a una mejor gestión pública, tanto a nivel de sector público centralizado y descentralizado, como a nivel local o municipal:

1. Gobierno abierto: Según la Organización de Estados Americanos⁹¹, el Gobierno abierto “es una política pública que agrupa los conceptos de transparencia, participación y colaboración de los ciudadanos en las políticas públicas en donde la información y datos

91. OEA (2014).

gubernamentales juegan un rol esencial". Basada en principios de transparencia, colaboración, y participación, la idea es que un gobierno colaborativo resuelva los problemas, de forma en que, todos los agentes de la sociedad tengan la oportunidad de participar y negociar de manera colectiva, usando la capacidad y conocimiento de cada uno de estos actores, en un contexto de transparencia de la información, donde se disponga de manera ágil y en tiempo real de lo que se necesite para poder tratar a fondo cualquier problema de orden público. Asimismo, debe existir el incentivo y el espacio que proporcione el Gobierno para realmente tener participación de diferentes agentes, de manera que el flujo de información se mantenga constantemente retroalimentado por dichos actores.

Asimismo, deben habilitarse las herramientas para respetar y ejecutar fielmente el derecho de acceso a la información pública. Éste es un derecho que tienen todos los ciudadanos de buscar y recibir información del Estado. Esta información, sin embargo, debe existir de manera que no contribuya a una degeneración de la gestión efectiva, sino que sea el ciudadano que pueda, de forma autónoma y responsable, establecer sus propios parámetros de búsqueda, y que la administración sea

responsable de proporcionar la plataforma para que se puedan conseguir esos datos requeridos. En este sentido, a la tecnología y la innovación son herramientas primordiales para el sector público.

2. Gobierno Electrónico: El Gobierno Electrónico es la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) al funcionamiento del sector público, con el objetivo de incrementar la eficiencia, la transparencia y la participación ciudadana⁹².

Las TIC's como elemento de apoyo para desarrollar un buen gobierno, son fundamentales en el emprendimiento de cualquier proyecto de mejora de la gestión pública. Esto implica alcanzar mayores niveles de eficacia y eficiencia en el quehacer gubernamental, mejorando los procesos y procedimientos del gobierno, aumentando la calidad de los servicios públicos, incorporando mayor y mejor información en los procesos decisivos y facilitando la coordinación entre las diferentes instancias de gobierno. Esto opera tanto para el nivel central de la administración, así como para el descentralizado, en el cual las instituciones

92. Idem.

que conforman el sector público han mostrado ciertas dificultades y problemas para el desarrollo de sus funciones y una adecuada prestación de los servicios públicos, ante lo cual necesitan, sin duda, revisar sus procesos y la gestión, para determinar cómo las TIC's podrían coadyuvar a brindar servicios públicos de forma efectiva, igualitaria y oportuna, en todo el país. Un caso en el cual se podría maximizar la utilización de las TIC's es el sector municipal, en el cual será necesario analizar a profundidad su gestión, de manera que, no quede solo en el discurso y en la inversión la verdadera capacidad y oportunidades de todo el sector descentralizado para la toma de decisiones y su ejecución.

Así, los municipios deberían tener la particularidad de estar más cerca del ciudadano, y ésta puede ser una plataforma ideal para desarrollar una nueva dinámica Estado-ciudadano: una estrategia que podría generar mayor participación, siempre que se fortalezca y se estudie cómo involucrar más allá a los Gobiernos Locales en la vida de los ciudadanos. Esto por supuesto, deberá contar necesariamente con procesos de innovación en la gestión municipal.

Al respecto, la OEA⁹³ indica que “no sólo se trata de introducir tecnología en los procedimientos convencionales del municipio, se trata además de repensar, de reinventar la gestión de la administración pública poniendo al ciudadano en el centro de esa reinención. El catalizador de esta renovación de la administración pública son las TIC's”.

Así, existen temas en los que sin duda se beneficiaría la mejora en la gestión pública; entre ellos se pueden citar temas de innovación, visión de largo plazo, estrategias nacionales/locales de planificación, presupuesto público participativo, calidad de los servicios públicos, mejoras en el servicio civil de cara a una transformación del empleo público en Costa Rica; todo esto en el marco de la participación de la sociedad civil en la planificación y evaluación de la gestión pública y las subsecuentes políticas públicas que se estarían generando.

93. Ibidem.

2.4.3.

Academia

Dr. Luis A. Fallas López
Instituto de Investigaciones Filosóficas
Universidad de Costa Rica

En el convulso ambiente de las revueltas estudiantiles del año 68, uno de los más importantes filósofos vivos de nuestro tiempo, Jürgen Habermas, en un conocido texto en el que critica el denominado racionalismo capitalista, resumiendo la clásica lectura de Max Weber de este fenómeno, señala:

la planificación puede ser concebida como una modalidad de orden superior de la acción racional con respecto a fines: tiende a la instauración, mejora o ampliación de los sistemas de acción racional mismos. La progresiva «racionalización» de la sociedad depende de la institucionalización del progreso científico y técnico⁹⁴.

Según esto, incluso para hacer frente a esta manera de hacer y pensar irremediablemente estamos en manos de la llamada racionalidad moderna, una que obliga a avanzar sin echar atrás de modo alguno y con un sentido determinado por el propio sistema. Frente

94. Habermas(1996, pp. 53-4).

a ello, Habermas, sin duda animado por el desencanto de la época, trata de retratar el carácter político en un sentido ideológico que marcaba este circuito de desarrollo, en el que bastaría involucrarse para verse llevado por las garras de su autosuficiencia, en un juego que no se puede abandonar. De ahí que en nombre de la libertad, la humanidad, la justicia, y una serie de valores que suelen marcar lo que soñamos tener, proponía poner un límite a esta "ideología" que en última instancia nos llevaría al agotamiento de la propia vida.

Hoy, cerca de medio siglo después, pese a todas las advertencias, tal racionalidad desarrollista parece seguir siendo la misma, y los espacios alternativos están bastante más escindidos. Las ciencias y las tecnologías han tomado prácticamente todos los países, al punto de que los que con suma dificultad apenas llegamos a constituir un punto en el gran texto de la Modernidad, soñamos con establecer nuestras propias metas y lanzarnos a la vanguardia del conocimiento; además en el día a día vemos cómo la agenda de cada país está en el diseño de estrategias de innovación y crecimiento. Con todo lo cual la visión weberiana aparece triunfal en el horizonte, seamos o no capaces de seguir el ritmo del desarrollo que lleva esta sociedad, hayamos

logrado o no el nivel de modernización que se espera en nuestra contemporaneidad.

Mas, valga retomar en parte lo que esas voces disidentes de finales de los 60 quisieron expresar, aunque encauzadas por las palabras de otro filósofo alemán, Martin Heidegger, quien ya en 1950 en su *Pregunta por la técnica* cuestionaba nuestra capacidad de autodeterminación frente a lo que paradójicamente es producto nuestro, básicamente porque no atendemos con suficiente distancia a lo que es tan evidente que parece que siempre hubiera estado allí:

Todo está en manejar de un modo adecuado la técnica como medio. Lo que queremos, como se suele decir, es «tener la técnica en nuestras manos». Queremos dominarla. El querer dominarla se hace tanto más urgente cuanto mayor es la amenaza de la técnica de escapar al dominio del hombre⁹⁵.

Para este pensador alemán los fenómenos científico-tecnológicos son nuestra esencial forma de ser, de actuar, de vivir, pero parecemos estar en sus manos, como si

95. Heidegger (1994, p.10).

ya no fuesen instrumentos posibles para nosotros, sino actores externos definidores de todo lo nuestro. Esto puede terminar siendo apocalíptico, en la medida en que ya no seamos nosotros sino lo que hemos hecho lo que importa, y así ya no seríamos nosotros los que somos, sino lo otro. De esta manera, por ejemplo, en el juego de la tecnología irremediablemente o te incorporas o no eres: ¿Quién existe ahora sin redes sociales o sin internet? ¿Quién podría asumir las tareas contemporáneas sin dejar de convertirse en un miembro más de un gran sistema? ¿Cómo huir de la red que nos conecta al mundo?

Esta mirada nos hará recordar algunos clásicos del cine y la literatura, en los que irremediablemente termina la humanidad al borde de la extinción, rodeada de escombros, basuras tecnológicas y sobre todo autómatas que eficazmente acaban con el peor virus de la naturaleza, nosotros. Sin embargo, ella no tendría por qué tomar ese cariz, que la vuelve insurrecta y fantasiosa –al menos así lo esperamos-; de hecho es factible en un sentido positivo, y además parece de algún modo necesario que hagamos un alto antes de seguir en la carrera por las tendencias que van marcando moda en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Lo que propone Heidegger quizás sea evidente, pero no es tan comprensible para nosotros, sobre todo porque las amenazas o los extremos han sido marginados gracias a que, como cuando aprendemos a ver películas de terror, terminamos acostumbrados a que nos asusten con revólveres falsos o con máscaras que sabemos que esconden fantasías, que no pueden ser ciertas. Es como ver morir en un videojuego: nadie sale herido realmente, y si duele, es porque nos excedimos en el jugar mismo. Pero esto no es necesariamente cierto: las tecnologías relativas a la alimentación, por poner algún ejemplo, que parecieron dar la gran solución al hambre del mundo, sí permitieron abrir mercados emergentes, incluso nos hacen pensar que el crecimiento poblacional no tiene por qué suponer que la tierra no va a alcanzar para suplirnos; pero los costos en realidades humanas y medioambientales son muy altos; además el hambre no desapareció, y sí un buen número fórmulas alternativas de alimentación, que supuestamente no estaban en cuestión. Si hablamos del crecimiento en la producción de artefactos electrónicos, la situación parece maravillosa, incluso nuestro país ha incursionado en ello con relativo éxito; pero la basura tecnológica está a la vista, ni qué decir de la sobreinversión (en múltiples sentidos)

a que nos lleva el mercado en este tipo de cosas –casi hay más teléfonos inteligentes que personas capaces de usarlos y de pagarlos; la imagen de un tugurio con una pantalla plana de última generación y sin comida que repartir para ver la película no es nada extraña, y cómo no ver que la hipercomunicación nos ha desconectado de la realidad inmediata; entre otros fenómenos-. Por otra parte, el gran desarrollo de las tecnologías médicas y farmacológicas ha generado un enriquecimiento extraordinario en algunos sectores y un notable empobrecimiento en algunas de nuestras instituciones de beneficencia; además de generar la idea de que sin la alta tecnología no somos capaces de sobrevivir.

Por supuesto, en los casos de los que hemos hablado el mal parece estar en el mercado, en el egoísmo y sobre todo en la ambición de algunos por pasar por encima de todo; pero tampoco se trata de culpar a unos cuantos, porque cada uno de nosotros tiene su cuota. A modo de ejemplo, todos esperamos que los fondos de inversión que sustentan nuestras pensiones generen ganancia, para tener una vejez con algún grado de seguridad, y lo mejor para ello es que crezca el mercado de valores y se den ganancias; por otro lado, en la cultura

del éxito y la innovación la clave está en pasar por encima de los demás, sea o no bueno lo que ofrecemos. Por eso la virtud del sistema de desarrollo está en ver la eficacia de nuestro crecimiento: como cuando crecimos en nuestro país sin tener que mirar al lado, pues los otros estados más bien estorbaban.

Vale recordar que una tarea fundamental de quien asume la proyección de lo venidero, es pensar con suma criticidad lo que supone esperar, y además debe tener un marco que delimite sus suposiciones. En este sentido hay propuestas que pueden considerarse excesivas, como aquellas que coartan las libertades básicas en la investigación o las que las sujetan a criterios de rentabilidad; así como se encuentran otras que por el contrario apuestan casi a ciegas por todo lo que sea nuevo o genere expectativas financieras. Pero es obvio que entre el defecto y el exceso, como dice Aristóteles, siempre debe haber un justo medio.

Valga recordar cómo hace ya décadas que se propusieron las llamadas éticas de futuro, que de alguna manera intentaban imponer en algunos espacios una cierta moderación que importa recordar. Según estas filosofías, es obligatoria la lectura de las consecuencias

a mediano y largo plazo de los actos, y es precisamente desde allí desde donde se deben plantear criterios para la deliberación y la decisión relativa a los mismos. Estas corrientes, que en general empezamos relacionando con el pensamiento de Hans Jonas y su obra *El Principio de la responsabilidad*⁹⁶, van más allá de la natural contención que supone la prudencia en los actos, así como de la tendencia al establecimiento de criterios de medición del riesgo, que suelen relacionarse más con un sentido de conveniencia y sostenibilidad. Jonas se atreve a postular una suerte de trascendentalismo en el que al menos un principio no admite reparos, la responsabilidad, sobre todo aquella que aplica a los actos cuyos resultados se reflejan en generaciones futuras; es decir, antes que centrarnos en los hechos pasados imputables, como ocurre normalmente, debemos aprender a asumir las consecuencias que pueden venir por acciones u omisiones actuales, aunque idealmente a largo plazo. Si hablamos, por ejemplo, del uso o abuso de combustibles fósiles, aunque es preocupante lo que ya se deja ver en el medioambiente, en nuestras ciudades o en nuestra propia salud, antes tenemos que ver qué puede ocurrir a las generaciones que

nos sucederán: ¿Qué les dejaremos?, ¿cuánto de lo que ahora disfrutamos se mantendrá disponible?, ¿desaparecerán posibilidades?; todavía, ¿qué podrá sobrevivir de lo nuestro?, ¿habrá humanidad en lo venidero? Mirar desde ahora hacia un futuro en el que no estaremos nosotros mismos, es la manera de establecer la medida de nuestra responsabilidad.

Evidentemente en esta visión hay un problema que sopesar: ¿a quién se responsabiliza específicamente, cuando en el sentido estricto todos somos culpables? Esto amerita sin duda un cambio de perspectiva sobre la posibilidad de la imputabilidad; pero lo crucial está en que se nos compromete en lo ético antes que en lo jurídico, y lo hace a la manera del imperativo categórico kantiano, porque es una exigencia en la que no median intereses sino el propio sentido del deber. Esta obligación no permite que sigamos haciendo lo mismo que hasta ahora, porque llama a la frugalidad y a la contención generalizadas, rompiendo con el esquema del crecimiento, el aumento del consumo y del mercado y sus correspondientes ganancias.

Por supuesto, esta ética, al menos en el enfoque jonasiano, en muchos sentidos se mantiene en una línea dura, como se puede

96. Jonas (1995).

ver en sus escritos relativos a cuestiones bioéticas⁹⁷. Aunque es factible contener sus pretensiones, sobre todo porque su esquema de comprensión parece prudente y adecuado a nuestros tiempos.

En línea con la idea de un desarrollo científico-tecnológico en el país, se trataría de medir las posibilidades tomando como meta la Costa Rica a 40 o 50 años plazo. Así, fijarse solamente en cuántos de nuestros científicos brillarán, cuántas patentes podrán generar, cuántos compromisos de gestión podrán cumplir, resulta empobrecedor para una mirada verdaderamente responsable. Hay que presupuestar, pero a la manera de alguien que apuesta por una vida entera y está pensando primero en sus nietos.

Junto a ello, es necesario establecer las condiciones básicas para mantener el bienestar de la comunidad, lo cual exige considerar también los tiempos que vivimos, las necesidades que con equidad podemos solventar y capacidades que podemos promocionar. En este sentido, una ciencia que apueste por ir a la cabeza sin tener presentes las mayorías sociales, no está a la

vanguardia, sino en retroceso. Por otra parte, una tecnología o ciencia que esté en función de problemas que solo tangencialmente nos atañen, por admirable que parezca, merece el apoyo de aquellos a quienes sirve, pero no debería ser nuestra prioridad. Y, por otra parte, un desarrollo que no mida la relación riesgo-beneficio, sobre todo a largo plazo, es discutible en todos los sentidos.

En un momento como el presente, en el que no necesariamente estamos inscritos en un gran proyecto que nos deje atados de manos, y en el que deberíamos estar más bien en capacidad de dar golpes de timón, antes que aligerar el paso para ponernos a tono con los tiempos, lo que se exige es prefigurar qué podemos ser sin autoengaños, ni promesas de gran envergadura cuando no se cumple con lo básico.

En esto la perspectiva debe ser la del que cuenta con poco, pero todo lo ha ganado a base de esfuerzo, sin casualidades ni favores, además a sabiendas de que hay que tener paciencia, continencia y prudencia; aún más, y en esto podemos atender a las razones jonasianas –que recuerdan lo que anunciaban Heidegger y Habermas–, hemos de lanzar una mirada hacia adelante, lejos de los más

97. Jonas (1997).

inmediatos intereses, para ver si lo que planeamos realmente podrá generar alguna mejora frente a lo que tenemos.

No obstante, ¿a quién se le puede ocurrir invertir en algo que no se toca, ve ni disfruta de inmediato? Evidentemente el Estado y sus instituciones, pero a fin de cuentas y primariamente a todos y cada uno de nosotros, si es que queremos dejar algo que valga la pena.

2.4.4.

Medios de Comunicación

Annie Umaña Campos

Coordinadora

Unidad de Divulgación Científica

Universidad Estatal a Distancia

La ciencia, como la música, necesita de un intérprete para poder escuchar sus resultados. En la ciencia, a este interprete se le llama “divulgador científico”. En esta frase que le he escuchado ya a dos amigos y divulgadores de profesión, se describe por qué es importante que la ciencia esté en los medios de comunicación social, desde los tradicionales como la televisión, la prensa y la radio, hasta los digitales. Esto cumple una función indispensable en la democratización del conocimiento⁹⁸.

Actualmente los medios de comunicación social no solo informan y comunican lo que sucede, sino que forman opinión y educan a la ciudadanía. Teóricamente esta función debería ser objetiva, pero muchas veces no se cumple este requisito debido a la visión o ideología que se manejan en las empresas propietarias de los medios.

Es necesario crear conciencia en las personas dueñas y funcionarias de medios

98. Tichenor et al. (1970).

de comunicación sobre la importancia de divulgar los logros de la ciencia, para educar a la sociedad y formar opiniones en la población, especialmente dentro de la juventud para promover que opte por una carrera científica. Ya que como dice un slogan de Televisa, el poder está en el conocimiento, quien tiene el conocimiento tiene el poder, el poder de cambiar y mejorar la calidad de vida del ser humano. Este es el gran compromiso social que tienen los medios de comunicación.

La comunidad científica, que incluye especialistas en tecnología e innovación, y los medios de comunicación deben ser conscientes de su responsabilidad de dar la oportunidad a la población de apropiarse del conocimiento que se produce en todas las instituciones.

Dado que la mayoría de las personas dedicadas a la ciencia no saben divulgar a nivel general, lo hacen solo a nivel de gremio, la función de los medios de comunicación se vuelve trascendental y necesaria para lograr que el mensaje sea comprensible y fiel. Esta tarea es titánica según el área por divulgar, ya que en muchas ocasiones la tarea se vuelve difícil debido al lenguaje científico, algunas

veces muy especializado, o al hacer referencia a contextos poco conocidos⁹⁹.

Es deber de los comunicadores ser conscientes del potencial de la ciencia para mejorar la calidad de vida, y llevar ese conocimiento a la sociedad; sin dejar de lado que la ciencia es un proceso de elaboración continuo, y todos los días se descubre algo que cambiará el desarrollo de la humanidad.

Es un gran paso para Costa Rica que en el **Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación** se pondere adecuadamente el papel de la divulgación científica y de los medios de comunicación; esto permitirá que la sociedad se beneficie directamente de la producción de las instituciones nacionales en estas áreas.

99. Yong-wei (2004).

2.4.5.

Empresas de Inversión Externa Directa

*Coalición Costarricense de Iniciativas
de Desarrollo*

Es generalmente aceptado que el aumento de la productividad total de los factores (PTF) impulsa el crecimiento económico de un país y por ende el bienestar de sus habitantes $y=AL^\alpha K^{1-\alpha}$ se considera una función de producción típica en donde A es la productividad total de los factores: L de trabajo y K de capital). También la acumulación de K y L ayudaría al mismo propósito. Sin embargo, la PTF aparenta ser mucho más importante (no depende de la intensidad de uso de cada factor). Dicho aumento de productividad es logrado generalmente mediante el progreso tecnológico y, con él, el crecimiento económico suele estar basados principalmente en la creación de nuevos conocimientos o en la adaptación y transferencia de tecnología extranjera disponible.

A eso se le debe sumar la calidad del capital humano. Las mejoras en la educación y las destrezas crean habilidades para la innovación y la absorción de conocimientos en un país. Precisamente, las mejoras en las destrezas laborales, el cambio tecnológico y su interacción, son los factores determinantes del crecimiento de la PTF y el avance de la economía. Los

cambios en los niveles tecnológicos parecen explicar gran parte de las tendencias desiguales de crecimiento y bienestar entre países y regiones. Estos elementos se interrelacionan dentro de lo que algunos llaman “economía del conocimiento”¹⁰⁰.

El centro de acción es la empresa, donde se toman las decisiones coordinadas sobre el reclutamiento de destrezas, entrenamiento, adopción de tecnologías, investigación y desarrollo e innovación. En un lado del modelo se ubica el sistema formal de educación avanzando desde formación básica hacia la terciaria y de postgrado. En otro lado se encuentra el conjunto de canales de transmisión de tecnologías externas, instrumentos de política e instituciones para promover la adopción, adaptación y creación de nuevos métodos de organización, producción y mercadeo de las empresas.

La educación básica generalizada y la estabilidad macroeconómica son prerrequisitos del proceso de adopción, adaptación y creación de tecnologías por parte de las empresas. Las destrezas que los trabajadores adquieren mediante la educación secundaria, educación

técnica y educación terciaria permiten a las empresas adoptar y adaptar la tecnología de una manera más eficiente. Aquellas destrezas logradas con estudios de postgrado (especialmente en los campos de ciencia e ingeniería) facilitan la creación y desarrollo de nuevas tecnologías en la empresa. LA IED y la apertura al comercio internacional, y de forma más general, las presiones competitivas, crean un ambiente que promueve la innovación y la transferencia de tecnologías externas.

Incentivos gubernamentales bien diseñados y el apoyo para el entrenamiento y las actividades de I&D en las empresas pueden servir como soporte a la actividad innovadora. Para que el sistema funcione de manera eficiente, sus componentes individuales deben estar apropiadamente conectados por medio de redes que ayuden a superar problemas de coordinación y asimetrías de información. A medida que un sistema se construye, las sociedades transitan desde el estancamiento tecnológico hacia un proceso en el cual los individuos y las firmas se involucran con la absorción de conocimientos (mediante la educación, la adopción y la adaptación de tecnología), para luego pasar a un nivel de creación de conocimientos (desarrollo de nuevas tecnologías y ciencia básica).

100. De Ferranti et al. (2003).

La elaboración de cualquier política tecnológica debiera considerar a la ciencia y a la empresa como caras de la misma moneda. Se debieran organizar recursos, tanto humanos como económicos con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos; la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los ya existentes el desarrollo de dichas ideas en prototipos de trabajo; y la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y uso. Eso se resume en el aforismo Innovación = Invención + Desarrollo. El proceso de innovación es lo que a veces se llama ciencia en el sentido de la investigación más o menos pura. La explotación se refiere al desarrollo comercial de esas ideas. La investigación científica conlleva incertidumbre acerca de lo que se aprenderá, la velocidad con que se podrá progresar o si lo que se aprenderá podrá ser utilizado en aplicaciones prácticas. Los descubrimientos fortuitos que emergen de la ciencia sugieren que la investigación científica se realiza mejor bajo condiciones que permitan mucha libertad a los investigadores para que exploren distintas rutas en su búsqueda del conocimiento¹⁰¹.

101. Brascomb y Florida (1998).

Las empresas, en cambio, tiene el objetivo de conseguir rentas económicas. Las innovaciones tecnológicas brindan a las empresas monopolios temporales (mediante las patentes) y, por lo tanto, poder de mercado. Para ello es necesario que el conocimiento sea apropiable (algo parecido fue dicho por Schumpeter¹⁰²). Por supuesto, las firmas necesitan desarrollar capacidades propias de I&D para tener capacidad de absorción de nuevas tecnologías. Puesto que el conocimiento puede ser difícil de apropiar, las empresas no necesariamente invertirán todo lo que podrían (aún bajo el supuesto de perfecta apropiabilidad) en I&D.

El gobierno podría, entonces, intervenir para brindar mecanismos de apropiación e incentivos para generar mayores cantidades de inversión privada, invertir en I&D para cerrar la brecha que producen las fallas de mercado y asegurar que el conocimiento se difunda en la sociedad. Al Estado, en resumen, le interesa la rentabilidad social de la inversión en I&D No puede esperarse que todas las innovaciones permanezcan contenidas dentro de un sistema nacional de innovación, pero la meta debería ser que la I&D, realizada con fondos públicos o privados fluya

102. Schumpeter (1942).

hacia firmas del país para que la utilicen a su conveniencia. Ambos factores, los mecanismos de protección de la propiedad intelectual y los mecanismos de acceso al financiamiento para la innovación tecnológica, que podrían denominarse instrumentos genéricos de política tecnológica, pueden servir para desarrollar el caldo de cultivo necesario para fomentar la innovación tecnológica en el país.

La inversión en I&D tiene 3 rasgos específicos:

- Es un bien público al ser parcialmente excluible y no rival¹⁰³. Bien público porque una vez se ha producido una cantidad, ésta puede ser consumida simultáneamente por todos los individuos. Cuando se puede excluir del consumo a quien no pague, decimos que el bien público es excluible. No rival significa que el costo marginal del consumo de un individuo adicional es cero.
- Genera externalidades positivas ya que parte del nuevo conocimiento es aprovechado por otras empresas que operan en el mismo sector, en otros sectores o incluso en otros países (spill-over)¹⁰⁴.

103. Arrow (1962).

104. Griliches (1992), Nadiri (1993).

- Tiene efecto sobre la productividad y el crecimiento.

Estos tres rasgos se utilizan habitualmente como argumento para justificar la implementación de políticas públicas de fomento a la inversión de I&D tales como subvenciones, súper deducciones, amortizaciones aceleradas y crédito fiscal como los instrumentos más utilizados por los países desarrollados como incentivo a la inversión en I&D. Estos instrumentos tienden a ser más complementarios que sustitutos. Existe correlación positiva entre el monto de inversión I&D como porcentaje del PIB y tamaño y variedad de incentivos estatales ofrecidos para que las empresas inviertan en I&D en esos países. Sin embargo, la evidencia empírica (elasticidades de precio) no es concluyente. En términos generales, los incentivos fiscales y financieros ayudan a atraer inversión en I&D, pero no está claro el tamaño óptimo de dichos incentivos. Además, existe una correlación positiva entre monto de inversión como porcentaje del PIB y fortaleza de la base científica de un país. A mayor número de científicos por cada millón de habitantes mayor es la inversión en I&D. Finalmente, existe una fuerte correlación positiva entre nivel de transferencia tecnológica y bienestar de la sociedad medido en PIB per cápita.

2.4.6.

Empresas Nacionales

Rolando Dobles Madrigal
Director de Encadenamientos para la
Exportación, PROCOMER

Costa Rica ha logrado posicionarse como una de las democracias latinoamericanas más innovadoras, aprovechando su inversión en educación pública, estabilidad política y enfoque a la exploración de nuevos mercados. No obstante, estos atestados están perdiendo vigencia y cadencia rápidamente, por lo cual vemos como nuestros inmediatos competidores se acercan de manera decidida, poniendo en peligro nuestras aspiraciones de ser un país desarrollado por medio de una economía basada en el conocimiento.

Esta economía a la que aspiramos, está compuesta por diversos tipos de actores, de los cuales destaco dos muy distintos pero a la vez, directamente relacionados: las empresas de origen local que aspiran a desarrollarse e incursionar en mercados internacionales y las empresas provenientes de la inversión extranjera directa, que plantean nuevas exigencias técnicas y en capacidad productiva a las primeras.

En el escenario ideal de dicha relación, en el cual la empresa local está en condiciones de

brindarle los bienes y/o servicios que requiere la exportadora, deriva en un desarrollo directo y sostenido de las capacidades domésticas, al absorberse no sólo el conocimiento de la transferencia, pero además, en el crecimiento de la empresa suplidora y el ensanchamiento de la cadena de valor, incorporando elementos de investigación, desarrollo e innovación, lo cual redundará en mayor valor agregado a la exportación directa.

No obstante, la inmensa mayoría de los encadenamientos no son de generación espontánea y por lo tanto, exigen un alto nivel de compromiso y dedicación por parte de los actores en alinear objetivos, capacidades y entregables, aspectos que finalmente se traducen en tiempo y costo que deben ser cubiertos por el suplidor doméstico en la mayoría de casos. Este nivel de exigencia obliga también a las empresas a contar con los recursos técnicos y especialmente, humanos, para hacerle frente apropiadamente.

El personal que requiere tanto las empresas domésticas como las foráneas es evidentemente preparado por nuestro sistema educativo, el cual no suele reaccionar tan ágilmente a las señales del mercado y por lo tanto, no ha preparado en la cantidad y calidad

requeridas a los ingenieros y profesionales en ciencias exactas que actualmente se están necesitando. Si bien es cierto, esta situación ha ido solventándose en los años recientes, por medio de la incorporación de nuevas universidades públicas y privadas, así como carreras universitarias con alta demanda como las ciencias aplicadas; aún queda una brecha importante que superar especialmente en áreas de especialización y doctorados.

No obstante, el origen de esta situación es aún más profundo de lo que usualmente se logra identificar, ya que además de implementar medidas en la educación terciaria, se debe trabajar con igual ahínco en los niveles primarios y secundarios de nuestra educación, incorporando en sus planes de estudios la importancia de la matemática como instrumento por excelencia para la resolución de problemas y además, la aplicación de las ciencias exactas como vía para incrementar el valor agregado de nuestros procesos, productos y servicios.

Esta introducción temprana a la ciencia, técnica y tecnología en los estudiantes, permitirá que más costarricenses consideren a las ciencias exactas e ingenierías como un medio de superación profesional real y bien

remunerado, logrando así una importante atracción de talento a las áreas de actividad económica más relevantes en la actualidad y en el futuro cercano. Este conocimiento acumulado y talento disponible, le brindará al país una ventana de oportunidad única para impulsar de manera decidida la innovación como motor de desarrollo humano, social y económico, permitiendo con esto la generación de nuevos y mejores emprendimientos.

Será entonces, cuando como país y sociedad estemos convencidos que la ciencia, ingeniería e innovación son la plataforma requerida para nuestra superación económica, que lograremos dar los pasos en la dirección y velocidad adecuada, estableciendo un diferenciador importante con nuestros inmediatos vecinos y el globo en general. Esta alineación de objetivos y prioridades permitirá dotar al país del sistema de innovación necesario para que las nuevas generaciones tomen ventaja del conocimiento acumulado y la aplicación del mismo para aumentar radicalmente nuestra competitividad y generar los encadenamientos productivos hacia las cadenas globales de valor.

2.4.7.

Incubadoras y aceleradoras de negocios



Luis Alonso Jiménez Silva
Gerente
Agencia Universitaria para la Gestión
del Emprendimiento
Universidad de Costa Rica

La doble importancia

La ciencia y la tecnología han sido un elemento estratégico para el ejercicio de la incubación y la aceleración de proyectos emprendedores en todos los países desarrollados, por lo tanto, si aspiramos a que estos proyectos generen actividades y organizaciones capaces de crecer de forma dinámica¹⁰⁵ y de sostenerse en el tiempo gracias a ventajas competitivas difíciles de imitar, debemos orientar también nuestros esfuerzos a

105. Definir el emprendimiento dinámico en el contexto latinoamericano es complicado tal y como lo indica PRODEM en su documento: Políticas de fomento al emprendimiento dinámico en América Latina Tendencias y desafíos, este documento indica que: “para la OCDE, una empresa gacela tiene entre 4 y 6 años de vida, al menos 10 ocupados y una tasa de crecimiento promedio anual mayor o igual al 20% durante los últimos 3 años (OCDE-Eurostat, 2007). En tanto el FOMIN, en la Guía de Aprendizaje sobre Emprendimiento Dinámico, lo define como “aquel nuevo o reciente proyecto empresarial que tiene un potencial realizable de crecimiento gracias a una ventaja competitiva -tecnológica o no- como para al menos convertirse en una mediana empresa, es decir, que opera bajo una lógica de acumulación generando ingresos muy por encima de los niveles de subsistencia del propietario que son reinvertidos en el desarrollo del emprendimiento y que crece muy por encima de la media de su sector”.

impulsar el emprendimiento dinámico de base tecnológica. El uso de ciencia y la tecnología de forma intensiva genera barreras de entrada que desestimulan o ralentizan la competencia y si estas son propietarias pueden además, dar una ventaja muy importante de tiempo como proveedor único y posibilitar posteriormente el crecimiento dinámico por medio del licenciamiento de derechos de explotación a terceros, que a su vez obtienen beneficios sin necesidad de hacer la inversión de base que fue necesaria.

El emprendimiento dinámico que se alcanza sin una base científica o tecnológica fuerte y/o propietaria, es más fácil de imitar e incluso estimula la competencia de los grandes actores de cualquier sector, pues el éxito llama la atención y genera necesariamente respuestas competitivas que pueden no sólo imitar el emprendimiento rápidamente, sino que además pueden sobrepasarlo, gracias a una capacidad más grande de inversión y de gestión en la cadena de valor o bien termina comprándolo, para en muchas ocasiones restarle dinamismo. A pesar de ello, por la mismas razones es más sencillo y rápido, por ello que la mayor parte del emprendimiento dinámico que se genera a nivel global y local se fundamenta en innovaciones al modelo

de negocios, la comercialización o la forma en que el producto o servicio se adapta a las necesidades de sus clientes.

Tomando en cuenta lo anterior, es fácil explicar el por qué nuestros emprendedores con hambre de crecimiento prefieren desarrollar proyectos donde la innovación se fundamenta en variantes creativas al modelo de negocios y la forma en que este se adapta a las necesidades de los clientes potenciales. Pues es menos complicado y por lo tanto, se acopla mejor a una sociedad y cultura que no perciben una necesidad tan acuciante de arriesgar. Sin embargo, muchos de estos emprendedores son estudiantes universitarios o se han egresado de forma reciente y entonces no están tan alejados de donde se genera la mayor parte del conocimiento científico y tecnológico en Costa Rica, sea propio o adaptado, como lo son nuestras universidades¹⁰⁶. Algunos de ellos, inclusive participaron en proyectos de investigación y desarrollo por medio de

106. El informe nacional sobre el rol de la universidades en el desarrollo científico-tecnológico de Costa Rica en la década de 1998-2007, consigna con claridad cómo y por qué en Costa Rica las universidades son claves en este aspecto: "Las unidades de investigación de las universidades públicas son la columna vertebral de la ciencia y la tecnología en Costa Rica, realizan la mayor parte de la investigación científica y albergan a más de 1400 personas dedicadas a la investigación".

su trabajo final de graduación, de grado o posgrado. Por lo tanto, si tomamos en cuenta que muchos de ellos escogieron carreras saturadas en las que es difícil obtener el trabajo que sueñan, estamos frente a una buena oportunidad para interesarles por la innovación de base tecnológica.

Claro está, que en nuestro contexto es importante estimular todos los tipos de emprendimiento, incluyendo el emprendimiento por subsistencia, que si bien no dinamiza la economía de forma tan importante como el dinámico, es fundamental para la reducción de la pobreza y la movilidad social, entre tanto, contribuye de forma relevante a la generación de una cultura más proclive a asumir riesgos y a dar reconocimiento al esfuerzo emprendedor. Sin embargo, si no se estimula de forma especial el emprendimiento dinámico de base tecnológica, estaríamos desaprovechando la inversión que hemos hecho en ciencia y tecnología desde hace 40 años, una ventaja competitiva país de la que se habla poco como tal, pero que es de gran valor en el contexto regional y reconocida en el contexto global.

En los países desarrollados no todos los emprendimientos de base tecnológica

son dinámicos, sin embargo, mucho de estos compensan esa carencia resolviendo problemas y necesidades locales relevantes. En Costa Rica, esto se da también, pero hay grandes oportunidades de mejora, en virtud de que la mayoría de las investigaciones que realizan nuestras universidades son aplicadas y por lo tanto están más cerca del mercado. Para ello, es fundamental motivar y darle oportunidades a las unidades de investigación para que acerquen al mercado los resultados que tengan esa vocación y a los estudiantes de grado y posgrado, para que como parte de sus deberes académicos puedan ir desarrollando oportunidades para innovaciones de base tecnológica, a partir de los conocimientos generados o adaptados por las unidades de investigación de la universidades, ya que los jóvenes van a estar en mayor disposición de asumir riesgos y los investigadores van a estar en capacidad de seguir apoyándolos en el futuro.

El emprendimiento y la innovación de base tecnológica como se ha dicho no es sencillo, por lo tanto requiere adicionalmente de un

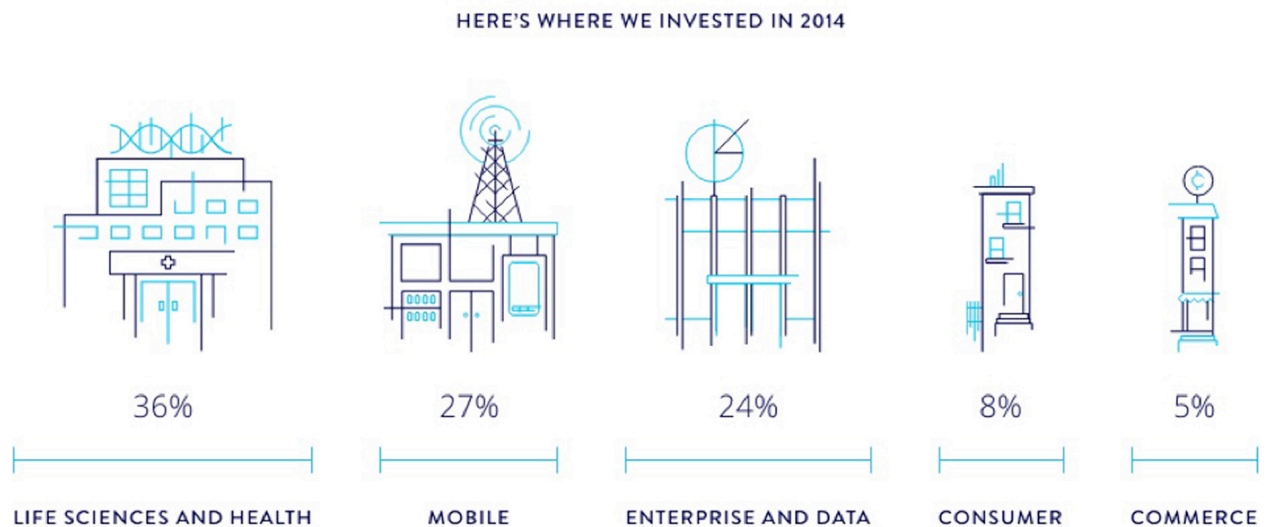
estímulo diferenciado¹⁰⁷ y tal diferenciación debe incluir también particularidades sectoriales, pues por ejemplo no es lo mismo exportar a través de Caldera, como en el caso de productos alimenticios funcionales, que hacerlo por medio de internet en caso de las aplicaciones y tecnologías móviles, pero en ambos ejemplos hay beneficios diversos y complementarios. Si además, se estimulan sectores en los que tenemos ventajas comparativas país, como es el caso de la biotecnología en virtud de nuestra elevada biodiversidad o de las energías limpias dado el potencial hídrico, eólico y marino de nuestra geografía, es muy posible que alcancemos ventajas relevantes más difíciles de imitar. A modo de ejemplo, resulta muy interesante ver la forma en que una empresa como Google,

107. La CAF en el documento: *Emprendimientos dinámicos en América Latina - Avances en Prácticas y Políticas* señala que: "En la tensión entre base tecnológica e innovación y la delgada línea que puede unirla, somos partidarios de dejar a los ministerios de ciencia o las áreas de investigación aplicada el *technology punch* y a las agencias de apoyo, desarrollo, competitividad e innovación empresarial el *technology pull*. Esto no es antojadizo ya que el arranque o *Start-Up* de unas y otras puede requerir nutrientes de ecosistemas completamente distintos, combinados con otros más comunes entre ambos. Por ejemplo, el primero requerirá educación empresarial de científicos, uso de laboratorios o instrumental científico sofisticado y manejo de propiedad intelectual, mientras que el segundo requerirá primero el descubrimiento de mercado y luego el empuje de océanos azules para sobrevivencia empresarial y el posterior crecimiento".

nacida a partir de algoritmo de búsqueda muy superior a lo existente en el momento, se constituye hoy en una empresa global que al cumplir 14 años en bolsa tenía 391.400

millones de dólares, que invierte de forma mucho más diversa de lo que cualquiera podría suponer, pues la mayor porción de la inversión de Google Ventures se ubicó en ciencias de la vida y salud, como se muestra

Figura N 4
 Distribución de las Inversiones de Google Ventures en el 2014
 Fuente: Google Ventures. <https://www.gv.com>



en la Figura N4:

De igual forma un país tan pequeño como el nuestro debe asegurar una inversión de esfuerzo y recursos diversificada incluyendo las diversas formas de emprendimiento e innovación, pero poniendo especial atención a lo que podamos derivar de la inversión

realizada en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Otro ejemplo relevante puede tomarse de Chile, un país latinoamericano que ha mejorado mucho en los últimos años en el impulso del emprendimiento y la innovación de todo tipo, pero en especial la de base tecnológica ajustada a las posibilidades y realidades de su sector productivo, al repasar

las innovaciones que presenta el documento de la Academia Chilena de Ciencias: Innovación basada en conocimiento científico, donde se hacen observaciones muy interesantes:

- Todos los casos de innovación analizados se iniciaron como estudios de ciencia básica
- Parte importante de la responsabilidad del desarrollo recae en investigadores talentosos y motivados
- La multidisciplinariedad es necesaria en numerosos tipos de innovaciones
- El desarrollo de una innovación de este tipo demora al menos entre 5 y 10 años
- El sistema universitario no ha incorporado la innovación entre sus acciones prioritarias
- La gestión de la innovación necesita estructuras ágiles y flexibles
- Falta de interacción entre facultades de la misma o de distintas universidades
- La base para este tipo de innovación está en las universidades

- No resulta fácil encontrar empresas o industrias dispuestas a compartir riesgos

Lo discutido pone en evidencia que la importancia es estratégica para ambas partes, tanto, para la incubadoras y aceleradoras en cuanto al uso de la ciencia y tecnología para lograr las ventajas apuntadas, como, para el sector de ciencia y tecnología para habilitar una vía alternativa a la tradicional transferencia de tecnología a empresas existentes de forma que los emprendedores contribuyan a dinamizar y potenciar la innovación de base tecnológica. Definitivamente una doble importancia.

2.4.8.

Emprendedores

Diego May
Co-fundador y CEO
Junar

En la evolución de los modelos de desarrollo de los países, muchos adoptan primero un modelo de atracción de capitales. El trabajo de CINDE y otras instituciones para atraer a empresas como Intel (u otras) es de relevancia para el país. Pero es clave para el desarrollo de una nación luego comenzar a potenciar la generación de empresas que puedan generar otro tipo de trabajos. Existe mucha documentación al respecto y es un buen ejemplo.

En las últimas dos décadas se ha visto a todo nivel (academia, políticas de Estado en muchos países) un gran énfasis por la actividad emprendedora. Pero es importante poder destacar entre los distintos tipos de actividad emprendedora los Emprendimientos de subsistencia versus Emprendimientos dinámicos.

Los emprendimientos de subsistencia son aquellas iniciativas que implican comenzar empresas que aunque generarán empleos no generarán alto impacto. Tal es el caso de poner una pulpería por ejemplo. Este tipo de actividades generan empleo y está bien

que sean apoyadas pero la escalabilidad es limitada. Es importante que existan y que sean motivadas. En Costa Rica se han dado varios programas que apoyan este tipo de emprendimiento.

Los emprendimientos dinámicos en cambio son aquellos que tienen el potencial de generar modelos de alto crecimiento que a su vez conllevan innovación, alta creación de valor, puestos de trabajo de alto nivel, y altos réditos económicos. Los casos conocidos son los de empresas de Silicon Valley (Google, Facebook, Twitter, Intel) pero -obviamente- también existen casos de este tipo de empresas en toda Latinoamérica. Para Costa Rica se pueden nombrar casos como Esperatum, Fair Play Labs, Heart Transverter, Aura Interactiva, Huli Health, Exactus, Artinsoft, SIM-Machines o Junar por nombrar algunas.

Este tipo de emprendimientos se distinguen por las siguientes cuatro características:

- Tener una base tecnológica importante tanto en sus inicios como en sus fases de desarrollo

- Ser empresas de alto riesgo pero también de alto potencial de impacto y crecimiento

- La necesidad de contar con recursos humanos de preparación Universitaria e incluso post-universitaria (Maestrías, Doctorados)

- La necesidad de contar con inversionistas de capital de riesgo que puedan apoyar en etapas tempranas este tipo de iniciativas

Es claro el impacto que puede tener este tipo de empresas en las economías en las que se establecen. Aportan en muchos aspectos como generación de riqueza, aporte impositivo, preparación de recursos humanos, generación de propiedad intelectual, y más. Pero también es conocida la importancia de la existencia de un “Ecosistema” para que este tipo de emprendimientos florezcan.

Por “Ecosistema” nos referimos a la importancia de que existan los siguientes factores:

- Existencia de inversionistas de capital de riesgo

- Políticas de estado apoyando este tipo de empresas y facilitando su actividad

- Incentivos de todo tipo para que los emprendedores opten por estos caminos de más alto riesgo

- Casos de éxito que motiven a jóvenes emprendedores a buscar este tipo de caminos

Y obviamente una gran sinergia tanto con el sector empresarial como también con el sector académico.

En Costa Rica han existido iniciativas como el programa Link, Yo Emprendedor, e incentivos para Pequeñas y Medianas empresas. Es clave que este tipo de actividades continúen. Un factor clave en potenciar este tipo de actividad emprendedora es la buena alineación del sector académico. Esto debe darse en los siguientes capítulos:

- Capacitación e incentivos respecto a aspectos de emprendimiento

- Generación de recursos humanos con capacidades de investigación y desarrollo

- Laboratorios e Infraestructura que permitan la investigación en ambientes adecuados

- Mecanismos de Incubación y aceleración que potencien las etapas tempranas de emprendimientos

Si es entendida la importancia del emprendimiento dinámico para el desarrollo de un país, entonces es clave generar políticas que apoyen el ecosistema necesario. Gobierno, sector privado, y academia deben estar sincronizados para potenciar este tipo de ecosistemas que den lugar al emprendimiento de alto impacto. También es relevante que el Gobierno tome acción tal como lo están haciendo otros Gobiernos tanto en Estados Unidos como en otros países de Latinoamérica a través de iniciativas de Gobierno abierto¹⁰⁸ y Datos Abiertos¹⁰⁹ que apoyen la generación de nuevas empresas.

108. Newsom (2014).

109. Gurin (2014).



Habilitadores

- ▶ 2.5.1. Recursos e instrumentos Financieros
- ▶ 2.5.2. Legalidad y Propiedad Intelectual
- ▶ 2.5.3. Equipamiento Científico y Tecnológico
- ▶ 2.5.4. Cooperación Internacional
- ▶ 2.5.5. Comercio e Inversión
- ▶ 2.5.6. Redes y plataformas tecnológicas multinacionales
- ▶ 2.5.7. Movimiento de los creadores
- ▶ 2.5.8. Computación de Alto Rendimiento

Hacha doble acinturada. Región Central-Caribe. 500 d.C. - 1000 d.C.



Uno de los resultados más significativos del proceso de prospectiva Ruta 2021 fue la identificación de una red de elementos que deben estar presentes para que el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación sea saludable y orgánico. La creación de nuevo conocimiento en CTI es una tarea de naturaleza global, que requiere de una fuerte conexión con los líderes en los diferentes campos de investigación y desarrollo mediante mecanismos competentes de cooperación internacional. Se requiere de un apropiado financiamiento y de una dirección de tal financiamiento para que exista un impacto efectivo de las intervenciones financieras y de política pública. El contexto legal de generación y protección del valor de las ideas debe ser de fácil acceso y acompañado de entrenamiento que permita distinguir los modelos correctos a aplicar. En particular, uno de los elementos más importantes que debe estar presente es una arquitectura institucional en CTI competente, fortalecida y articulada con todos los sectores para garantizar la vigencia y capacidad de respuesta ante los crecientes retos de la sociedad. Los habilitadores son esencialmente herramientas, tales como las hachas y cuchillos que las culturas precolombinas fabricaban para sus tareas cotidianas. Nuevamente, el ingenio costarricense puede trazarse hasta el pasado.

2.5.1.

Recursos e instrumentos Financieros



Arturo Vicente León
Secretario Ejecutivo
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Tecnológicas

La consolidación de un ecosistema nacional en ciencia, tecnología e innovación (CTI) para Costa Rica, se visualiza como un elemento crítico en el proceso de crear competitividad. En este contexto la ciencia la tecnología, la propiedad intelectual, las normas y los procesos que promuevan innovación, adquieren un valor estratégico como factor dinamizador del desarrollo económico, productivo y social del país.

Debido a las interrelaciones y complejidad de los procesos de innovación, se hace necesario un acompañamiento con estrategias y acciones claras y simples que oriente y apoye los esfuerzos de las empresas que buscan consolidar su cultura hacia la innovación, con la cual esperan ser competitivas en los mercados globalizados imperantes.

Diversos estudios han mostrado que el país cuenta con un tejido empresarial dinámico y con un alto grado de interés por entrar en la dinámica exportadora, sin embargo un porcentaje importante de ese parque industrial presenta un limitado nivel

tecnológico y está poco asociado a procesos globalizados, lo cual se observa en el bajo índice de encadenamientos productivos con empresas transnacionales ubicadas en el país y empresas nacionales de gran dimensión.

Las empresas deben desarrollar y consolidar buenas prácticas, como la gestión de la innovación, la mejora tecnológica, el aseguramiento de la calidad y la eficiencia energética entre otros, los cuales son difíciles de atender, dadas las limitadas posibilidades que éstas tienen de invertir en estos temas, en especial, la innovación, que por su propia naturaleza es riesgosa, de un alto costo y en donde los resultados generalmente no son inmediatos.

Con este panorama claro, el Estado Costarricense se ha propuesto contribuir con la competitividad de empresas, específicamente, las micros, pequeñas y medianas empresas. Así desde el sector de Ciencia, Tecnología e Innovación, se han desarrollado e implementado instrumentos que buscan mejorar y resolver requerimientos propios de la modernización de las empresas mediante la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de capital humano especializado y así fortalecer estos procesos en las empresas.

Los instrumentos financieros desarrollados para financiar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación son de dos tipos básicamente, los dirigidos al desarrollo científico y tecnológico en el marco de la Ley de Desarrollo Científico y Tecnológico N°. 7169, mediante el Fondo de Incentivos y aquellos que se dirigen a promover el fortalecimiento de las capacidades productivas de las Pymes, Ley de apoyo a las Pequeñas y Medianas empresas N°. 8262, por medio del Fondo PROPYME.

Debesumarsealoanterior,queafinalesdel2014 se comenzó a ejecutar el Programa Innovación y Capital Humano para la Competitividad (PINN), aprobado mediante Ley 9218, con recursos provenientes de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo BID, por un monto de US\$ 35 millones.

Los mecanismos anteriores operan mediante el otorgamiento de recursos no reembolsables y bajo el esquema de convocatorias públicas. Por otro lado y como un apoyo paralelo, con recursos de la misma Ley 8262, el Banco Popular administra un crédito en condiciones especiales de apoyo a Pymes, que busca incrementar la competitividad de las empresas, mediante la generación de empleo y el mejoramiento de las condiciones

productivas de éstas, el fondo se denomina FODEMIPYME.

En el ecosistema de apoyo a la innovación, se han desarrollado otros mecanismos financieros como el capital semilla, capital de riesgo, capital ángel, los cuales están en etapas incipientes, sin embargo debe facilitarse su desarrollo, dada la contribución que estos pueden dar al proceso de innovación del país, de igual forma se trata de impulsar el Sistema de Banca de Desarrollo, que se presenta como otra opción a las que las empresas para financiar las inversiones para innovación.

LEY DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO N.º. 7169.

FONDO DE INCENTIVOS tiene como objetivo financiar programas, proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, organización de eventos de interés científico, tecnológico y de innovación que se organice en el país, la formación del recurso humano especializado que requiera el país, a nivel de posgrado o de especialización normas, herramientas y nuevas tecnologías.

Tipo de Financiamiento. No reembolsable

Administrado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y el CONICIT.

LEY DE APOYO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS N.º. 8262.

PROPYME tiene como objetivo financiar las acciones y actividades dirigidas a promover y mejorar la capacidad de gestión y competitividad de las pequeñas y medianas empresas costarricenses, tales como proyectos de innovación, de desarrollo tecnológico, de protección de la propiedad intelectual, de transferencia tecnológica, de desarrollo del potencial humano capacitación en tecnologías específicas mediante cursos dentro o fuera del país, pasantías, organización de eventos nacionales, traída de expertos, asistencia a eventos), de servicios tecnológicos (pruebas de laboratorio, metrología, acreditación, certificación, normalización, calidad total, información y otros servicios científicos-y tecnológicos).

Tipo de Financiamiento. No reembolsable

Administrado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y el CONICIT.

LEY DE APOYO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS N°. 8262.

FODEMIPYME tiene como objetivo Fomentar y fortalecer el desarrollo y la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas de la economía social, mediante el otorgamiento eficiente de avales, financiamiento de intangibles y Servicios de Desarrollo Empresarial.

Fondo de avales y garantía: Su objetivo es el otorgamiento de avales y garantías a las MIPYMES y empresas de economía social, con un tope del 50% del monto del préstamo, con un monto de aval máximo de ¢44.000.000,00.

Fondo de crédito: Tiene como propósito proveer los recursos necesarios para el otorgamiento de los créditos y transferencias para financiar proyectos o programas de capacitación, de asistencia técnica, de desarrollo tecnológico, de transferencia tecnológica, de conocimiento, de investigación, de desarrollo de potencial humano, de formación técnica profesional, de procesos de innovación y cambio tecnológico.

Tipo de Financiamiento. Crédito

Administrado por el Banco Popular y de Desarrollo Comunal.

LEY SISTEMA DE BANCA PARA EL DESARROLLO (SBD) N°. 8634.

SBD tiene como objetivo financiar e impulsar proyectos productivos, viables y factibles técnica y económicamente, acordes con el modelo de desarrollo del país.

Financiamiento: opera como un esquema de banca de segundo piso, que provee a los operadores con programas acreditados ante el Consejo Rector, recursos para la colocación de financiamiento en crédito, factoraje o factoreo; leasing o arrendamiento financiero y operativo, entre otras formas de financiamiento.

Garantía y avales: otorga hasta por un 75% del monto de proyectos que califiquen.

Fondo de servicios no financieros: incluye capacitación, asistencia técnica, investigación y desarrollo, innovación y transferencia tecnológica, conocimiento, desarrollo de potencial humano, entre otros, estrictamente necesarios para garantizar el éxito del proyecto.

Tipo de Financiamiento. Crédito

2.5.2.

Legalidad y Propiedad Intelectual

Alejandra Castro Bonilla
Junior Partner
Arias y Muñoz

La Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual de Costa Rica¹¹⁰, se resume en el objetivo principal de “Fortalecer el uso estratégico de la propiedad intelectual, en la actividad investigadora, el desarrollo de negocios y de las iniciativas creativas, de manera que podamos crear conciencia en la población sobre la importancia de la propiedad intelectual, aumentar mediante su uso la competitividad del sector productivo y promover el desarrollo social, económico y cultural del país.”

La creación de una visión estratégica que logre ese objetivo, debe contar con una activa integración del Gobierno, academia, industria y sociedad civil, unidos para lograr un incremento de la competitividad, la prosperidad y el bienestar de los ciudadanos del país.

Dentro del nuevo Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021, ese objetivo adquiere una mayor vigencia y nos llama a reflexionar en torno al papel que juega

110. MJ-OMPI (2012).

la propiedad intelectual en el cumplimiento de los retos y los nuevos ejes estratégicos fijados.

Desde hace más de dos décadas, expertos internacionales en elaboración de política pública para promover la innovación¹¹¹, han alertado sobre la importancia de rediseñar la legislación en materia de propiedad intelectual para lograr un sistema flexible y dinámico que facilite, promueva y asegure la protección de la propiedad intelectual que se genera en los países en vías de desarrollo y que permita a su vez obtener un retorno de inversión para la economía.

Regularmente existen debates en torno a la pertinencia de la protección de la propiedad intelectual en economías emergentes. Sin embargo, las estadísticas han demostrado que una adecuada protección de la propiedad intelectual permitió en el pasado a países desarrollados lograr altos niveles de competitividad, y hoy día también permite a los países en desarrollo beneficiarse del PIB, las fuentes de empleo que genera la innovación y otros beneficios económicos que se derivan de una adecuada protección de la propiedad intelectual, promoviendo el desarrollo social, económico y cultural.

111. Gould, David, Gruben, William (1996).

Las diferentes formas de propiedad intelectual –patentes, derechos de autor, marcas, indicaciones geográficas, secretos industriales y otros de naturaleza similar- son ahora reconocidos como un importante motor de la economía, que incentiva la investigación, el desarrollo, la creatividad y la innovación.

Según la Cámara de Comercio Internacional¹¹² indica que los productos sujetos a derechos de propiedad intelectual representan entre el 4 y el 11% del Producto Interior Bruto (PIB) de los países del G8 y generan entre el 3 y el 8% de los puestos de trabajo en esos estados, lo que pone en evidencia la importancia de los bienes económicos protegidos por la propiedad intelectual. Indica el informe también que la flexibilización de la propiedad intelectual no puede traducirse en un debilitamiento de la misma, sino que debe enfocarse en fortalecer el sistema de protección para mantener la seguridad en la inversión, la transferencia de tecnología y la exportación de tecnología.

Hoy día, existe una mayor conciencia de que los activos intangibles protegidos por la propiedad intelectual tienen un valor superior al que se les asignaba en el pasado.

112. ICC (2014).

Incluso llegan a ser los bienes más valiosos en transacciones comerciales tradicionales, en acuerdos de concesión de licencias, contratos de distribución, de franquicia, de manufactura, de adquisición, y en acuerdos de fusiones y adquisiciones. Las licencias de uso de patentes o diseños industriales, derechos de autor y marcas se vinculan directamente con la transferencia de tecnología o conocimiento y son elementos cada vez más importantes en estas transacciones.

Si bien la propiedad intelectual permite a quien la desarrolla una suerte de exclusividad de su explotación, la nueva tendencia es que se utilice de forma eficiente en un adecuado sistema de licenciamiento de productos y tecnologías. Precisamente esta variedad de esquemas de explotación de la innovación protegida, proporcionan ingresos por regalías a los dueños de la propiedad intelectual, y permiten un adecuado acceso y distribución de productos y tecnologías a los titulares de licencias que no habrían tenido acceso a ellos o a desarrollarlos de otra forma.

El fortalecimiento de la legislación en materia de propiedad intelectual, y la definición de políticas que faciliten el licenciamiento de tecnologías de universidades y centros de

innovación hacia el sector privado, debe venir acompañado de una visión estratégica como país y cada iniciativa debe ir vinculada a las necesidades de crecimiento económico al que aspiramos.

Nuestra economía debe abocarse en generar estrategias de PI enfocadas en generar riqueza y rentabilidad. Para eso es necesario enfocar los esfuerzos de inversión en aquellas iniciativas que se ajusten a los retos y los ejes estratégicos definidos en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y procurar que la legislación permita de forma flexible el acceso a sistemas de financiamiento local e internacional que se asignen de forma eficiente a innovaciones de impacto.

Se trata de procurar mayores incentivos para fomentar la creatividad y la innovación, que se concentren en la dotación de fondos para que las pequeñas y medianas empresas con capacidad para generar un impacto económico nacional, tengan opciones de protección de sus intangibles antes de salir al mercado.


El desarrollo de incentivos también debe verse traducido en políticas que permitan generar mayor consumo del acervo creativo e innovador que se produce localmente. Esto

incluye la generación de clúster industriales para sectores estratégicos de la economía que permitan fortalecer el encadenamiento productivo, crear economías en torno a la propiedad intelectual y promover una cultura de apoyo al talento y las capacidades locales.

No debemos perder de vista que el respeto a la propiedad intelectual es un factor que también puede posicionar nuestra economía a nivel internacional, como un país donde el clima de negocios es valioso por garantizar niveles de reconocimiento de la propiedad intelectual y de aplicación efectiva de la ley. Es por ello que la propiedad intelectual se convierte en esta etapa, en un recurso estratégico para el impulso de la economía nacional.

2.5.3.

Equipamiento Científico y Tecnológico



Sergio Madrigal Carballo
 Director, Centro Nacional de
 Investigaciones Biotecnológicas (CENIBiot)
 Centro Nacional de Alta Tecnología
 (CeNAT)

El equipamiento para ciencia y tecnología constituye la herramienta básica para impulsar la innovación y la competitividad de base tecnológica en el país.

De acuerdo con el primer informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2014 (ECTI), se destaca que en relación con la situación general del país en cuanto a equipamiento e infraestructura científico tecnológica, que la mayoría de los centros científico-tecnológicos no cuenta equipamiento idóneo y una proporción importante de los pertenecientes a la academia y el gobierno está desactualizada.

Este tema es de vital importancia pues el estado de la infraestructura y el equipamiento disponible en los diferentes centros científico-tecnológicos del país, es una variable crítica para potenciar la capacidad de producción de conocimiento y la vinculación entre los distintos actores asociados a la innovación. Según el informe, el 59% de las unidades de ciencia y tecnología no dispone del

equipamiento idóneo para cumplir con sus objetivos. Las carencias se acentúan en las unidades del sector gubernamental (63%) y en las dedicadas a las Ciencias Agrícolas. La principal limitación se asocia a la necesidad de adquirir equipos no preexistentes. De este mismo informe se concluye que, pese a su importancia, los centros científico-tecnológico que pertenecen a las siete áreas de intervención del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014, no muestran ventajas con respecto a otros centros de I+D ubicados en áreas no prioritarias para la política pública.

En una economía abierta, de renta media, como la costarricense, el equipamiento científico-tecnológico para promover la investigación y la innovación, es una condición para lograr mejoras sustanciales en la productividad y la competitividad. No es un lujo propio de países avanzados, sino un medio indispensable para fomentar el progreso y el bienestar de la población.

Los resultados generales del Informe ECTI 2014¹¹³ sugieren que el estado actual de la infraestructura y el equipamiento científico-

113. PEN (2014).

tecnológico constituyen una limitación para potenciar la generación, transferencia y uso de conocimiento científico-tecnológico en el país. Cerca del 60% de los centros no cuenta con el equipamiento de corte mediano y mayor requerido para el logro de sus objetivos, lo cual restringe su vinculación con otros actores en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación. Además, una proporción importante de los centros de I+D pertenecientes a la academia y al gobierno tiene equipos que se encuentran desactualizados, lo que frena la introducción de nuevos abordajes tecnológicos.

Al puntualizar sobre otras condiciones que obstaculizan una más amplia vinculación, emergen particularidades según el área de trabajo. Así, la falta de plantas piloto o instalaciones para que las empresas privadas ensayen escalamientos y procesos novedosos es la principal limitación señalada por las unidades del área de ingenierías y tecnologías. Ello indica que una mayor disponibilidad de esos espacios en los centros de I+D públicos o universitarios estimularía la innovación, al facilitar el acceso a infraestructura tecnológica en una etapa de alto riesgo para las empresas. Como ejemplo el CENIBiot se constituye en un centro de escalamiento y desarrollo

científico de incalculable valor e impacto estratégico, para el desarrollo profesional de los científicos costarricenses, así como para el fortalecimiento de la industria nacional, el mejoramiento de la competitividad del País y la creación de nuevos mercados. En síntesis, el CENIBiot, es una herramienta de desarrollo económico y social de Costa Rica, infraestructura que debe ser apropiadamente integrada a la productividad nacional.

2.5.4.

Cooperación Internacional



Marisela Bonilla Freer
Coordinadora, Programa Liderazgo
para la Competitividad
Fundación CRUSA

La cooperación internacional científica y tecnológica ha sido una aliada estratégica para impulsar acciones que mejoren las condiciones sociales, económicas, productivas y científicas en los países beneficiarios y que contribuyen con el bienestar individual y/o colectivo de las sociedades.

En la actualidad los países de renta media como Costa Rica, se enfrentan al reto de responder con agilidad a esquemas de cooperación más dinámicos, competitivos y con un alto grado de exigencia.

La cooperación internacional orientada hacia la ciencia y la tecnología es una facilitadora para la creación de competencias, construir sociedades del conocimiento e introducir criterios de excelencia en los procesos de investigación, desarrollo e innovación. “Las funciones y el papel de la cooperación internacional en la I+D+I son múltiples, pudiendo destacarse la creación de capacidades nacionales, la complementación de estas capacidades, el fortalecimiento institucional y empresarial, la ampliación de los

recursos financieros, la internacionalización de la comunidad científica, la articulación internacional de los sistemas nacionales de innovación y la contribución a la cooperación para el desarrollo”¹¹⁴.

Las recientes convocatorias para participar en proyectos internacionales de I+D+I, como el Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, promueven un nuevo planteamiento del esquema de cooperación cuyas estrategias se orientan a atender los retos sociales globales, buscar beneficios para la sociedad, activar la cadena de investigación e innovación, y finalmente, racionalizar, simplificar y coordinar mejor los instrumentos e iniciativas existentes.

Ante el presente contexto, Costa Rica debe crear la arquitectura del modelo de cooperación que responderá asertivamente a las exigencias locales y externas, por lo que dentro de este modelo de construcción se deben abordar una serie de desafíos que limitan al país para tener una mayor participación en las diversas acciones de la cooperación internacional, entre ellos destacan:

- Establecer políticas nacionales a largo plazo, que promuevan modelos de cooperación en I+D+I sostenibles y articulados con la estrategia de desarrollo del país.
- Definición de áreas críticas en la agenda nacional de cooperación en aras de garantizar un desarrollo sostenible, mejoramiento de la competitividad y el bienestar del colectivo. En el tanto se continúen estableciendo “áreas prioritarias” desarticuladas entre los sectores, menores serán las posibilidades de beneficiarse de las acciones de cooperación.
- Efectiva coordinación interinstitucional entre gobierno central, instituciones autónomas, instituciones de educación superior, sectores productivos, ONG.
- Dotar de capital humano altamente calificado y de recursos financieros para gestionar adecuadamente la agenda nacional de cooperación en I+D+I.
- Crear un sistema de incentivos para promover la participación de los sectores productivos en el modelo de cooperación en I+D+I.

114. Sebastián (2007).

- Conformar grupos de excelencia en I+D+I
- Crear Centros Nacionales de I+D+I
- Garantizar una efectiva transferencia de conocimientos a la sociedad y los sectores productivos por parte de las Instituciones de Educación Superior, de manera que los resultados de la investigación atiendan sus necesidades.
- Se debe impulsar una disposición nacional para el manejo de idiomas, especialmente del idioma inglés. Esta carencia, le resta oportunidades a los grupos de I+D+I de vincularse a nivel internacional.

Costa Rica debe apostar por una agenda de cooperación internacional en investigación, desarrollo e innovación proactiva, articulada e inclusiva para evitar la satelización, maximizar esfuerzos y aumentar su rentabilidad.

2.5.5.

Comercio e Inversión

Adrián García
Co-Fundador y Socio
Carao Ventures

Costa Rica tiene hoy día algunos elementos muy importantes para desarrollar iniciativas (empresas, organizaciones, proyectos) con base científica y tecnológica. La disponibilidad de talento joven con habilidades técnicas y científico en los laboratorios y facultades de las principales universidades en el país como la Universidad de Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Nacional o ULACIT es uno. Adicionalmente, existe una diáspora de científicos y tecnólogos en el extranjero que están desarrollando sus propias iniciativas en el campo y ocasionalmente nutren o regresan al ecosistema local. También, las últimas dos administraciones han puesto un énfasis en relanzar o poner a disposición recursos iniciales para el desarrollo de este tipo de iniciativas como es el ejemplo del concurso de capital semilla del Sistema de Banca para el Desarrollo, o los fondos PROPYME. Cada día las conferencias, ferias científicas y eventos relacionados a ciencia y tecnología tienen mejor nivel.

La disponibilidad de una comunidad científica tecnológica con más y mejores puntos de

encuentro como son estos eventos, nuevos talleres de intercambio como los organizados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, o iniciativas de la sociedad civil han hecho que los costarricenses desarrollando proyectos en ciencia y tecnología con el objetivo de convertirlos en una empresa o comercializar esta tecnología estén mejor preparados. Por último, ha existido una proliferación y modernización de organizaciones intermediarias que apoyan estas iniciativas con recursos varios como son las incubadoras y aceleradores parte de la Red Nacional para el mismo fin, dirigida por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Para desarrollar un proyecto científico o tecnológico, con algunas pocas excepciones, se necesita una conexión global en cuando a desarrollar una patente, comercializar, registrar, probar con clientes internacionales, y entrar en un sistema ya definido para lograr el éxito deseado. Esto puede ser desde publicar en una revista indexada, vender un producto alrededor del mundo, lograr una patente, registrar algún invento de alguna otra forma o tener una empresa financieramente viable.

Para avanzar por este camino desde las etapas iniciales, se necesita acceder a recursos financieros y no-financieros que agreguen

valor a la iniciativa y poder llegar a uno de los objetivos antes descritos. Hay una realidad a nivel mundial y es la escasez de recursos financieros presente en la naturaleza de estas iniciativas¹¹⁵. En casi cualquier laboratorio o universidad, o personas no adscritas a la academia que quieren desarrollar una iniciativa científica tecnológica, tienen que luchar internamente o externamente dentro de sus organizaciones por recursos. Desde una universidad hay que tramitar un presupuesto del departamento para que asignen más fondos a un laboratorio o a estudiantes de postgrado para realizar alguna investigación de interés. Fuera de la academia, las personas tienen que agenciar recursos financieros propios, de gente cercana o fuentes externas para poder avanzar su iniciativa, si así lo requiere desde el puro inicio. Para aquellas iniciativas que quieren convertirse eventualmente en una empresa, al igual que cualquier otra parte del mundo (incluyendo Silicon Valley o Israel), es realmente difícil levantar capital¹¹⁶.

La inversión financiera es uno de los recursos habilitadores que necesita reforzarse mucho más en Costa Rica si queremos iniciativas

115. Lundvall y Borrás (2005).

116. Avnimelech y Lockett (2006).

de ciencia y tecnología que salen de los laboratorios y de las cabezas de nuestros científicos y tecnólogos lleguen a ser empresas o al menos proyectos que generen la posibilidad de crear valor económico, social y ambiental para todos los involucrados. Entre las cosas que podrían hacerse mucho mejor desde el punto de vista de los líderes de estas iniciativas están el ser más proactivos y conocedores en la búsqueda de grants nacionales o internacionales, fondos de capital semilla de incubadoras o aceleradores nacionales o internacionales, esquemas de crowdfunding específicos para este tipo de proyectos, o estrategias comerciales que les permiten generar recursos al vender sus productos o servicios desde el inicio. Los altos niveles de liquidez a nivel mundial unido por el interés por el emprendedurismo y resolver retos clave de la humanidad usando ciencia o tecnología, han causado que exista una proliferación y abundancia de recursos disponibles para este fin. Es así como depende totalmente de la habilidad, interés y efectividad de los interesados en avanzar estas iniciativas de poder encontrar y confirmar este tipo de fondos. Son competitivos y difíciles de acceder, pero si el proyecto tiene mérito, debería ser un reto alcanzable por cada vez más costarricenses. Contrario a iniciativas

comerciales o de negocios más tradicionales, una iniciativa de ciencia o tecnología en la mayoría de casos tiene potencial internacional de entrada si resuelve un problema para alguien en nuestro país, alguien afuera también debería tener necesidades similares. En ausencia de un mercado de capitales profundo, el marco legal correspondiente y el entendimiento de la banca por este tipo de iniciativas, es mejor que los líderes de proyectos acudan a otras fuentes primero, al menos en etapas iniciales. Por último, las redes de inversionistas ángel o capitalistas de riesgo (VCs por sus siglas en inglés) podrían ser una alternativa también, aunque en nuestro país existe poca disponibilidad de esta parte del ecosistema¹¹⁷.

En conclusión, hay dos elementos clave para que el comercio y la inversión financiera sean recursos habilitadores potentes en Costa Rica para proyectos de ciencia y tecnología. El primero es la habilidad de los líderes de proyectos de esta índole en navegar y asegurar fondos a nivel local e internacionales que les permitan avanzar su iniciativa, y segundo, la viabilidad comercial, innovación y potencial real de la iniciativa, invento o método a

117. Da Rin et al. (2006).

desarrollar, el cual debe ser competitivo a nivel internacional como para poder ser sujeto de una patente, tener potencial comercial internacional o haber tenido validación externa. Estos dos últimos elementos son los que tomamos en cuenta al aceptar proyectos para evaluación y potencial inversión en Carao Ventures y la base de toda la industria de capital de riesgo para existir, apoyar fundadores de iniciativas excepcionales con ideas con gran potencial de ser desarrolladas por ellos.

2.5.6.

Redes y plataformas tecnológicas multinacionales

*Ing. Oscar Gamboa C. MSc.,
Coordinador CONECTA 2020
Escuela de Ingeniería en Producción
Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica*

El concepto de “Sociedad del Conocimiento”, comienza a acuñarse a partir de los años 90’s y es empleado como alternativa evolutiva al concepto de “Sociedad de la Información”. La UNESCO ha desarrollado una reflexión en torno a este tema, que busca incorporar una concepción más integral, no en relación únicamente con la dimensión académica sino que comienza a ampliar el espectro al considerar dimensiones como la comercial, económicas y de desarrollo social.

En este desarrollo, que abarca temas como la investigación y desarrollo, la educación, informática, telecomunicaciones, nano-tecnología, energía, alta tecnología entre otros se fortalece el concepto de Economía Basada en el Conocimiento (“EBC”) que en inglés se le llama “Knowledge Economy”, en donde se utiliza el conocimiento como el elemento fundamental para generar valor y riqueza por medio de la transformación a información.

Es importante destacar, que aun y cuando el conocimiento toma una relevancia mayor

a la que ha tenido históricamente, no es la información la que tiene el valor en sí, sino es cuando esta información se junta con métodos y maneras de abordar y resolver problemas complejos. Es en este punto que el conocimiento se vuelve habilitador económico-social y agrega valor a los productos y servicios.

Para potenciar la generación de conocimiento es necesario fomentar el desarrollo de agrupaciones de organizaciones con intereses comunes o del mismo ramo, pues es en ellos donde se comienzan a dar discusiones e interacciones homologables, a este espacio de organizaciones, métodos, medios de comunicación e interacciones es lo que se le conoce como “Redes”. Las cuales buscan generar una sinergia a lo interno de la red y provocar un incremento las interacciones entre los sectores desarrollando nuevas formas de cooperación de donde se originen incubaciones de empresas/productos/servicios, transferencias tecnológicas y la generación de Spin-Off, un término del inglés que se refiere a un proyecto nacido como extensión de otro anterior, o más aún de una empresa nacida a partir de otra.

Toda esta interacción permitirá potenciar no solo generación de productos, servicios,

conocimiento y tecnologías, sino que también promover la generación de nuevas pequeñas y medianas empresas con productos y servicios de alto valor agregado y alineadas a los estrategias de las redes y con los contactos y vínculos ya creados.

Estas redes son potenciadas a través de plataformas tecnológicas las cuales sirven como herramientas, lideradas por la industria, para desarrollar investigación e innovación de corto y mediano plazo y son apoyadas tanto por fondos públicos y privados. Elabora una Agenda Estratégica de Investigación (SRA por sus siglas en inglés) para el país. Con el fin de poder canalizar mejor las interacciones, una plataforma tecnológica, típicamente se subdivide a lo interno por temas, que habitualmente se les conoce como ejes temáticos, y agrupa alrededor del eje a participantes para promover la interacción entre los actores del mismo. Esto promueve no solo la generación de un conocimiento autóctono, sino además se comienzan a identificar oportunidades de negocios y comerciales que impulsan los sectores empresariales nacionales. Si se promueve que en esta interacción participen PYMES, además se generaría un efecto de distribución de la riqueza.

Una plataforma tecnológica busca identificar y priorizar las necesidades tecnológicas y de investigación a medio y largo plazo para el desarrollo tecnológico y la innovación asesorando a los órganos responsables de la política tecnológica. La misma está integrada por un modelo de la Triple Hélice, modelo popularizado por Etzkowitz y Klofsten¹¹⁸ que establecen como elementos básicos los siguientes:

- “Supone una mayor importancia en el papel de la universidad en la innovación, a la par con la industria y el gobierno basado en la sociedad del conocimiento.
- En segundo lugar, hay un movimiento hacia las relaciones de colaboración entre los ámbitos institucionales en lo que la política de innovación es cada vez más un resultado de la interacción y no de una receta de gobierno.
- En tercer lugar, además de cumplir con sus funciones tradicionales, cada ámbito institucional también toma el papel de los roles de otros, que operan en un eje de su nuevo papel, y en otro de su función

tradicional. Una universidad empresarial, que toma los papeles tradicionales de la industria y el gobierno, que es la institución central para innovar en las regiones.”

Al caracterizar y realzar los roles de cada uno de los componentes de la Triple Hélice, las plataformas tecnológicas sirven como elemento amalgamador de los esfuerzos de cada uno de ellos y encausarlos a apoyar un establecimiento de las políticas sociales surgidas de las necesidades expresadas por los distintos participantes dentro de las plataformas tecnológicas.

El concepto de plataformas de este tipo además ha comenzado a implementarse en varios países a nivel internacional y se está observando que el efecto que se está teniendo es muy positivo para las organizaciones que participan en ellas al darles la oportunidad de vincularse a participar en economías a las que de manera individual no tendrían oportunidad de participar. Crean espacios de interacción directa y eliminan barreras físicas que le impiden a muchas organizaciones el intercambio de conocimiento y el comercio.

118. Etzkowitz y Klofsten (2005).

2.5.7.

Movimiento de los creadores

*Tomás de Camino Beck
Carolina Tabora Kruse
Centro de Investigación para la
Innovación
Universidad Veritas*

El movimiento “Maker” o de creadores (de “Maker Movement” en inglés), es un movimiento que surge de una comunidad de personas que crea, diseña, modifica, hackea, inventa o simplemente construye algo¹¹⁹. De acuerdo a Mark Hatch CEO de Techshop en una publicación llamada “Maker Movement Manifiesto”¹²⁰, un Maker participa en procesos de compartir, entregar, aprender, jugar, participar, apoyar y cambiar. Aunque la capacidad de “hágalo usted mismo” siempre ha existido en la personas, gracias a la democratización de la tecnología (bajo costo y accesibilidad), hoy en día cualquier ciudadano puede fabricar sus propios objetos, desde obras de arte hasta aparatos tecnológicos que solucionen algún problema y que ante todo mejoren la calidad de vida de los usuarios, sin importar la viabilidad comercial de sus creaciones.

119. McCue (2011).

120. Hatch (2014).

Se podría decir que hay cuatro fuerzas fundamentales detrás del surgimiento del movimiento¹²¹. La primera es la aparición de herramientas digitales de diseño y manufactura, esto incluye no solamente el software open source y gratis de diseño digital, sino máquinas cortadoras laser, scanners 3D y en particular la impresión 3D de escritorio, siendo ésta última la que mayor impacto ha tenido, esto porque permite la fabricación en plástico de prácticamente cualquier cosa y a un costo relativamente bajo.

La segunda es la facilidad de colaboración a través de medios digitales y de redes sociales. Los desarrollos de uno se pueden convertir rápidamente en los puntos de partida de otros, pues solamente es necesario compartir a través de algún medio digital, los archivos o programas desarrollados. El compartir experiencias es lo que ha enriquecido y posibilitado un movimiento que está dispuesto a desarrollar en forma colectiva. La colaboración y apertura en el desarrollo de tecnología, permite la evolución rápida de ideas, financiada por los mismos makers, sin la necesidad de inyección de capital, o el direccionamiento de un plan de desarrollo tecnológico de Estado.

La tercera es la aparición de plataformas de desarrollo y prototipado de aparatos electrónicos de bajo costo como los micro-controladores Arduino. Estos sistemas que en Costa Rica tienen un costo de aproximadamente \$30, permiten rápidamente el prototipado de casi cualquier aparato electrónico. Arduino, además, representa una amplia comunidad que permite a los entusiastas encontrar ayuda y colaboraciones para sus proyectos, facilitando el desarrollo colaborativo.

Por último, la capacidad de desarrollar procesos de producción comercial a través de fabricación digital. Hoy, los medios de producción se encuentran a nivel del mismo creador, y es posible hacer producción a baja escala para desarrollar productos de consumo local y con financiamiento propio, o con financiamiento “crowdfunding”. Los laboratorios de fabricación son los centros donde los makers pueden acceder las herramientas adecuadas para fábrica prototipos y hasta desarrollar medios de manufactura a baja escala. En Norteamérica y Europa se han establecido una serie de talleres de fabricación conocidos como Fablabs,

121. Libow & Stager (2013).

fundados en su mayoría con apoyo del MIT¹²²; TechShops, una empresa privada que ofrece el espacio a makers por tarifas definidas, y maker spaces de diferente índole, ya sea con apoyo estatal o de empresas privadas¹²³. Todos estos espacios de una u otra manera permiten que el ciudadano pueda acceder a todas las herramientas para la fabricación digital.

En Costa Rica, la consolidación de un movimiento de creadores como tal, se ha visto estimulada en el 2014 por la aparición de grupos abiertos en redes sociales, principalmente Facebook, y el acceso a las herramientas de fabricación, en particular la aparición en el mercado costarricense de impresoras 3D de bajo costo. En la prensa por ejemplo, es notoria la aparición de noticias y artículos relacionados con Arduino y fabricación digital, y en particular impresión 3D. El movimiento de creadores en Costa Rica se ha desarrollado de manera independiente al apoyo de emprendedores, sin embargo ya muchos makers están comenzando a desarrollar sus proyectos desde una perspectiva empresarial formal apoyados por concursos de emprendimiento e innovación y por incubadoras de empresas.

122. Gershenfeld (2008).

123. Torrone (2011).

Ahora bien, la verdadera fuerza del movimiento de creadores, radica en que la fabricación física y tangible de ideas y por tanto la innovación, está ahora en manos de cualquier persona. Esto porque el desarrollo e innovación ya no necesitan ocurrir a través de las instituciones o empresas, sino que puede ocurrir de forma independiente y con cualquier motivación. Detrás del movimiento de creadores existe una filosofía de “hackers” (alguien que genera innovación modificando o combinando tecnologías existentes), que es contraria a la idea de desarrollo tecnológico planificado por tecnócratas, cuyos planes son rígidos, lentos y unidireccionales. Por esa razón, el movimiento de creadores, puede crear sin seguir lineamientos de instituciones o políticas de desarrollo. Además muchas de estas creaciones son compartidas en comunidades de creadores que a su vez modifican y mejoran los diseños permitiendo el desarrollo rápido de ideas.

Un movimiento consolidado de makers, de naturaleza descentralizada y auto-organizado, tiene un alto potencial para el desarrollo y potencialmente podría alimentar el desarrollo tecnológico y la innovación en Costa Rica. Para acelerar el impacto de este movimiento se necesita: facilitar el acceso a espacios de

fabricación, desarrollando los existentes y creando nuevos; plantear políticas de educación que fomenten la filosofía maker en escuelas, colegios y universidades; fomentar espacios de encuentro, financiando proyectos que articulen y den visibilidad al movimiento maker; y sobre todo, permitir que el movimiento maker se desarrolle libremente, para que el ciudadano mismo se identifique y desarrolle la innovación.

2.5.8.

Computación de Alto Rendimiento

Fernando A. Hernández
Senior Research Fellow
The Institute for Computing in
Humanities, Arts, and Social Sciences
(I-CHASS)
University of Illinois at Urbana-
Champaign

Introducción

En los últimos 65 años de la historia humana han sucedido enormes cambios. A partir de la adopción generalizada de la televisión en la década de los cuarenta hasta principios de 1950, la humanidad fue capaz tanto de capturar la vida como de representarla no como una película sino tal y como sucedía en el lugar y en el tiempo reales¹²⁴. Desde ese momento, lo que observamos, el sonido, el texto, los gráficos y todas las formas de representación humana han sido capturados y archivados. El papel dio paso a la película, la cinta, los discos y otros medios de estado sólido. Así, casi todos los aspectos de la vida pueden ser registrados y almacenados para un futuro examen.

Junto a la televisión, la otra tecnología que marca al siglo XX fue el desarrollo de la

124. Fundación Academia de Televisión (nd).

computadora. Al inicio con una máquina gigantesca que requería un edificio para albergarla; después fue un dispositivo de menor tamaño, que se instalaba en los escritorios hasta llegar al dispositivo móvil mucho más pequeño, que cabe en el bolsillo pero que, en la mayoría de los casos, es mucho más potente que aquellas primeras máquinas de las derivó. A lo largo lado de todos estos cambios, quizás la tecnología con mayor impacto ha sido Internet. Con el desarrollo de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Red (ARPANET), a inicios de los años 70, la primera red de computadoras fue creada¹²⁵.

El primer uso generalizado de estas redes fue el intercambio de mensajes entre investigadores y científicos. Conocido como el “correo electrónico”, este software fue originalmente escrito por Ray Tomlinson en 1972¹²⁶. Rápidamente se convirtió en la herramienta más utilizada en la red e incluso hoy día lo sigue siendo. Además, debido a que la red fue una invención de los científicos, también se convirtió rápidamente en una herramienta auxiliar en la investigación y útil

para la distribución de los trabajos resultantes de ella.

A medida que el poder de los ordenadores conectados a la red aumentó fue aprovechado para el servicio de almacenamiento de datos y la computación. El conductor detrás de toda esta tecnología fue la conmutación de paquetes, un protocolo para el envío de pequeños paquetes de información a través de la red. En esencia, información de cualquier clase podría ser enviada, recibida, almacenada, recuperada y ser usada para cálculos o análisis.

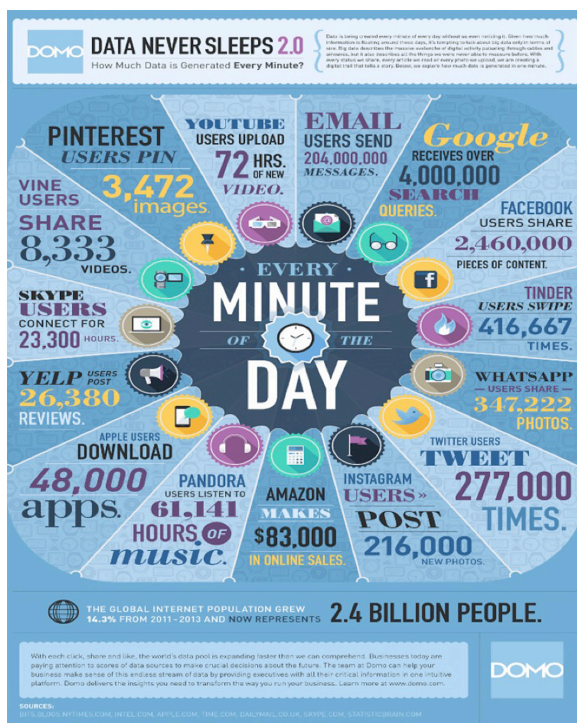
Es en este momento donde la computación y las redes de almacenamiento de datos se unen y ahí vemos el poder real del dominio digital. Con esta convergencia la inteligencia humana fue aumentada, tanto en capacidad como la velocidad para el cálculo y la solución de problemas. Con esta tecnología se crean posibilidades antes imposibles de lograr solo con el cerebro humano. En esencia, información de cualquier clase podría ser enviada, recibida, almacenada, recuperada y ser usada para cálculos o análisis.

Más velocidad en consecuencia, también significa más datos. Más datos implica más información y más información puede,

125. Matlison (2005).

126. Internet Society (sf).

cuando se utiliza correctamente, crear más conocimiento. El ordenador personal y nuestros teléfonos celulares almacenan y procesan gigabytes de datos con bastante rapidez pero también producen datos, incluso como la procesan. Según la IBM (cita traducida del inglés):



“Todos los días, creamos 2,5 trillones de bytes de datos - tanto que el 90% de los datos en el mundo de hoy se ha creado en los últimos dos años. ESTOS DATOS vienen de todas partes: sensores utilizados para recopilar información sobre el clima, información puesta en redes sociales, fotos digitales, vídeos, registros de transacciones de compra y las señales de teléfono celular GPS, para nombrar unos pocos. Estos datos son los Datos Grandes (Big Data)¹²⁷.”

Por ejemplo, observemos un estudio hecho por Domsphere Ilustrada para esta gráfica¹²⁸.

Los Datos nunca duermen

Cada minuto:

- Los usuarios de Facebook comparten cerca de 2,5 millones de piezas de contenido
- Los usuarios de Twitter envían tweets cerca de 300 mil veces

127. International Business Machines (2014).

128. James (2014).

- Los usuarios de Instagram publican cerca de 220 mil nuevas fotos

- Los usuarios de YouTube suben 72 horas de nuevos contenidos de vídeo

- Los usuarios de Apple descarga cerca de 50 mil aplicaciones

- Usuarios de correo electrónico envían más de 200 millones de mensajes

- Amazon genera más de \$80,000 en ventas en línea

Como se puede observar en el gráfico la cantidad de datos generados a cada minuto en todo el mundo es asombrosa y la capacidad de cualquier persona es sobrepasada si tratara de procesar o dar sentido a toda esa cantidad de información.

Vivimos en una época donde casi todos los aspectos de la vida pueden ser representados como datos. El crecimiento de las plantas, el transporte, el consumo de combustible, las transacciones de venta, número de pasos caminados cada día, la cantidad de medicamento dispensado, el número de bebidas vendidas en un partido de fútbol

y otros más, pueden ser registrados y examinados, ya sea en tiempo real o más tarde, a escala local, regional o mundial.

El mundo se está ahogando en datos pero la información es también de gran valor para aquellos que saben cómo usarlos. Al reconocer que no todos los datos son creados iguales y que siempre hay errores en los datos sigue siendo una gran preocupación¹²⁹. Incluso, mientras las máquinas inteligentes pueden aumentar la inteligencia de una persona todavía existe en los seres humanos la necesidad de examinar la información para verificar posibles errores o distorsiones en los datos. En última instancia, es responsabilidad de los seres humanos determinar el valor de lo que se produce para el análisis y la toma de decisiones.

Como ha observado Earp, la ciencia nos puede dar orientación sobre lo que debe hacerse, pero el ser humano es el último responsable de lo que hace. Solo los humanos pueden determinar los valores que seguirán en la vida¹³⁰.

129. Wang & Strong (1996).

130. Earp (sf).

La necesidad de HPC en Costa Rica

Costa Rica tiene un claro compromiso de hacer uso de la ciencia y la tecnología para mejorar la vida y el bienestar de su población. Los cuatro cimientos en los que ha enfocado la política científica son:

Cimiento I: Potenciar el capital humano mediante la complementariedad entre destreza/educación y tecnología en todos los niveles educativos.

Cimiento II: Ligar la ciencia y la tecnología a la innovación.

Cimiento III: Construir un sistema nacional y un marco jurídico eficaz para la ciencia, la tecnología y la innovación.

Cimiento IV: Propiciar una mayor interacción entre ciencia, cultura y sociedad¹³¹.

Costa Rica ha sido clara en su necesidad de desarrollarse teniendo en cuenta las realidades de la globalización en la que las economías nacionales están, más que nunca y de alguna manera, atadas

y unidas, de manera que lo que ocurre a nivel mundial repercute en todos y en cada uno de los Estado-nación. Así, cada país está llamado, más que nunca, a desarrollar una estrategia global para su propio desarrollo y bienestar.

Cada vez más, un factor determinante en el éxito o en el fracaso de esa estrategia es el grado en el que la mejor tecnología pueda ser utilizada para alcanzar los objetivos y mejorar continuamente frente a la intensa competencia mundial por los recursos, la riqueza, el talento humano y el bienestar social. La tecnología de la información es clave y por extensión, la computación de alto rendimiento (HPC)¹³².

La necesidad de la computación de alto rendimiento

High Performance Computing (HPC) ofrece a los científicos, ingenieros y las empresas las herramientas para resolver ciencia compleja, problemas de ingeniería y empresariales utilizando aplicaciones que requieren un gran ancho de banda, redes mejoradas y capacidades intensivas de computación. También proporciona a la investigación un

131. PEN (2014, p. 129).

132. Idem.

gran poder y velocidad. A diferencia de las computadoras de escritorio, la HPC puede utilizar cientos de miles de CPU para hacer posible un aumento de velocidad tanto en la investigación como el análisis. Y, por otra parte, también facilita la escala de adquisición de datos, el procesamiento y los resultados.

Con HPC se pueden estudiar poblaciones o muestras enteras teniendo en cuenta muchas más variables e interacciones que las posibles con las computadoras de escritorio. No solo se puede obtener información en la demanda sino que el seguimiento y análisis continuo también son factibles. Hoy la HPC se utiliza para una serie de aplicaciones que incluyen el almacenamiento de datos y el análisis, la minería de datos, simulaciones, modelado, desarrollo de software, visualización de datos complejos y rápidos cálculos matemáticos.

Entre sus muchos usos están el desarrollo y rediseño de productos, optimizar los procesos de producción y entrega, la captura de grandes volúmenes de datos en tiempo real, seguimiento de las tendencias de consumo, el almacenamiento de grandes cantidades de datos (como los registros nacionales de salud) para futuros análisis y el uso de esos datos para llevar a cabo proyectos de investigación a gran escala.

Además, la HPC permite a los científicos crear simulaciones de procesos complejos del mundo real y modelarlos con el fin de mejorar su comprensión, ayudando a predicciones más precisas. Por último, utilizando HPC, los científicos y los investigadores pueden crear visualizaciones más detalladas que puedan ayudar en la toma de decisiones y que expliquen complejos resultados de la investigación¹³³. Es seguro decir que ningún país avanzado en el mundo puede seguir compitiendo o innovar nuevos productos o servicios sin la HPC.

De capital humano

*"En su diáspora científica Costa Rica tiene un importante activo. En términos generales, los científicos e ingenieros nacionales que residen en el extranjero tienen niveles de formación superior a los de sus colegas locales y trabajan en áreas de gran interés para el desarrollo nacional. Una proporción significativa de ellos mantiene vínculos con investigadores radicados en el país o desea tenerlos en el futuro. No obstante, los incentivos para su reinserción son pocos y débiles"*¹³⁴.

133. Towns & et al (2014).

134. PEN (2014, p. 38A).

Claramente, Costa Rica está contribuyendo a la ciencia y la ingeniería en una escala global, pero muchos de sus más talentosos recursos humanos no están inmediatamente disponibles para el país. Científicos e ingenieros con talento deben ser cultivados y desarrollados tanto como la nación ha cultivado y desarrollado sus equipos de fútbol. La Computación de Alto Rendimiento (HPC) requiere un alto nivel de educación y de talento. Para Costa Rica esto requiere trabajar en múltiples frentes:

- En primer lugar, es esencial identificar y contactar a todos los profesionales de la diáspora científica y de ingeniería, así como los quienes usan la HPC en las humanidades, las artes y las ciencias sociales para determinar su interés en compartir sus conocimientos y experiencias con los científicos locales, ingenieros, sociólogos, humanistas y artistas.
- En segundo lugar, este grupo de talentos debe vincularse formando redes de colaboración para crear vínculos entre los recursos humanos locales y aquellos fuera de Costa Rica.

- En tercer lugar, a través de esta diáspora es posible crear vínculos institucionales que puedan mejorar las instituciones locales y los centros de investigación. De particular interés aquí sería el intercambio de hardware, software y oportunidades de investigación, así como la asistencia en la creación de la infraestructura necesaria para la colaboración que aumentarían los recursos locales.
- La financiación de viajes desde y hacia Costa Rica para promover las oportunidades de investigación y formación en colaboración.

La activación de este grupo de talentos en colaboración con científicos, ingenieros, sociólogos, artistas y humanistas puede acelerar la adopción de esta tecnología por parte de las instituciones locales y centros de investigación.

La formación y la educación para HPC

Tomando en cuenta la amplia gama de aplicaciones de la HPC se debe tener cuidado de no verla solo como de uso de las ciencias exactas y de la ingeniería. En su lugar, debe abordarse como una tecnología multidisciplinaria con aplicación a una amplia gama

de profesiones y actividades. De hecho, uno de los mayores desafíos es cómo crear fuertes redes de colaboración entre los usuarios de las diferentes áreas en diferentes lugares.

Un entrenamiento temprano en redes de colaboración es una necesidad si la nación está esperando aplicar la HPC como su más grande ventaja. Iniciar la capacitación a nivel de pregrado no es demasiado pronto. La Universidad HPC ha identificado siete áreas que podrían ser empleadas como un plan de estudios básico a ese nivel. Estas áreas son:

- Simulación y Modelado
- Programación y Algoritmos
- Ecuaciones diferenciales y Sistemas Dinámicos Discretos
- Métodos numéricos
- Optimización
- Programación paralela
- Visualización científica

Ellos señalan que estas áreas pueden ser aplicadas en distintas disciplinas e incluso integradas en los contenidos del curso en su caso¹³⁵. De este núcleo curricular cursos avanzados y programas pueden ser desarrollados para hacer la transición del curso universitario a la formación de posgrado. Los graduados podrían entonces centrarse en sus actividades de investigación sin tener que invertir más tiempo en aprender a usar las tecnologías de alto rendimiento. Estos graduados también podrían ser mejor educados en la manera de trabajar en colaboración con investigadores de otras disciplinas.

Utilizar el talento existente

No debe desestimarse el talento de los programadores y los científicos de la computación producidos por tres universidades públicas y privadas. Un inventario de las investigaciones que se estén realizando y de las planificadas utilizando HPC sería de gran valor para identificar los principales investigadores en este campo. Una lista de los proyectos en curso sería de gran valor con el fin de determinar las necesidades futuras. Una vez identificados

135. HPC University (sf).

estos proyectos también podrían ser utilizados para orientar la colaboración entre proyectos similares a nivel internacional¹³⁶.

Desarrollar un plan para aumentar el uso de HPC en Costa Rica.

En Costa Rica, HPC se podría aplicar para hacer frente a una serie de objetivos que se han presentado en diversos planes y documentos de política¹³⁷.

Más talento en Ciencia, Tecnología, Humanidades, Artes y Ciencias Sociales

Si Costa Rica quiere mantener la competitividad en la economía global tendrá que producir más científicos. Varias áreas son objetivos lógicos para el uso de tecnologías informáticas avanzadas. La primera es el desarrollo de más recursos humanos con HPC, ampliando el uso de tecnologías avanzadas no sólo en el ámbito de las ciencias y la ingeniería sino extenderla a poblaciones-objetivo, incluyendo las humanidades, las artes y las Ciencias Sociales.

Ampliación de la formación más allá de las ciencias tradicionales puede tener un beneficio adicional en la medida en que permite a las instituciones educativas construir en actividades de colaboración en planes de estudio y en la formación. Con un grupo ampliado de profesionales especializados en los distintos elementos de datos de HPC puede ser fusionado con un diseño para mejorar la calidad y la conveniencia de los productos locales. Una vez más, la colaboración con grupos fuera de Costa Rica es esencial. Los recursos de supercomputación de Costa Rica son insuficientes en la actualidad para poner a disposición de la infraestructura necesaria para formar profesionales informáticos avanzados.

Tanto las universidades y centros de investigación públicos y privados deben ser contratados por instituciones como MINCIT para desarrollar a corto, mediano y un plan a largo plazo para el desarrollo del personal necesario. Ese plan debe incluir también una estrategia para promover la colaboración para obtener el hardware, el software y las personas que sean necesarias para alcanzar los objetivos de formación.

El desarrollo de talento debe de hacerse con el mismo vigor que Costa Rica da al desarrollo

136. Fox, (2006).

137. Gómez (2014); PEN (2014).

de sus equipos de fútbol. Como el talento en deportes, el talento científico necesita ser desarrollado tempranamente y sostenerse.

Áreas focales para HPC en Costa Rica

Si bien no es exhaustiva, una lista corta del área en la que Costa Rica podría centrar sus esfuerzos es presentada aquí como un punto de partida en estos esfuerzos en curso para desarrollar habilidades alto rendimiento y tecnologías.

- Emplear HPC en el desarrollo de productos locales
- Uso HPC para promover el bienestar social mediante el uso de datos de forma más eficaz, respondiendo a las necesidades sociales.
- Dirigir más talento hacia la ciencia, la tecnología apuntando todas las disciplinas educativas en la formación del talento humano para utilizar HPC.
- Fomentar la innovación y la creatividad
- Entrenar a quienes toman las decisiones en el uso de los datos y la toma de decisiones basadas en datos.
- Aplicar las tecnologías de datos y sensor para proteger y promover calidad del agua y otros recursos para un uso más eficiente.
- Desarrollar el uso generalizado de registros médicos electrónicos para facilitar el aumento de la calidad de la salud, la reducción de costos, vía enfermedad, educar al público y apoyo en investigación médica avanzada.
- Proteger el medio ambiente y utilizar los recursos naturales de manera más efectiva.
- Actualizar el currículo escolar y de estudios universitarios y promover la identificación temprana y el apoyo a los estudiantes talentosos en el campo de la ciencia, la tecnología y la ingeniería.
- Ampliar el programa de ciencias para incluir cursos de humanidades, artes y Ciencias Sociales para fomentar un mejor diseño, la innovación y la ergonomía.

En el siglo XXI, el futuro pertenece a aquellos que hacen el mejor uso de la ciencia y las tecnologías. Sin dudas, los grandes datos, el hardware y el software de procesamiento serán necesarios. Pero, lo que es igualmente

importante es la capacidad de las personas que lo utilizan para dar sentido a la existencia. En cierto sentido, los datos siempre han sido vistos como un recurso objetivo que da respuestas a nuestras preguntas.

Lo que ahora es claro, sin embargo, es que todos estos datos deben interpretarse. Alguien en el otro extremo de la máquina debe darle valor, debe decidir su importancia. El factor humano en el proceso de investigación no puede ser ignorado. La recolección de datos se inicia con una pregunta o preguntas. Es dado a luz a través de la curiosidad humana, debido a la necesidad del ser humano de saber.

Los datos en el siglo XXI pueden ser un gran recurso en pro de la solución de los problemas humanos, pero también nos vemos obligados adquirir conocimientos tecnológicos para proteger esta información. Los datos pueden ser utilizados para aumentar nuestra inteligencia, pero en última instancia, es el ser humano quien debe decidir qué hacer. Ignoramos la importancia de la cultura y los valores nacionales a nuestro propio riesgo.

Costa Rica debe dotar a sus científicos y los profesionales para que utilicen estas nuevas

tecnologías para estar seguros, pero debe tener los recursos para tener sus científicos, sus ingenieros, humanistas, artistas y científicos sociales para dar ese sentido a los datos usando valores de Costa Rica y sus aspiraciones.

ESTRATEGIA DEL MICITT HACIA EL 2021



Institucionalidad de la CTI en Costa Rica

- ▶ 3.1.1. El Sector de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica
- ▶ 3.1.2. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

Costa Rica desarrolla diversas actividades científicas y tecnológicas (ACT), que están estrechamente relacionadas con la producción, la promoción, la difusión y la aplicación de conocimientos científicos y técnicos, en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Ejemplo de ello son la investigación y desarrollo (I+D), la enseñanza y la formación científica y tecnológica (EFCT) y los servicios científicos y tecnológicos (SCT). Sobre este tema, nuestro país ha experimentado un comportamiento creciente de las ACT respecto al PIB, pasando de 1,81% del PIB en el 2011 a 1,98% del PIB en el 2012, el cual se explica principalmente por los rubros de inversión que se realizan en EFCT; particularmente la inversión de universidades públicas que ayudan en el desarrollo y la formación de capital humano profesional y de un alto nivel técnico, sin embargo aún falta camino por recorrer en este tema.

Uno de los componentes de las ACT es I+D, el cual se estima que los países desarrollados invierten alrededor de 2% y 3% del PIB. En el caso de Costa Rica la inversión en I+D respecto al PIB aumentó en un 18% en el 2012 respecto del 2011, y fue alrededor de 0,57%; con una participación del sector público del 61% (la mayor participación fue registrada

por el sector académico) y el restante 39% del sector privado; esta proporción de inversión es opuesta a la realizada por los países desarrollados, no obstante la inversión en I+D realizada por el sector privado muestra un crecimiento, evidenciando que en diversos sectores productivos de nuestro país el tema de I+D ha tomado importancia en los últimos años.

Por otra parte, el 86,7% de las empresas del sector servicios realizaron algún tipo de innovación al 2012, un porcentaje que parece bastante alto a nivel global. Entre los tipos de innovación ejecutados están: de producto o servicio (68,3%), de proceso (55,7%), organizacional (40,9%) y comercialización (53,1%). A pesar de estos avances, sólo un 5,3% de estas empresas desarrolló innovaciones novedosas en el mercado internacional.

En cuanto al recurso humano costarricense, se requiere mayores destrezas, capacidades de investigación, habilidades tecnológicas y lingüísticas para la generación y desarrollo de la CTI, por lo que es necesario mejorar la educación superior, para universitaria, técnica y de alto nivel. Al 2012, el país contó con un total de 20.917 personas dedicadas a ACT, de las cuales 6.483 son personal de I+D, entre los

que se encontraban 3.414 investigadores y solo 553 de esos investigadores poseen grado de doctorado.

Los desafíos para desarrollar la CTI en Costa Rica son muchos. En el corto plazo es imprescindible enfocarse en incrementar sustancialmente, atraer y redireccionar la inversión en I+D, disponer de una mayor cantidad de recursos humanos de alto nivel, fortalecer el marco institucional del sector y promover una mayor apropiación social del conocimiento científico y desarrollo tecnológico.

3.1.1.

El Sector de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica

El MICIT inició sus primeras acciones en 1986, se creó formalmente en 1990, bajo la Ley N°.7169 de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico; y para el 2012 el Sector de Telecomunicaciones fue asumido por el MICIT, mediante la Ley N°.9046, a partir de ese momento se le denomina MICITT, y se le asigna la rectoría del Sector de acuerdo a la directriz N°006 MIDEPLAN, la cual fue emitida por la Presidencia de la República y la Ministra de Planificación Nacional y Política Económica¹³⁸.

El Sector Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones se encuentra conformado por diversas instituciones a continuación se describen brevemente las competencias de cada una de ellas:

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA)

El CITA es una institución creada en 1974, por convenio de cooperación entre la Universidad de Costa Rica, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Este

138. Dicha Directriz fue publicada en el diario Oficial La Gaceta, No. 134, del día lunes 14 de julio del 2014.

Centro ha contado con una conformación y organización muy particular e innovadora, en la que la Universidad de Costa Rica, estableció un programa para trabajar en beneficio de la ciencia y tecnología de alimentos en el país, en colaboración directa con el gobierno a través de los ministerios asociados en esta línea.

Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT)

La Ley Constitutiva del CONICIT se publicó en agosto de 1972 y establece a esta entidad como el órgano técnico del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, es la institución responsable de administrar incentivos dirigidos a aumentar las capacidades nacionales en ciencia y tecnología, mediante el financiamiento para la formación de recurso humano especializado y la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para los centros de investigación públicos, sin fines de lucro y para la empresa privada.

Comisión Nacional de Energía Atómica (CEA)

La CEA es una institución pública de carácter descentralizada, creada en

1969. La naturaleza de la institución se fundamenta en el uso pacífico de la energía atómica, mediante el fomento, promoción, desarrollo, aplicación y uso seguro de la tecnología nuclear en el país. Asimismo, la Comisión contribuye mediante servicios de asesoría de calidad utilizando los recursos humanos capacitados, los servicios técnicos especializados y los conocimientos desarrollados en las instituciones nacionales por medio de la cooperación técnica internacional.

Ente Costarricense de Acreditación (ECA)

El ECA se creó en 2002 bajo la Ley N°. 8279 “Sistema Nacional para la Calidad. Es una entidad pública de carácter no estatal y es el único ente competente con potestad para emitir las acreditaciones a nivel nacional, en las áreas de laboratorios de ensayo y calibración, laboratorios clínicos, organismos de inspección, organismos de certificación y organismos validadores/verificadores de gases de efecto invernadero, contribuyendo así, a mejorar la calidad y la productividad de empresas e instituciones en sus productos, bienes y servicios.

Academia Nacional de Ciencias (ANC)

La ANC fue fundada en 1992, pero en 1995, se promulgó la Ley N°.7544 (Ley de Creación de la Academia Nacional de Ciencias), que la crea como un ente público no estatal.

La Academia Nacional de Ciencias, es un foro permanente de discusión y análisis científico, con el deber constante de generar una cultura científica y el progreso de la misma, por medio de la investigación y las relaciones científicas entre sus miembros y otras agrupaciones científicas, a través de la colaboración con organismos nacionales e internacionales. Está comprometida a brindar una ética científica a la Nación, y ser promotora del desarrollo científico.

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL)

La SUTEL es un órgano de desconcentración máxima, adscrito a la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep); creada en el 2008. A la SUTEL le corresponde la aplicación de la regulación al sector de telecomunicaciones y asegurar la eficiencia,

igualdad, continuidad, calidad, mayor y mejor cobertura e información, así como mejores alternativas en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

Radiográfica Costarricense (RACSA)

RACSA fue creada en 1964, tras la formación de una sociedad mixta entre el ICE y la Compañía Radiográfica Internacional de Costa Rica. Su misión es agregar valor a las actividades de sus clientes, mediante soluciones integrales, oportunas y rentables en el campo de las infocomunicaciones, con capital humano de excelencia. Su visión es ser la empresa innovadora que facilita la competitividad del Grupo ICE en el mercado regional.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

El ICE fue creado en 1949, para solucionar problemas de escasez de energía eléctrica durante los años 40. Su objetivo primario es desarrollar, de manera sostenible, las fuentes productoras de energía existentes en el país y prestar el servicio de electricidad. Así como, el establecimiento, mejoramiento,

extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional.

Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot)

El CENIBiot se creó en 2007, con el refrendo de dos convenios, el primero suscrito entre la Unión Europea y el Gobierno de Costa Rica y el segundo por el Ministerio de Ciencia y Tecnología con el Consejo Nacional de Rectores. Actualmente, el CENIBIOT es un centro costarricense de biotecnología y escalamiento de bioprocesos, así como un instrumento para el desarrollo científico y empresarial.

Correos de Costa Rica

El servicio nacional de correos se estableció en 1939. Su misión es proporcionar soluciones modernas e integrales en servicios de logística, comunicación y afines que generan valor agregado y lealtad de nuestros clientes. Su visión es ser líderes e innovadores en el mercado de servicios de logística, de comunicación y afines, brindando a nuestros clientes soluciones integrales a sus necesidades.

En mayo de 2014 se inicia con la construcción del planteamiento estratégico del sector con la convocatoria de las entidades que lo integran, con la particularidad que en esta ocasión se contó con la participación de Correos de Costa Rica, debido a su interés de trabajar específicamente en el área de las telecomunicaciones.

El proceso inició con una serie de capacitaciones a las instituciones del Sector sobre la gestión por resultados, en junio MIDEPLAN presentó la metodología y facilitó las matrices sectoriales para la elaboración del PND 2015-2018, mismas que se utilizaron para elaborar un instrumento de consulta y solicitud de información a los diversos entes. Con los insumos facilitados por las instituciones y el ejercicio de prospectiva del cual se derivó el documento Ruta 2021 elaborado por el MICITT, se procedió a la creación de un informe base, utilizado para el análisis por parte de los participantes durante el Taller Sectorial del 22 y 23 de julio de 2014.

Durante el taller se conformaron tres grupos de trabajo en las siguientes temáticas: innovación, ciencia y tecnología, y telecomunicaciones. El primer día de trabajo se concentró en la identificación de los principales problemas

del sector, con sus respectivas causas y efectos, esto para establecer un diagnóstico situacional; adicionalmente, se les consultó acerca de algunas políticas estratégicas requeridas para mejorar el accionar e impacto del sector a nivel nacional. Posterior al desarrollo de las actividades cada grupo presentó sus resultados.

El segundo día se centró en el planteamiento de proyectos relevantes para cada entidad, instando a un compromiso conjunto de las entidades para alcanzar su ejecución durante los próximos cuatro años. El fin es disminuir la brecha entre el estado actual del país en temas de ciencia, tecnología y telecomunicaciones y los objetivos de la Ruta 2021. Al concluir el taller se abrió un espacio de análisis y discusión sobre las conclusiones y principales resultados obtenidos.

Posteriormente, la rectoría del sector realizó un proceso de análisis y síntesis de los resultados alcanzados durante el taller, lo cual implicó el establecimiento de prioridades y estrategias adecuadas para potenciar el desarrollo del sector y generar un mayor impacto nacional. La versión final fue presentada a los jefes y enlaces el 18 de agosto de 2014. Para este Plan en particular, solamente se presentan los

objetivos, proyectos y metas del subsector Ciencia y Tecnología.

Los resultados obtenidos evidencian la realidad nacional de la ciencia, la tecnología y las telecomunicaciones que además de los bajos montos presupuestarios asignados, existen muchos otros desafíos. Sin embargo, es esencial contar con capacidad prospectiva que permita unificar esfuerzos para el fomento y el fortalecimiento de las actividades del sector para colocar al conocimiento como el motor del desarrollo país.

En este sentido, se han realizado diversas investigaciones de la situación del sector de CTI, tanto el Proyecto Estrategia Siglo XXI (2006), como el Primer Informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (2014), identifican elementos que limitan la inversión en I+D y el desarrollo competitivo del sector, tales como: la falta de Capital Humano altamente calificado, falta de financiamiento y mayor participación del sector privado, falta de fortalecimiento de la institucionalidad en áreas como la protección a la propiedad intelectual, instrumentos de financiamiento a la CTI, comercialización de productos, entre otros. En el cuadro a continuación se identifican los principales problemas con sus causas y efectos.

Cuadro N 2

Diagnóstico del Sector de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

Fuente: MICITT, 2014

Problemas	Causas	Efectos
No existe un marco conceptual claramente definido y socializado de cómo la Ciencia y Tecnología impactan en la calidad de vida de los ciudadanos y el crecimiento económico del país basado en conocimiento e innovación.	La falta de una política pública de Estado sobre Ciencia, Tecnología e Innovación.	Los planes desarrollados no permiten definir acciones estratégicas que se reflejen en el Plan Nacional de Desarrollo.
No existe una cuantificación de la oferta y la demanda entre necesidades sociales actuales y los recursos disponibles Ciencia y Tecnología que aportan al mejoramiento de la calidad de vida.	Los mecanismos de medición de necesidades no están presentes en forma completa o están solamente enfocados en casos particulares.	No es posible establecer prioridades sectoriales para diseñar proyectos y acciones de impacto nacional.
No existe una adecuada asignación de roles y responsabilidades dentro de las instituciones del sector para un desarrollo integral de Ciencia y Tecnología.	La definición actual de la rectoría y los instrumentos legales desactualizados limitan el ejercer adecuadamente las responsabilidades del sector Ciencia y Tecnología.	Las acciones ejecutadas son dispersas y no contribuyen a una sola línea de impacto.
La sociedad en general no está conscientemente informada acerca del impacto real y potencial de la Ciencia y la Tecnología.	No existe una estrategia de comunicación que incluya a todos los actores del sector para visibilizar sus aportes.	La sociedad no tiene una apropiación adecuada para solicitar apoyo hacia el aumento de recursos públicos destinados a Ciencia y Tecnología.
La cultura de investigación y desarrollo del país (sector público y privado) no facilita las labores de articulación de iniciativas ya existentes en Ciencia y Tecnología.	Falta un catalizador confiable, con criterio y un lenguaje apropiado, capaz de orientar las comunidades científicas y solidificar iniciativas de alto nivel.	Los grupos de investigación en diferentes sectores tienen pocos resultados o tiempo de vida, disminuyendo la posibilidad de generar impacto nacional, de internacionalización de sus resultados o instanciación en productos de alto contenido científico tecnológico.

Problemas	Causas	Efectos
Las áreas estratégicas el PNCTI son muy amplias de manera que el impacto de la distribución de los fondos concursables es dispersa.	Poco reconocimiento político y a nivel nacional del impacto que tiene el sector en el desarrollo del país. Falta de ejercicios de priorización por parte de los actores del sector.	Limitación de recursos para las áreas prioritarias del sector.
Poca integración y articulación entre los actores del sector para trabajar en conjunto la generación de innovación que permita el desarrollo de las cadenas de valor.	Falta un verdadero trabajo sectorial que le de valor a la innovación en el sector productivo como elemento de competitividad. Falta de metas en común por parte de los actores del sector. Falta incluir y actuar las metodologías de trabajo de Universidades Públicas dentro del sector.	La sumatoria de las partes no tiene un impacto importante a nivel sector y a nivel país. Falta de visualización de los esfuerzos individuales de cada uno de los actores.
Poca especialización del capital humano que permita la integración de los diferentes procesos que deben recorrer las empresas para generar productos/proyectos viables (De calidad, de impacto en el mercado, económicamente, sostenible, de normativa) (gestores de innovación/gestores de calidad).	Poca claridad de la necesidad de este tipo de especialización. Falta de apropiación del problema por parte de alguna o algunas instituciones no necesariamente las del sector.	Dificultades para concretar los procesos de innovación. Desestimulo a la articulación interinstitucional y de las empresas con instituciones o universidades.

Una vez efectuado el diagnóstico anterior se realiza el planteamiento estratégico del Sector Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones para el periodo 2015-2018, que se encuentra basado en aspectos esenciales que apuntan al mejoramiento institucional y a las acciones requeridas para el avance del país en este ámbito. A continuación se detallan la visión y misión del Sector, así como el objetivo estratégico planteado para alcanzar los resultados que se esperan obtener.

Misión

Direccionar el desarrollo nacional mediante el diseño y la ejecución de iniciativas basadas en el conocimiento científico, tecnológico y de telecomunicaciones para generar competitividad, bienestar y prosperidad a través de procesos de innovación.

Visión

Ser el habilitador del desarrollo nacional mediado por la ciencia, la tecnología y las telecomunicaciones a través de la construcción de plataformas idóneas que permitan atender de forma pertinente los retos del país.

Objetivo Estratégico Sectorial

Contribuir al bienestar social y fortalecer el crecimiento económico del país basado en conocimiento e innovación mediante políticas para la articulación, aplicación y apropiación social de la Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.

Resultados Esperados

Para lograr el objetivo del sector, se han establecido tres resultados que se esperan

alcanzar al concluir la actual administración, es por ello que adicionalmente se plantean sus respectivos indicadores y metas con el propósito de llevar un control sobre el avance de los mismos. La persona responsable de la ejecución de estos es la ministra rectora Gisela Kopper Arguedas.

Indicador: Porcentaje de empresas implementando actividades de innovación que impactan el mercado nacional.

Línea base: 44,1% (2011).

Meta Total: Incrementar a un 50,0% las actividades de innovación que impactan el mercado nacional.

Peso relativo: 33,3%.

Meta 2014: 45,2%, Meta 2015: 46,4%, Meta 2016: 47,5%, Meta 2017: 48,7% y Meta 2018: 50,0%

Indicador: Porcentaje de componentes de la política pública de Ciencia, Tecnología e innovación implementadas.

Línea base: 25,0%.

Meta Total: Incrementar en un 75,0% la implementación de los componentes de la Política de la Ciencia, Tecnología, Innovación y Telecomunicaciones.

Peso relativo: 33,3%.

Meta 2014: 35,0%, Meta 2015: 50,0%, Meta 2016: 65,0%, Meta 2017: 85,0% y Meta 2018: 100,0%.

3.1.2.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

El MICITT como rector de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación tiene el papel director, tal como el que usualmente tuviese el cacique en los grupos étnicos de Costa Rica de acuerdo con la evidencia arqueológica en forma de artefactos, siendo clave para que la articulación posea una direccionalidad tendiente a maximizar los efectos de las acciones desde el Poder Ejecutivo. Para cumplir esta función de gran importancia a nivel país que establece el siguiente planteamiento estratégico.

Misión

Dictar la política pública de ciencia, tecnología y telecomunicaciones, que permita al país potenciar el aprovechamiento del conocimiento y la innovación, para priorizar y dirigir las iniciativas del sector hacia la competitividad, el bienestar y la prosperidad.

Visión

Ser el propulsor de un modelo país de largo plazo basado en el conocimiento y la innovación para alcanzar un desarrollo integral y sustentable con liderazgo global.

Objetivo Estratégico Institucional

Construir política pública en ciencia, tecnología, innovación y telecomunicaciones para contribuir en la solución de los retos que obstaculizan el desarrollo nacional.

Objetivos Específicos

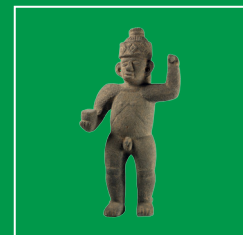
- Potenciar el reconocimiento social de la ciencia, tecnología, innovación y telecomunicaciones mediante estrategias de apropiación dirigidas a la población.
- Incentivar la formación de recurso humano de alto nivel en las áreas científico-tecnológicas por medio de la articulación efectiva entre la oferta académica y demanda laboral para potenciar la disponibilidad de competencias en investigación y desarrollo, y su integración en procesos de innovación.
- Facilitar el incremento y la integración de las capacidades nacionales de ciencia, tecnología, innovación y telecomunicaciones a través de actividades que propicien una transición hacia la economía basada en el conocimiento.
- Optimizar el uso de los recursos científicos-tecnológicos y de innovación disponibles y los mecanismos de consecución de nuevos recursos, mediante el desarrollo de políticas públicas sectoriales, para incentivar la generación de iniciativas nacionales.
- Fortalecer la institucionalidad de la ciencia, la tecnología, la innovación y las telecomunicaciones mediante una integración sectorial para garantizar la continuidad en la construcción y la ejecución de las estrategias efectivas de largo plazo que maximice la sinergia de las contribuciones de los actores involucrados.



El Viceministerio de Ciencia y Tecnología

- ▶ 3.2.1. La estrategia de acción del Viceministerio de Ciencia y Tecnología
- ▶ 3.2.2. Apropiación
- ▶ 3.2.3. Formación
- ▶ 3.2.4. Facilitación
- ▶ 3.2.5. Optimización
- ▶ 3.2.6. Fortalecimiento
- ▶ 3.2.7. Una ruta posible hacia la Sociedad y Economía basadas en el Conocimiento

Figura masculina de piedra. Región Central-Caribe. 500 d.C. - 1200 d.C.



Así como se realizó un nuevo planteamiento del MICITT es esencial un replanteamiento del papel del Viceministerio de Ciencia y Tecnología (VCT) en su conceptualización. El VCT tiene como responsabilidad la integración del conocimiento científico y tecnológico en los diferentes niveles de la sociedad costarricense para garantizar su crecimiento y que, al mismo tiempo, este impacte en la calidad de vida de los habitantes de Costa Rica para lograr esta responsabilidad se establece:

Misión

Promover el desarrollo de la ciencia, tecnología y la innovación en el país mediante la definición de líneas estratégicas claras y la ejecución de sus acciones en el corto, mediano y largo plazo cuyo impacto se traduce en el aumento de la competitividad, la prosperidad y el bienestar de los ciudadanos.

Visión

Ser el ente experto de referencia nacional en ciencia, tecnología e innovación cuyo criterio sea vinculante para la solución de problemas en los diferentes ámbitos de la realidad nacional.

Objetivo Estratégico

Construir una estrategia nacional que propulse la ciencia, tecnología y la innovación a altos niveles de productividad y competitividad con el fin de convertir al país en una sociedad basada en el conocimiento.

3.2.1.

La estrategia de acción del Viceministerio de Ciencia y Tecnología

El VCT busca como su resultado central el maximizar el aprovechamiento del potencial de desarrollo del país mediante iniciativas basadas en el conocimiento y la innovación. Paralelo, dos componentes principales han sido engarzados en estas secuencias de acciones. Primero, un alineamiento interno de las direcciones del VCT para la articulación de las acciones, y, posteriormente, una instanciación de los objetivos institucionales en un flujo que parte de los retos y oportunidades nacionales para culminar en competitividad, prosperidad y bienestar.

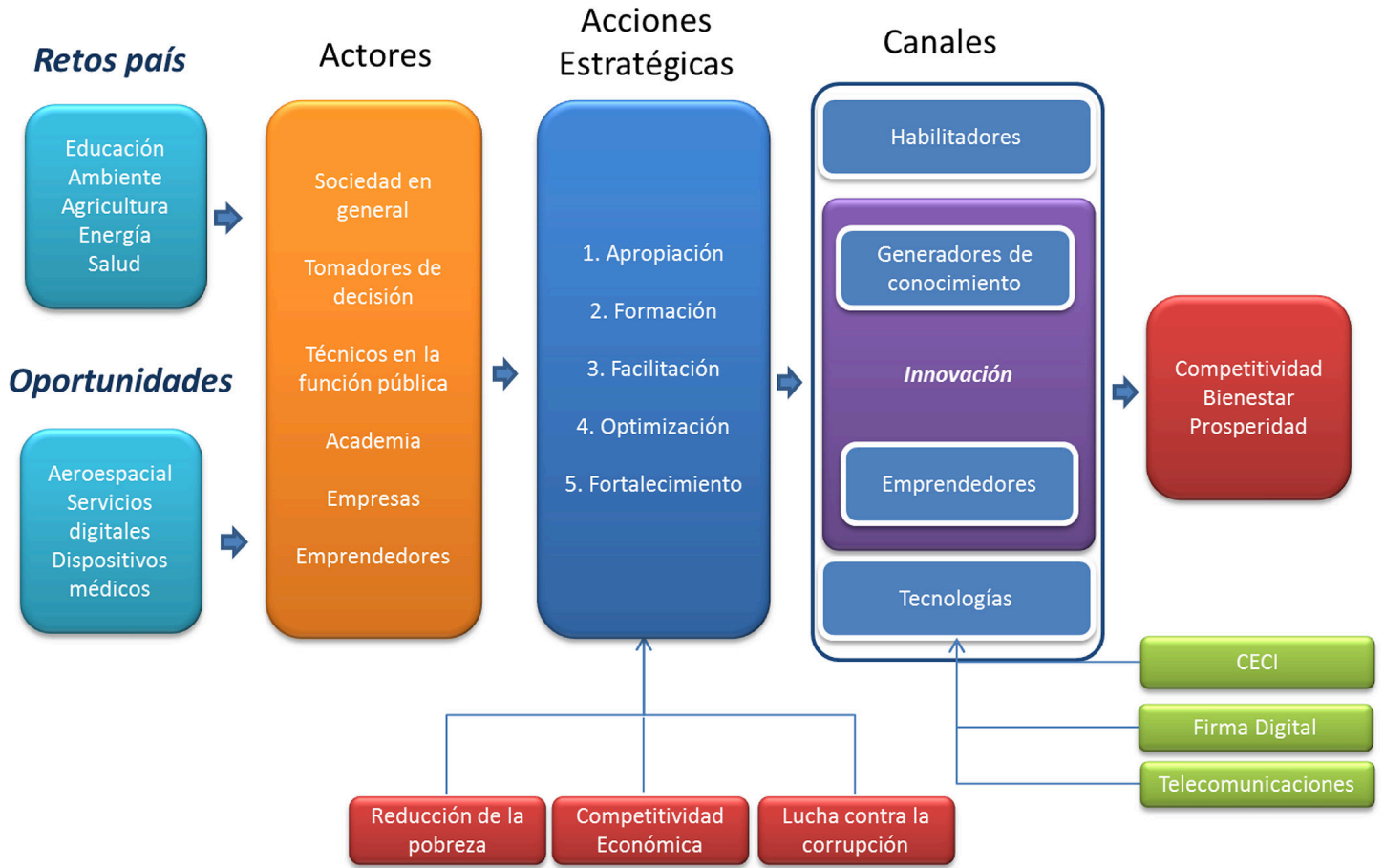
Cuadro N 3

Alineamiento estratégico de las Direcciones del VCT Fuente: MICITT, 2014

Dirección	Objetivo	Resultados
Capital Humano para CTI	Potenciar el conocimiento de la ciencia, tecnología, innovación en la población de edades tempranas, por medio de la extensión de las convocatorias y otras actividades para el estímulo del desarrollo y fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas.	Elaboración de la Estrategia Nacional de Capital Humano para la CTI. Ejecución de actividades escalables de promoción de las vocaciones científicas y tecnológicas.
Investigación y Desarrollo Tecnológico	Definir e implementar una estrategia que aumente la inversión en proyectos de innovación, con el fin de impulsar a la economía hacia actividades basadas en el conocimiento.	Impulso a la participación de jóvenes en proyectos de innovación empresarial. Impulso a proyectos de innovación en PYMEs. Involucramiento de profesionales con perfiles científicos y tecnológicos en proyectos de innovación de base tecnológica.
Certificadores de Firma Digital	Ser el órgano administrador y supervisor del Sistema Nacional de Certificación Digital, que autoriza y vigila el funcionamiento de las Autoridades Certificadoras emisoras, define las políticas y requerimientos para el uso de certificados digitales en Costa Rica, y promueve su uso mediante la difusión nacional en temas de Firma Digital.	Promoción de la masificación del uso y la implementación de los certificados y firmas digitales en Costa Rica, garantizando la robustez, seguridad y confianza en el uso de plataformas electrónicas para cualquier tipo de trámites.

Así, la integración de los elementos anteriores junto a los objetivos institucionales, a los pilares de reducción de la pobreza, lucha contra la corrupción y competitividad económica subyacentes al Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 Alberto Cañas Escalante y al planteamiento sectorial se traducen en el siguiente esquema de acción institucional.

Figura N 5
Acción Institucional



3.2.2. Apropiación

El primer eslabón en la cadena de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación es sin lugar a dudas la apropiación de la ciencia y el conocimiento entendido como un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, construido a partir de la participación activa de diversos grupos sociales que generan conocimiento en el país.

La apropiación social del conocimiento es el fundamento de cualquier forma de innovación, porque el conocimiento es una construcción compleja, que involucra la interacción de distintos grupos sociales¹³⁹.

Este proceso intencionado debe realizarse en el marco de una red constituida no sólo por expertos en ciencia y tecnología; también por la sociedad civil, los grupos empresariales y académicos y por supuesto el Gobierno como generador de política pública.

Países de la región que han implementado modelos exitosos de iniciativas de apropiación de CTI han basado sus esfuerzos en cuatro pilares fundamentales: propiciar la transferencia e intercambio de conocimiento entre

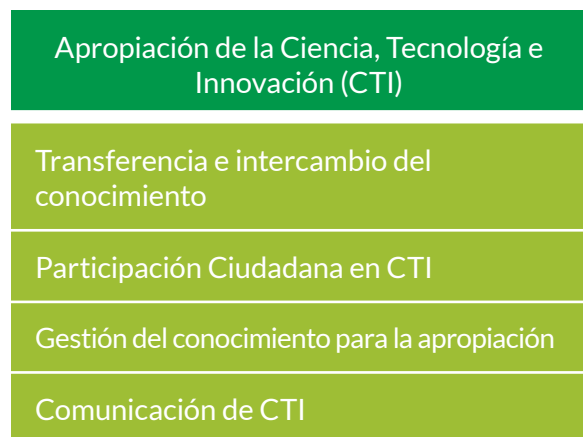
139. De Greiff y Maldonado (2010).

la comunidad científica, empresarial y política; el fomento de la participación ciudadana en actividades de CTI; gestión del conocimiento que propicie la apropiación y la comunicación social efectiva de la CTI.

Figura N 6

Cuatro Pilares Fundamentales de la

Fuente: MICITT, 2014



No se trata sólo de un proceso informativo, va más allá, enfocado hacia el desarrollo de herramientas para la integración de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana. Porque la apropiación no es sólo la utilización de una tecnología o un conocimiento, sino también el significado que éste tiene para su usuario¹⁴⁰.

En este proceso, el científico tiene la responsabilidad de ser divulgador, educador

de la juventud y generador de progreso¹⁴¹. Pero también la comunidad científica debe propiciar la transformación del sector productivo, ser asesora y creadora de empresas.

Un proceso de apropiación exitoso requiere generar conciencia en la sociedad, en especial en la comunidad científica para desarrollar estrategias participativas para que los ciudadanos se apropien del conocimiento. Y esa apropiación, se logra fortaleciendo el sentido crítico, brindando herramientas adecuadas y ubicando el tema de la ciencia y la tecnología dentro del entorno y cotidianidad de los ciudadanos. Se requiere vencer el mito de que la ciencia es incomprensible y lejana a la realidad costarricense.

La apropiación va más allá de popularizarla o darla a entender, implica difundir el conocimiento científico e implementar estrategias para que el público pueda aprovechar los beneficios de la ciencia y la tecnología. Implica esfuerzos de educación formal y no formal así como un interés particular de la clase política y empresarial en el entendimiento de que el tema de ciencia tecnología e innovación condiciona su desarrollo.

140. Mackay y Gillespie (2007).

141. Hoyos (2002).

3.2.3. Formación



Sin duda el capital humano es el corazón de todo sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, contar con recurso humano calificado, en cantidad y calidad, es un tema transversal en el desarrollo de la ciencia, la innovación y las tecnologías digitales.

El talento ha sido una de las principales ventajas competitivas de nuestro país y es lo que ha permitido avanzar hacia una economía basada en el conocimiento. El recurso humano especializado en áreas de ciencia y tecnología se ha convertido en una herramienta de atracción de inversión y de desarrollo de innovaciones, con lo cual se ha incrementado la competitividad del país y al mismo tiempo, profesionales y técnicos con estos perfiles, aumentan sus posibilidades de encontrar más y mejores empleos a corto y mediano plazo.

En este sentido, la Dirección de Capital Humano busca hacer sostenible el desarrollo basado en conocimiento mediante la implementación de programas de promoción de talento en ciencia y tecnología que permitan contar con el capital humano, dedicado a la generación de conocimiento, al desarrollo de tecnologías y a la innovación, que en el futuro se requieran. Además, pretende fomentar la generación de recurso humano en ciencia y

tecnología según las necesidades de desarrollo del país mediante la articulación con los actores del sector. Su fin es desarrollar e implementar una estrategia de capital humano en áreas de ciencia y tecnología que responda a la visión de desarrollo del país hacia una economía basada en el conocimiento.

Para concretar este objetivo es necesario realizar una prospección del capital humano en ciencia y tecnología mediante la generación de información base que apoye la toma de decisiones, la coordinación y generación de alianzas con instituciones del sector y empresa privada. Así, la información generada permite además promover, incentivar y fortalecer la formación de capital humano en ciencia y tecnología de alta demanda en el país a través de diferentes programas y proyectos vinculados con el sector educativo y empresarial. Esto requiere estimular la creatividad, el espíritu investigador, el pensamiento científico y las habilidades y destrezas en el área científica y tecnológica en los estudiantes mediante el desarrollo y fomento de los Programas Nacionales que son responsabilidad de la Dirección de Capital Humano en sus diferentes instancias.

La articulación coherente de actividades tales como charlas, seminarios, talleres y otras de

manera interdisciplinaria e integrada con los actores sectoriales relevantes tiene el fin de sensibilizar en el tema del desarrollo de capital humano, apropiación social del conocimiento y fortalecimiento de los conocimientos científicos y nuevas tecnologías. Una de estas actividades es la entrega de los Premios Clodomiro Picado de Ciencia y Tecnología como lo establece el Decreto 28683-C-MICITT en el artículo número 4 en reconocimiento a los méritos científicos nacionales, una función clave para construir arquetipos costarricenses en CTI.

Otra función esencial es generar información base de carreras técnicas y profesionales de alta demanda laboral en coordinación con instituciones involucradas en el tema, indispensable para llevar a cabo acciones con las instituciones gubernamentales y no gubernamentales involucradas en el tema de capital humano. Como resultado, las alianzas estratégicas con cámaras empresariales, universidades, empresas públicas y privadas deben dirigirse hacia la promoción de capital humano en ciencia y tecnología con el fin de reducir las brechas entre oferta académica y demanda empresarial.

3.2.4.

Facilitación

“Reunirse juntos es un inicio. Seguir juntos es progreso. Trabajar juntos es el éxito” – Henry Ford

Estas palabras de Henry Ford capturan la esencia de la importancia de la facilitación en el sistema de ciencia, tecnología e innovación. Los procesos de apropiación y formación son importantes para identificar y capacitar a las personas que Richard Florida¹⁴² llama “la clase creativa,” es decir, aquellos individuos que crean conocimiento y lo aplican a través de la innovación. Sin embargo, el objetivo de impulsar a Costa Rica para convertirse en una sociedad del conocimiento sólo se podrá lograr si se potencia el talento individual a través de la colaboración.

La experiencia internacional sugiere que uno de los factores que determina la medida en la que una ubicación geográfica se pueda volver un núcleo de innovación es el nivel de interacción y colaboración entre actores diversos. En la misma manera en la que una computadora necesita hardware moderno y software eficiente para ser una herramienta poderosa de trabajo, un ecosistema de innovación también requiere de elementos

142. Florida (2002).

que podríamos llamar hardware y otros que podríamos llamar software¹⁴³. El hardware incluye las destrezas de la clase creativa, la infraestructura de proveedores de servicios para la innovación, la infraestructura física de telecomunicaciones, transporte y energía, y el marco jurídico que habilita el entorno de negocios. El software consiste de la cultura que reduce barreras sociales fomentando interacciones entre personas diversas, basado en la confianza y motivado por una mística que va más allá de los fines de lucro. La facilitación se enfoca principalmente en iniciativas que pudieran fortalecer el software.

Existe un debate acerca de la medida en la que el gobierno tiene las competencias requeridas para aportar en este ámbito de facilitación. Por un lado, se presenta la lógica de que el gobierno es el actor que está mejor posicionado para impulsar acciones que el mercado no está asumiendo. Por otro lado, está la perspectiva que externa Brad Feld en su libro *Startup Communities*¹⁴⁴, donde observa que en la práctica las estructuras jerárquicas del gobierno limitan su velocidad

de respuesta y que los ciclos políticos llevan a una mentalidad cortoplacista. Podemos concluir que la responsabilidad de impulsar la colaboración entre actores debe ser una tarea compartida en la que los esfuerzos del gobierno tendrán mayor impacto si se llevan a cabo en coordinación con otros actores.

Rol del MICITT en facilitación

El trabajo de impulsar la colaboración tiene dos niveles. El primer nivel consiste del trabajo con cada una de las comunidades dentro de la clase creativa. La clase creativa es amplia e incluye tanto científicos, tecnólogos y emprendedores, como artistas, músicos, diseñadores, poetas y arquitectos entre otros. El segundo nivel consiste en lograr colaboración entre grupos con perfiles distintos, formando una comunidad de comunidades que abarca toda la clase creativa.

El trabajo en el primer nivel es una responsabilidad compartida con diversos actores dentro y fuera del gobierno. El MICITT tiene las relaciones y herramientas necesarias para jugar un rol más prominente en el trabajo con la comunidad de científicos y tecnólogos y con la comunidad empresarial.

143. Hwang & Horowitz (2012).

144. Feld (2012).

En el caso de la comunidad de investigadores en ciencia y tecnología, se busca robustecer las interacciones entre investigadores nacionales en las mismas áreas, entre investigadores nacionales en áreas complementarias y entre investigadores nacionales e internacionales. Se le da un énfasis particular a fortalecer el trabajo y la colaboración en áreas relacionadas a las tecnologías convergentes -la nanotecnología, biotecnología, cognotecnología e infotecnología - por el gran potencial que existe cuando estas áreas convergen.

En el caso de la comunidad empresarial, existen dos áreas principales de trabajo: el trabajo con emprendedores que están en el proceso de establecer su primera empresa y el trabajo con empresarios que ya tienen empresas establecidas. El objetivo principal con los emprendedores es fortalecer la dinámica de colaboración entre perfiles diversos. El trabajo con empresarios se enfoca más bien en transferir mejores prácticas en la gestión de innovación con el fin de fomentar la colaboración interna necesaria para identificar y potenciar oportunidades de innovación.

En el segundo nivel, la institución se enfoca principalmente en fomentar la

colaboración entre la comunidad empresarial y la comunidad científica, con el fin de dar ejemplos que pudieran servir para que otras comunidades también se incorporen. Los esfuerzos principales están orientados a impulsar la colaboración a través de proyectos de innovación tecnológica en los que el éxito depende en gran medida de la diversidad de talento en los equipos que propician cada proyecto.

3.2.5. Optimización

La estructura de los problemas que un Estado nacional enfrenta está restringida por un conjunto de actores y recursos, cuya disposición puede ser abstraída como un sistema¹⁴⁵. Todo sistema, dado un propósito colectivamente acordado por la mayoría de sus partes, busca minimizar mediante algún nivel de coordinación de sus acciones la distancia entre el estado actual y el estado objetivo, usualmente uno en donde las causas fundamentales de un desequilibrio han sido resueltas para maximizar la expresión de propiedades emergentes deseables para las entidades que forman parte del mismo¹⁴⁶. Entonces, a partir de lo anterior se puede afirmar que una de las responsabilidades del Estado es la creación de conocimiento nuevo y aplicación del mejor conocimiento existente para encontrar soluciones lo más completas posibles (i.e. soluciones exhaustivas o quasi-exhaustivas) que resulten en la eliminación o reducción de problemas estructurales cuyo efecto positivo sea un habilitador de largo plazo para la sociedad.

En esencia, la organización de la comprensión del Estado como sistema de conocimiento es

145. Sabatier (2007).

146. Boulding (1956).

un proceso que, en la era de la información y de la disponibilidad de datos masivos, debe considerarse como formulable en el lenguaje del método científico para su correcto desarrollo¹⁴⁷. Dentro de su formulación es indispensable asumir que la dinámica compleja y entrelazada que implica la resolución de problemas en un país sugiere que las intervenciones de política pública se verán reflejadas en formas que no necesariamente serán medibles de forma directa, pero cuyo efecto puede originar de forma no lineal mejoras en la competitividad, la prosperidad y el bienestar de los países. En esencia, el papel del desarrollo nacional de la CTI se ha contextualizado con frecuencia a la investigación y el desarrollo de alta tecnología, pero para garantizar la sostenibilidad del proceso sistémico de creación de conocimiento, debe ser también introspectivo para garantizar su sostenibilidad social y financiera¹⁴⁸. Además, es indispensable que las herramientas que permiten comprender fenómenos con relaciones complejas entre factores que determinan la calidad de vida de los habitantes puedan ser visibilizadas, pues

de esto depende el mostrar a la sociedad que existen muchos niveles semánticos de utilidad de la investigación científica y tecnológica donde la sociedad en general es el mayor beneficiario directo.

Tomando en cuenta lo anterior, una de las principales tareas del MICITT para contribuir a la dinámica del desarrollo de Costa Rica es dotar a la política pública de una mayor inteligencia para la toma de decisiones basada en evidencia. Para este fin, ha de considerarse como inteligencia una fuerza que maximiza la libertad de acción a futuro¹⁴⁹, lo que implica para el Estado costarricense el maximizar la capacidad de autodeterminación de sus habitantes y el incremento de la riqueza material bajo una distribución que minimice la cantidad de conflictos sociales. Para adquirir la capacidad de actuar de acuerdo con estos fines, es indispensable efectuar un conjunto de optimizaciones a distintos niveles dentro de la arquitectura estatal, iniciando por hacer esta última explícita y exenta de juicios de valor subjetivos. La construcción de los instrumentos políticos y financieros

147. Elzen et al. (2004).

148. Huang et al. (2014).

149. Wissner-Gross (2013).

apropiados entre el 2015 y el 2021 en Ciencia, Tecnología e Innovación será dirigida a implementar, fortalecer y aplicar estrategias de optimización a distintos niveles:

- Optimización de la legislación nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación tendiente a maximizar la probabilidad de retención de talentos, de facilitar la integración con mecanismos de financiamiento internacionales de forma transparente y de incrementar la movilidad académica entre costarricenses y personal científico y tecnológico de países desarrollados en una dinámica de pares.
- Optimización de los procesos estatales mediante el uso incremental de datos masivos y una mayor digitalización de procesos con trazabilidad automática. En particular, la mejoría de procesos del Estado debe orientarse por el principio de mínima cantidad de pasos versus máxima trazabilidad.
- Optimización del uso y consecución de recursos financieros, de equipamiento científico tecnológico y de capital humano en CTI para maximizar el efecto de la inversión de estos recursos, medible en

forma directa en función de la calidad de la producción endógena de conocimiento y en el aumento en la proporción de productos de alta tecnología diseñados, producidos y comercializados de manera completa en Costa Rica.

- Optimización del proceso de formación de capital en CTI mediante la minimización de diferencias entre las expectativas de los empleadores y la oferta académica debidas a asimetrías de información. En particular, maximización de la cantidad de estudiantes que eligen carreras en CTI.
- Optimización de los procesos de identificación de soluciones a problemas en las áreas de mayor impacto de la sociedad (Educación, Ambiente y Agua, Energía, Salud, Alimentos y Agricultura) por medio de un estudio riguroso de los sistemas involucrados y elección de la alternativa que reduce o elimina lo más temprano posible el origen fundamental del conflicto.

Estos cinco procesos de optimización serán transversales a la definición de políticas públicas del MICITT con el fin de, adicionalmente, proveer un marco de trabajo

suficiente para fines de medición de impacto social de la CTI y retroalimentar modelos formales del proceso de diseño de nueva política pública en el espíritu de las buenas prácticas internacionales¹⁵⁰.

3.2.6. Fortalecimiento

150. OECD (2014).

Al hablar del papel que juega el Estado en la construcción de políticas públicas para el desarrollo adecuado de la ciencia, la tecnología y la innovación, no es posible obviar la dificultad natural que existe para establecer mecanismos que permitan que las políticas superen la prueba del tiempo y se adaptan eficazmente a los vertiginosos cambios del sector.

En el contexto costarricense, la necesidad de que el MICITT asuma un rol preponderante como catalizador de la sinergia entre los diferentes actores del sector CTI, es un clamor de la gran mayoría de quienes se desenvuelven en el medio y que entienden que con un aliado fuerte, sus propias fortalezas se pueden aprovechar más oportunamente. Para nadie es entonces un secreto que el siguiente paso para potenciar la evolución sostenible del sector, debe estar dirigido a dotar de recursos directos e indirectos al MICITT para que pueda desarrollar mejor la labor que por Ley y por necesidad se le demanda.

Ante una realidad política y económica donde la capacidad de obtener recursos directos no es necesariamente factible en el corto o mediano plazo, la dinámica incansable del sector exige una gran creatividad por parte del mismo ente rector interesado.

Por esta razón, se observa un MICITT cada vez más integrado con todos los actores del sector, escuchando activamente sus ideas, entendiendo la manera en que perciben las variables y los parámetros del entorno y observando la forma en que viven su relación con otros actores ya sea en la academia, la industria, o con el mismo Estado.

Precisamente, esa es la orientación estratégica que el MICITT adopta para fortalecer las estructuras que fomentan el crecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación en Costa Rica. La participación y el trabajo asesor y experto de los diferentes miembros del sector CTI junto al MICITT es una realidad que se desea produzca cada vez más valor para todos los involucrados. Hoy por hoy, la Prospección del Sector CTI de cara al 2021, la definición del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Plan Nacional de Telecomunicaciones, y la implementación de decretos, directrices y reglamentos se generan como producto del trabajo conjunto de entes dinámicos del sector, y no como imposiciones regulatorias de ningún actor político.

Los retos que siguen son también oportunidades para demostrar a la sociedad civil y a los tomadores de decisión la importancia

que tiene la masificación de las CTI en los diferentes quehaceres del ciudadano. Atrás deben quedar las políticas dirigidas a beneficiar a unos cuantos, y se debe adoptar el agnosticismo tecnológico como un principio rector. La definición de políticas en CTI debe representar la visión del Estado, y no la del gobierno de turno. Es deber de la administración de hoy y del mañana, tener la objetividad y la claridad para ver más allá de los cuatro años que le corresponde gobernar, pues las políticas públicas en CTI y Educación demarcan la cancha de juego del modelo de desarrollo que nuestro país tendrá la capacidad de adoptar en los siguientes años.

Como cualquier ejercicio científico o cualquier proceso industrial, la mejora continua es más una necesidad que una opción. Fortalecer al sector empieza por fortalecer al rector, y de todos depende que encontremos las alternativas políticas y económicamente viables para hacerlo, y hacerlo de manera oportuna. El compromiso de revisar y actuar, últimos pasos de cualquier ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), está intrínsecamente ligado a cualquier producto político que se logre construir a la luz de las necesidades del sector.

Finalmente, y también de cara a fortalecer la utilización masiva y adecuada de CTI por parte del ciudadano, se trabaja en los programas y proyectos que más oportunidad tienen de generar las capacidades y el conocimiento necesario para aprovecharlas en todo tipo de actividades productivas. El MICITT entiende que cualquier proyecto que pretenda integrar a nuevas poblaciones a la sociedad de la información y el conocimiento, requiere de un modelo de sostenibilidad que también sea capaz de sobrevivir las inclemencias del paso del tiempo. Por esta razón, toda política pública que se emane del sector, deberá también contemplar este elemento como un eje fundamental en su elaboración y puesta en marcha.

3.2.7.

Una ruta posible hacia la Sociedad y Economía basadas en el Conocimiento

Las cinco acciones anteriores deben converger para transformar a Costa Rica en un modelo internacional de desarrollo sostenible. Al igual que se habla de una ecología ambiental saludable, una ecología humana equilibrada debe ser uno de los máximos objetivos del Estado. El crecimiento económico sobre la base de un ritmo de vida desequilibrado física y psicológicamente, así como la alternativa de un ritmo de vida pausado pero sumido en la pobreza son extremos poco deseables. Considerando las expectativas contemporáneas acerca de la distribución de la riqueza de los habitantes, de las implicaciones sobre la justicia social de tal distribución en relación a los recursos disponibles en el territorio nacional y del contexto internacional en materia de competitividad, la CTI es el vehículo idóneo para maximizar el bienestar colectivo y preservar ambas ecologías. Costa Rica necesita decidir a qué ritmo debe latir su corazón¹⁵¹.

Es necesario entonces que el MICITT, como rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación junto a todos sus componentes, defina una hoja de ruta clara

151. Eduardo Bolaños, Intel. Proceso de Ruta 2021, MICITT. Abril 2014.

cuya efectividad descansa en una simplicidad integradora de las propuestas y en la solidez de razonamientos bien contruidos a partir de evidencia. Esta hoja de ruta debe tener hitos que permitan maximizar las opciones de desarrollo a futuro, habilitando posibilidades para que las y los investigadores y tecnólogos encuentren un lugar de importancia permanente, estable y digno dentro de la sociedad costarricense. Se requiere entonces de una visión que se proyecte no solamente a siete o diez años, sino hacia ciclos de cincuenta y hasta cien años hacia el mañana.

Con esto en mente, cuatro rutas paralelas que se retroalimentan entre sí pueden ser planteadas para el MICITT a partir tanto del diseño de política pública de mediano y largo plazo como del desarrollo de proyectos puntuales que ejemplifican las ideas a manera de grandes experimentos sociales:

Incrementar la cantidad y calidad del Capital Humano disponible en Ciencia, Tecnología e Innovación¹⁵²

La salud de un modelo de desarrollo económico depende de una adecuada conceptualización del capital humano como el factor de producción preponderante en una economía basada en el conocimiento¹⁵³. Considerando que la visión de la economía costarricense planteada desde la CTI corresponde a una que es intensiva en conocimiento y no extensiva en el uso de los recursos, la productividad es un elemento crítico que depende de un capital humano competitivo y altamente capacitado¹⁵⁴. En materia de creación de riqueza, existe una alta relación entre las capacidades productivas de los individuos y su condición psicológica con respecto al crecimiento de sus salarios y su empleabilidad¹⁵⁵, de lo que depende además una mejor y más justa distribución

152. Florida, R. (2006).

153. Grossman, M. (2000).

154. Greve, A., Benassi, M., & Sti, A. D. (2010).

155. Goldsmith, A. H., Veum, J. R., & Darity, W. (1997).

de la riqueza en la sociedad costarricense. Asimismo, las contribuciones del capital humano a la adopción del conocimiento científico y tecnológico internacionalmente disponible¹⁵⁶ y al emprendimiento intensivo en conocimiento¹⁵⁷ son esenciales para maximizar el retorno de inversión y reducir la probabilidad de no superar el valle de la muerte. Es necesario atender varias necesidades de forma integral¹⁵⁸ en esta materia para fomentar la formación, retención y apropiación de capital humano en CTI¹⁵⁹ en Costa Rica. En los niveles pre-universitarios, la identificación de talentos y vocaciones en CTI es insuficiente para garantizar una mayor atracción de estudiantes a los perfiles de ciencias e ingenierías¹⁶⁰, por lo que las estrategias deben extenderse a mecanismos de seguimiento capaces de proveer predictores confiables del éxito profesional futuro de quien ingresan a estas disciplinas¹⁶¹. En ese sentido, una de las implicaciones más significativas para el sector académico es el construir programas

de estudio y mecanismos de entrenamiento que sean capaces de elicitar el talento como primer elemento, y posteriormente dar competencias de dominio específico¹⁶². La proporción, diversidad y competitividad de la diáspora científica costarricense debe ser aprovechada mediante estrategias que faciliten la integración extra-fronteras de expertos¹⁶³; este paso es previo y necesario para una posterior estrategia integral de retención de talentos¹⁶⁴, la cual depende de resolver progresivamente el contexto nacional de infraestructura y recursos de investigación¹⁶⁵. De otra forma, la atracción de talentos costarricenses al país puede tener un efecto nulo para el sistema o hasta negativo para los investigadores dependiendo de las realidades geográficas¹⁶⁶. Finalmente, es necesario fomentar la movilidad académica hacia Costa Rica, convirtiéndolo en un destino atractivo para investigadores internacionales de alto perfil¹⁶⁷, con el objetivo de reducir la endogamia local¹⁶⁸.

156. Engelbrecht, H. J. (2002).

157. Madsen, H., Neergaard, H., & Uthøi, J. P. (2003).

158. Lepak, D. P., & Snell, S. A. (1999).

159. Heckman, J. J. (2000).

160. Solimano, A. (2002).

161. Wayne, S. J., Liden, R. C., Kraimer, M. L., & Graf, I. K. (1999).

162. Florida, R. (1999).

163. Kuznetsov, Y. (Ed.). (2006).

164. Meyer, J. B., & Brown, M. (1999).

165. Davenport, S. (2004).

166. Florida, R. (2002).

167. Gaillard, J., & Gaillard, A. M. (1997).

168. Auriol, L., & Sexton, J. (2002).

Dirigir el desarrollo de la investigación científica hacia la Ciencia Excelente¹⁶⁹

Los recursos financieros actuales en el sector CTI son limitados y por ende, su aprovechamiento debe maximizarse. Al mismo tiempo, si Costa Rica desea construir una base científica sólida con resultados de largo plazo es indispensable que los productos (artículos e investigaciones) puedan orientarse hacia espacios de primera línea internacional, con altas probabilidades de disparar iniciativas de cooperación tendientes a atraer fondos e investigadores externos; en esencia, un modelo de financiamiento que permita atacar el problema de la endogamia directamente en su génesis. En particular, es indispensable un cambio dentro de la cultura de diseño de instrumentos de financiamiento en CTI que transforme la distribución actual de muchos proyectos pequeños y dispersos hacia grandes iniciativas temáticas con financiamiento robusto, con enfoque y con resultados cuyo impacto pueda trazarse en el tiempo en distintos ámbitos. Esencialmente, la propuesta de este punto es la transformación de Costa

Rica progresivamente en un país de referencia por sobre el resto de América Latina como una ubicación ideal para la producción y creación de conocimiento con altísima densidad: además del exuberante capital natural, un corpus creciente de conocimiento de última frontera.

Habilitar un sistema de innovación enfocado en etapas estratégicas del diseño punto a punto de productos de alta tecnología¹⁷⁰

Existe evidencia nacional exitosa que indica que efectuar encadenamientos tecnológicos es una vía de desarrollo capaz de generar beneficios para todas las partes involucradas. Sin embargo, no es posible encontrar frecuentemente casos en donde múltiples perfiles, personas y empresas (en especial PYMEs) convergen desde la ideación de producto hasta su comercialización. El estado actual del país presenta una oportunidad que debe tomarse: cerca de un 95% de las empresas costarricenses son PYMEs y de éstas, un 8% son empresas de manufactura.

169. Nowotny, H. (2006).

170. Marxt, C., Hacklin, F., Rothlisberger, C., & Schaffner, T. (2004).

Costa Rica debe orientarse a la identificación de oportunidades de negocio de potencial internacional donde la estrategia no sea regida por volumen de manufactura, sino por complejidad de las invenciones. Estas oportunidades deben priorizarse mediante un criterio de localidad espacial¹⁷¹: aquellas cadenas de valor basadas en conocimiento científico y tecnológico que involucra más actores nacionales en cada una de las fases críticas del desarrollo de producto que maximicen el valor (en especial aquellas fases más cercanas a investigación y desarrollo, así como durante la fase de comercialización y exportación), tendrán prioridad sobre aquellas donde se requieren agentes externos para completar alguna de ellas en materia de instrumentos de política pública en capital humano para la CTI, de articulación del ecosistema de innovación local y de definición de mejor y más financiamiento en CTI para la industria. Como resultado, las exitosas políticas de Inversión Externa Directa actuales deben convertirse en el disparador de una sofisticación planificada de la industria local¹⁷² que esté apoyada por el Estado, donde

ambos esquemas de producción de empleo y utilidades se complementan¹⁷³ y ambos amplifican sus resultados¹⁷⁴.

Aplicar la ciencia y la tecnología para resolver los retos más apremiantes de la sociedad costarricense tendientes a fortalecer la Innovación Social¹⁷⁵

Además de más oportunidades de empleo, de mejoras en la balanza comercial y prosperidad en general a través del crecimiento económico, la CTI costarricense debe contribuir de manera activa y generosa con el estudio y solución de los problemas estructurales que reducen las posibilidades de los habitantes para alcanzar un estado de bienestar pleno: comprender un problema en su base más fundamental se traduce en mejor uso de recursos del estado, menos tiempo gastado en actividades cotidianas y mejores oportunidades para todos. Los retos sociales contemporáneos son complejos, de múltiples facetas y se requiere de grandes

171. Markusen, J. R., & Venables, A. J. (1999).

172. Javorcik, B. S. (2004).

173. Bertschek, I. (1995).

174. Balasubramanyam, V. N., Salisu, M., & Sapsford, D. (1996).

175. MacCallum, D. (2009).

colecciones de datos para construir modelos que expliquen con precisión creciente las dinámicas humanas y ambientales detrás del origen de los diversos conflictos. La CTI debe proveer a los tomadores de decisión en diferentes organizaciones de la sociedad con un marco conceptual operacionalizado de tal manera que sea posible al país corregir los desequilibrios mayores en donde éstos inician, y más importante aún, con la capacidad de anticipar nuevos problemas en el horizonte¹⁷⁶. Si el Estado es competente para articular la atención de las necesidades sociales mediante un esquema tal como el propuesto, entonces una revisión constante de los problemas específicos será necesaria para mantener actualizado el conjunto de objetivos de solución. La articulación estatal dentro de esta visión está compuesta de cambios profundos en los sistemas educativos en todos los niveles¹⁷⁷, de la introducción transversal del desarrollo sostenible como precondition filosófica a la creación de cualquier política pública¹⁷⁸, y de la medición y registro detallado de los procesos de sistemas humanos, políticos, naturales y económicos

a través de las tecnologías digitales¹⁷⁹. Así, es necesario iniciar en el Estado por actuar en concordancia con las palabras de William Thompson, primer Barón de Kelvin:

*“Con frecuencia afirmó que cuando se puede medir aquello de lo cual se habla, y expresarlo en números, se sabe algo acerca de ello; más cuando no puede expresarse en números, el conocimiento es escaso y de naturaleza insatisfactoria; puede ser el inicio de un conocimiento, pero escasamente -en el ámbito del pensamiento- se ha avanzado hasta la etapa de una ciencia, cualquiera que sea la materia de la cual se habla.”*¹⁸⁰

Estas cuatro grandes rutas deben ser la luz orientadora para el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones hacia el 2021 como contribución hacia la competitividad internacional, la prosperidad nacional y el bienestar colectivo de Costa Rica a través de la construcción firme de una Sociedad y Economía basadas en el Conocimiento.

176. Könnölä, T., Scapolo, F., Desruelle, P., & Mu, R. (2011).

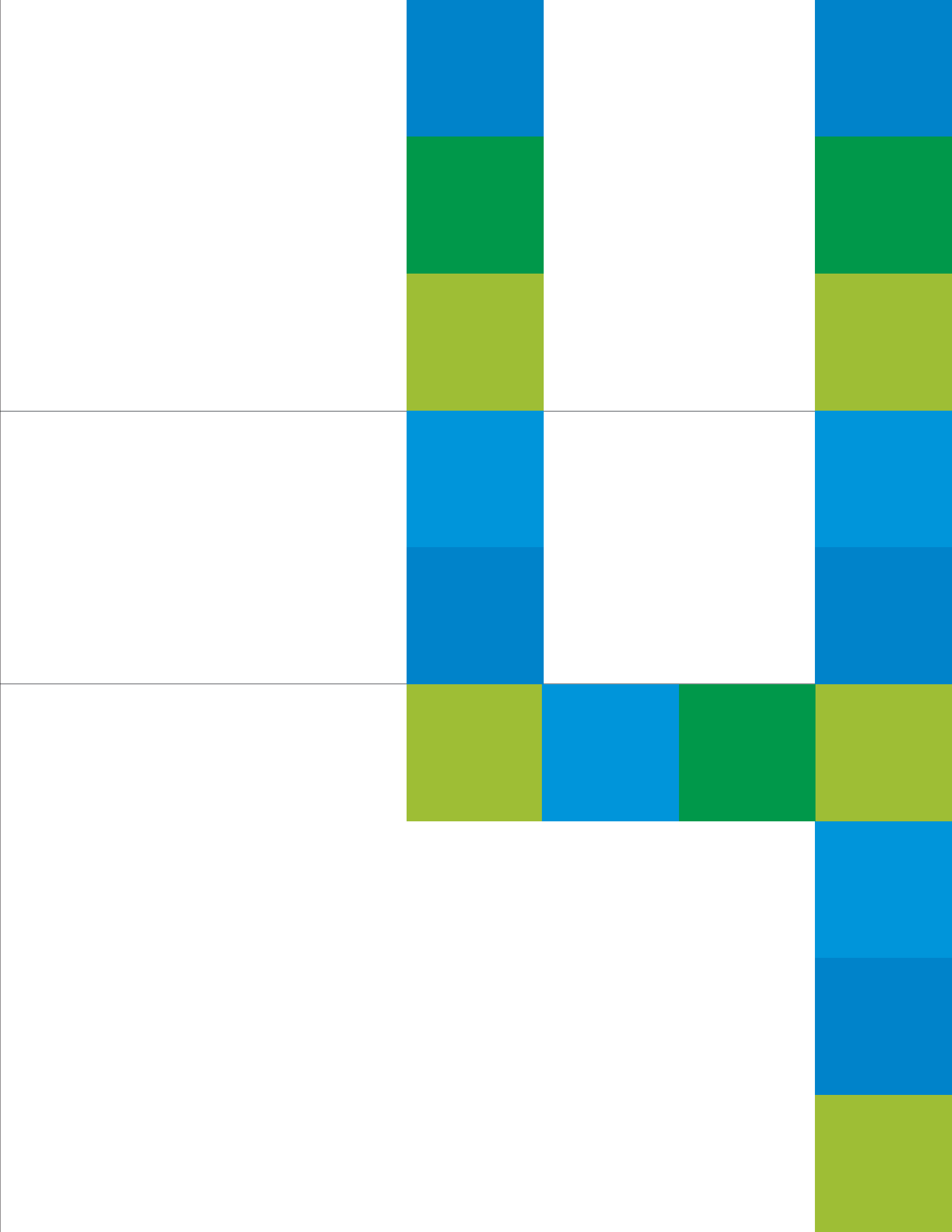
177. Wegner, G. R. (2008).

178. Meadowcroft, J. (1999).

179. Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013).

180. Thomson, W. (1883).

PROYECTOS DEL PNCTI 2015-2021





Metodología

- ▶ 4.1.1. Diseño del proceso de consulta
- ▶ 4.1.2. Procesamiento de la información
- ▶ 4.1.3. Selección de los participantes de los talleres
- ▶ 4.1.4. Ejecución de Talleres Temáticos
- ▶ 4.1.5. Resultados

Serpiente de jade. Región Central-Caribe. 500 a.C. - 900 d.C.



El proceso de construcción del PNCTI para los proyectos intersectoriales marca una diferencia con esfuerzos anteriores dentro del MICITT, guiados bajo los resultados del ejercicio de prospectiva Ruta 2021. Con el fin de obtener un resultado de relevancia para el país, una comunidad de expertos de todos los sectores involucrados fueron consultados en tres fases distintas. A partir del sondeo efectuado, se presentan algunos de los resultados más relevantes y mediante una dinámica de talleres se diseñaron tres proyectos por gran área temática. Este trabajo, representado iconográficamente por una serpiente, es un nuevo ciclo de estructuración de una visión de acuerdo colectivo donde la consulta ha abarcado a una población mayor a 22.000 participantes a lo largo de tres fases completas. La población consultada tuvo la siguiente distribución general:

- 13.000+ empresas registradas como PYMEs en el Ministerio de Economía y Comercio

- 6.000+ personas de la comunidad académica contactadas a través del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas

- 300+ empresas de Inversión Externa Directa

- Todas las instituciones del Sector Público Costarricense

- 50+ Organizaciones Sin Fines de Lucro

- 20+ organizaciones de la Sociedad Civil

4.1.1.

Diseño del proceso de consulta

El sondeo efectuado a las diferentes áreas de consulta fue basado en un diseño estratificado de tres fases. La primera fase tuvo como objeto la identificación de actores del sector asociados a los retos descritos en Ruta 2021, así como aquellos actores relacionados a oportunidades globales y temas transversales de la CTI. El instrumento diseñado para esta primera fase se describe en el cuadro a continuación exceptuando datos demográficos distintos del género.

Cuadro N 4

Proceso Consulta Proyectos Interinstitucionales

Pregunta	Respuestas posibles
Indique reto país al que se relaciona de forma más cercana su trabajo	Educación, Ambiente y Agua, Energía, Salud, Agricultura y Alimentos, Otro*
Indique el área convergente más cercana a su trabajo	Info, Bio, Nano, Cogno, No aplica
Área de formación profesional	Abierta*
Tema de interés principal específico	Abierta*
* Respuesta abierta	

Pregunta	Respuestas posibles
Sector	Academia, Empresa, Sector público, Organización sin fines de lucro, Sociedad civil, Emprendimiento
Sexo	Mujer, Hombre
¿Ha implementado proyectos de innovación de producto, proceso, organización o modelo de negocios?	Sí, No
¿Ha aplicado a instrumentos de financiamiento en ciencia, tecnología e innovación?	Sí, No
¿Ha colaborado con otros socios internacionales?	Sí, No
¿Cuál es el perfil idóneo para las necesidades de su organización en materia de capital humano?	Posgrados, Profesionales, Técnicos
Fuente: MICITT, 2015	

Seis bases de datos en total fueron compiladas: Educación, Ambiente y Agua, Energía, Salud, Agricultura y Alimentos y Habilitadores. La categoría Habilitadores agrupa todos aquellos actores no asociados directamente con un reto

particular, pero cuya incidencia en el sector CTI ocurre al habilitar el buen funcionamiento de procesos de otros actores.

Para cada una de las bases de datos temáticas, un segundo instrumento particularizado a cada caso fue diseñado con el fin de construir un conjunto de iniciativas y posibles proyectos para discusión posterior, incluyendo estimaciones de recursos y tiempo de desarrollo. En particular, se estableció la relación con temas estratégicos, líneas de proyecto, estado del arte (investigación básica, desarrollo tecnológico o innovación), unidad social de impacto y viabilidad¹⁸¹. Con el fin de garantizar la captura de criterio experto más allá del instrumento, cinco talleres temáticos fueron organizados donde se presentó un resumen preliminar de resultados generales de la fase 1 y resultados específicos al reto temático en la fase 2. Posterior a los talleres, la información generada por los participantes fue abstraída en proyectos y metas específicas descritas en las siguientes secciones.

181. PIMAC (2008).

4.1.2.

Procesamiento de la información

Una vez completa la recepción de datos, las respuestas fueron curadas manualmente a través de su revisión y homologación detallada de acuerdo con el Manual de Oslo¹⁸², instrumento de definiciones de uso en la OCDE. En casos donde la ambigüedad no pudo ser resuelta directamente, los actores fueron contactados de manera directa para aclaraciones específicas. La base de datos resultante fue segmentada en seis conjuntos distintos sin traslape entre ellos. Para aquellos casos donde más de un reto fue identificado, los actores fueron consultados directamente con el fin de elegir el área más cercana.

Para la base de datos principal se obtuvo un conjunto base de estadísticos descriptivos. Es importante destacar que, siendo la naturaleza del ejercicio un sondeo, no es posible asegurar formalmente la representatividad de las respuestas para el conjunto completo de actores y por ende, las conclusiones obtenidas están estrictamente circunscritas al conjunto de respuestas. No obstante, los datos obtenidos siguen en apariencia los comportamientos observados en otros instrumentos más rigurosamente contruidos tales como la Encuesta Nacional de Indicadores de Ciencia,

182. Manual, O. (2005).

Tecnología e Innovación del MICITT, diversas mediciones de percepción dentro del sector industrial y los resultados del Primer Informe del Estado de la CTI del Programa Estado de la Nación.

Adicionalmente, para aquellas variables respuesta cuya respuesta es binaria (Sí, No) se construyó un conjunto de modelos estadísticos por medio de regresión logística ordinal. Todos los modelos utilizaron como variables independientes el reto, el sector, la tecnología convergente, el perfil requerido, y el sexo de los actores que respondieron la encuesta. Como variables de respuesta se consideraron (1) la existencia de procesos de innovación en la organización a la que pertenece el actor, (2) aplicación a instrumentos de financiamiento en CTI y (3) existencia de colaboración con socios internacionales. Todos los modelos posibles con las cinco variables independientes (32 modelos en total) fueron evaluados y el modelo más parsimonioso fue elegido a partir del uso de técnicas no paramétricas basadas en Teoría de la Información, en particular AIC y BIC que se relacionan al negativo del logaritmo de la verosimilitud de cada modelo.

Finalmente, para cada una de las seis bases de datos de la segunda fase de consulta, los

estadísticos descriptivos fueron obtenidos con el fin de proveer a los participantes de los talleres de información base para la discusión. No fue posible aplicar técnicas inferenciales razonables debido a los tamaños reducidos de cada una de las muestras.

Todos los análisis fueron efectuados mediante el paquete estadístico R.

4.1.3.

Selección de los participantes de los talleres

De forma similar al proceso de la Ruta 2021, se utilizó como técnica de elección base de participantes de los talleres la Asignación Aleatoria de Grupos¹⁸³. Sin embargo, existen objeciones en el uso de esta técnica en poblaciones especializadas¹⁸⁴ y casos donde el diseño estadístico supone una fuerte aleatorización inicial¹⁸⁵. Considerando que los expertos de dominio en diferentes retos cuentan con un historial público y reconocido de producción científica y desarrollo tecnológico, la metodología fue extendida¹⁸⁶ para aproximar el efecto de mérito en producción de conocimiento¹⁸⁷ mientras se mantiene la representatividad dentro de cada reto¹⁸⁸. Se identificó un promedio de 300 individuos por cada reto, y la selección para los talleres fue de 40 participantes por cada caso para tratar de maximizar la variedad de las respuestas¹⁸⁹.

183. Bloom, H. S., Bos, J. M., & Lee, S. W. (1999).

184. Klar, N., & Donner, A. (2001).

185. Donner, A., & Klar, N. (2004).

186. Campbell, M. K., Elbourne, D. R., & Altman, D. G. (2004).

187. Raudenbush, S. W. (1997).

188. Donner, A., & Donald, A. (1987).

189. Kuncheva, L. I., & Vetrov, D. P. (2006).

4.1.4.

Ejecución de Talleres Temáticos

Cinco talleres temáticos fueron efectuados entre el 1 y el 9 de diciembre de 2014 con las listas de participantes resultantes del ejercicio de selección anteriormente descrito. Los talleres fueron efectuados en una ubicación distinta a cualquiera de los actores involucrados y MICITT para garantizar neutralidad de las respuestas. El siguiente cuadro resume la cantidad de actores presentes por cada reto temático.

Cuadro N 5

Participación de actores por reto temático

Educación	50
Ambiente y Agua	40
Energía	24
Salud	17
Alimentos y Agricultura	10
Fuente: MICITT, 2015	

La dinámica de todos los talleres fue idéntica en cada uno de los cinco casos. Cuatro sesiones de una hora y media fueron efectuadas (bloques) con mesas de trabajo de entre 8 y 10 participantes. Cada mesa de trabajo contó con dos moderadores de MICITT cuya función fue facilitar las discusiones y registrar

los resultados del proceso. Los bloques fueron organizados en contenido de la siguiente forma:

1. Bloque de contexto

Presentación de un resumen de la Ruta 2021, del proceso de confección del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 y de los resultados preliminares de las fases 1 y 2 de la consulta.

2. Bloque conceptual

Elección y diseño de la estructura general de tres proyectos relevantes para problemas específicos dentro de los retos temáticos.

3. Bloque de planificación

Establecimiento de requerimientos de capital humano, estimación de recursos financieros, identificación de perfiles profesionales necesarios en los proyectos y definición preliminar de metas.

4. Bloque plenario

Presentación de los resultados de cada grupo de trabajo y plenaria de discusión general.

Una vez efectuados los talleres para los cinco retos de la Ruta 2021, los proyectos resultantes fueron estudiados mediante una aproximación a la Teoría de Dominios Sintéticos¹⁹⁰ para factorizar aquellos elementos comunes y efectuar una apropiada integración de los resultados.

190. Hyland, J. M. E. (1991).

4.1.5.

Resultados

Los 1.306 actores participantes del ejercicio de consulta a partir de la Ruta 2021 fueron clasificados numéricamente en tres grandes categorías: por reto al que se asocian, por tecnología convergente y por sector de proveniencia. Para el caso particular de tecnología convergente, dentro del proceso de curación se construyó una base de datos adicional para separar a aquellos actores que directamente investigan y/o desarrollan tecnología en las áreas de aquellos que los utilizan como habilitadores. La distribución de las respuestas, descrita en los cuadros 6 y 8, muestra una participación mayoritaria del sector empresarial, centrada fuertemente en las infotecnologías y, salvo en el caso de habilitadores tecnológicos, fuerte presencia de las biotecnologías. Es importante destacar que, si bien no es un grupo mayoritario, la proporción de las respuestas auto-identificadas como emprendimientos es considerable. Debe indicarse que para el caso de organizaciones sin fines de lucro y la sociedad civil la baja cantidad de respuestas no permite efectuar inferencias válidas sobre estos dos grupos.

Cuadro N 6*Distribución de resultados por reto*

Reto	N
Educación	272
Ambiente y Agua	184
Energía	138
Salud	178
Alimentos y Agricultura	178
Habilitadores	352
Fuente: MICITT, 2015	

Cuadro N 8*Distribución de los resultados por sector*

Sector	N
Academia	306
Sector público	146
Organización sin fines de lucro	33
Sociedad civil	12
Empresa	615
Emprendimiento	191
Fuente: MICITT, 2015	

Cuadro N 7*Distribución de los resultados por tecnología convergente*

Tecnología convergente	N
Info	115
Bio	58
Nano	15
Cogno	18
Fuente: MICITT, 2015	

Situación en retos temáticos

A excepción de Educación donde predomina el papel de la academia, todos los retos presentan una participación mayoritaria del sector empresarial. Para el caso de las tecnologías convergentes, el involucramiento de info-tecnologías es predominante en Habilitadores, Educación y Energía, mientras que en el resto las biotecnologías cubren la mayor proporción. En materia de género, salvo en Salud los retos presentan una predominancia de hombres sobre mujeres en el número de respuestas.

Al consultar acerca de los perfiles idóneos para las organizaciones, los resultados indican

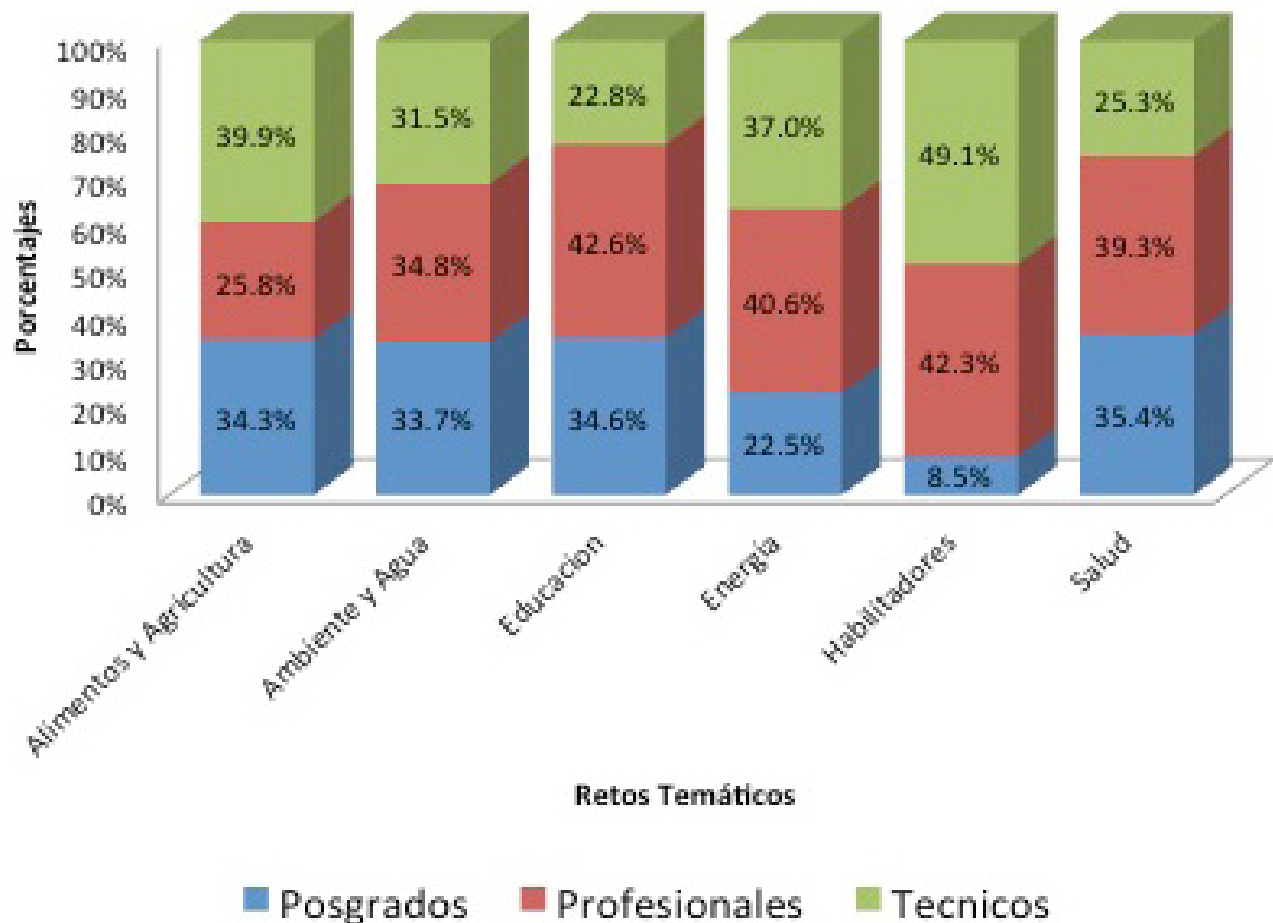
que las respuestas referentes a Educación, Ambiente y Agua, Energía y Salud indican una preferencia hacia perfiles profesionales, mientras que el caso de Alimentos y Agricultura así como el de Habilitadores indican una marcada preferencia por perfiles técnicos (Graf 1). Con respecto a existencia de procesos de innovación, la tendencia hacia la innovación presenta, en promedio, los valores

máximos para el sector Emprendimiento y los valores mínimos para el sector Academia.

Gráfico N 1

Distribución de percepción de necesidades de perfiles en capital humano por reto temático

Fuente: MICITT, 2015



En materia de acceso a financiamiento, la situación es distinta. Para todos los retos temáticos, la Academia muestra los valores máximos en capacidad de acceder a fuentes de financiamiento. Tres posibles explicaciones para este comportamiento son plausibles: (1) el proceso académico está habituado a los mecanismos de financiamiento y por ende hay una mayor facilidad de acceso, (2) existe una baja diversidad de fondos de gran volumen orientados a la industria y (3) los mecanismos de visibilización de los fondos son poco efectivos. Todas las explicaciones anteriores son consistentes con lo reportado por varios informes nacionales previos a este PNCTI. Finalmente, el mismo comportamiento se encuentra en materia de colaboración internacional.

Situación en tecnologías convergentes

Existe una clara predominancia de las infotecnologías sobre el resto de tecnologías convergentes en la cantidad de las respuestas. Con respecto a género, salvo en cognotecnologías donde hay predominancia de mujeres sobre hombres, se mantiene la asimetría de género observada a lo largo del estudio. Salvo las biotecnologías donde los

perfiles idóneos reportados son posgrados, las demás tecnologías hacen referencia a perfiles profesionales y técnicos. Nanotecnología constituye una anomalía en este análisis, debido a que se reporta un mayor número de requerimientos técnicos. Después de una revisión de la base de datos, aquellas áreas relacionadas a la ciencia e ingeniería de materiales (e.g. metalurgia, polímeros) contribuyen la mayor parte de estos perfiles, mientras que los actores que reportaron efectuar investigación y desarrollo de tecnología presentan de manera consistente requerimientos de posgrados (Graf. 2).

Gráfico N 2

Distribución de perfiles en las tecnologías convergentes

Fuente: MICITT, 2015

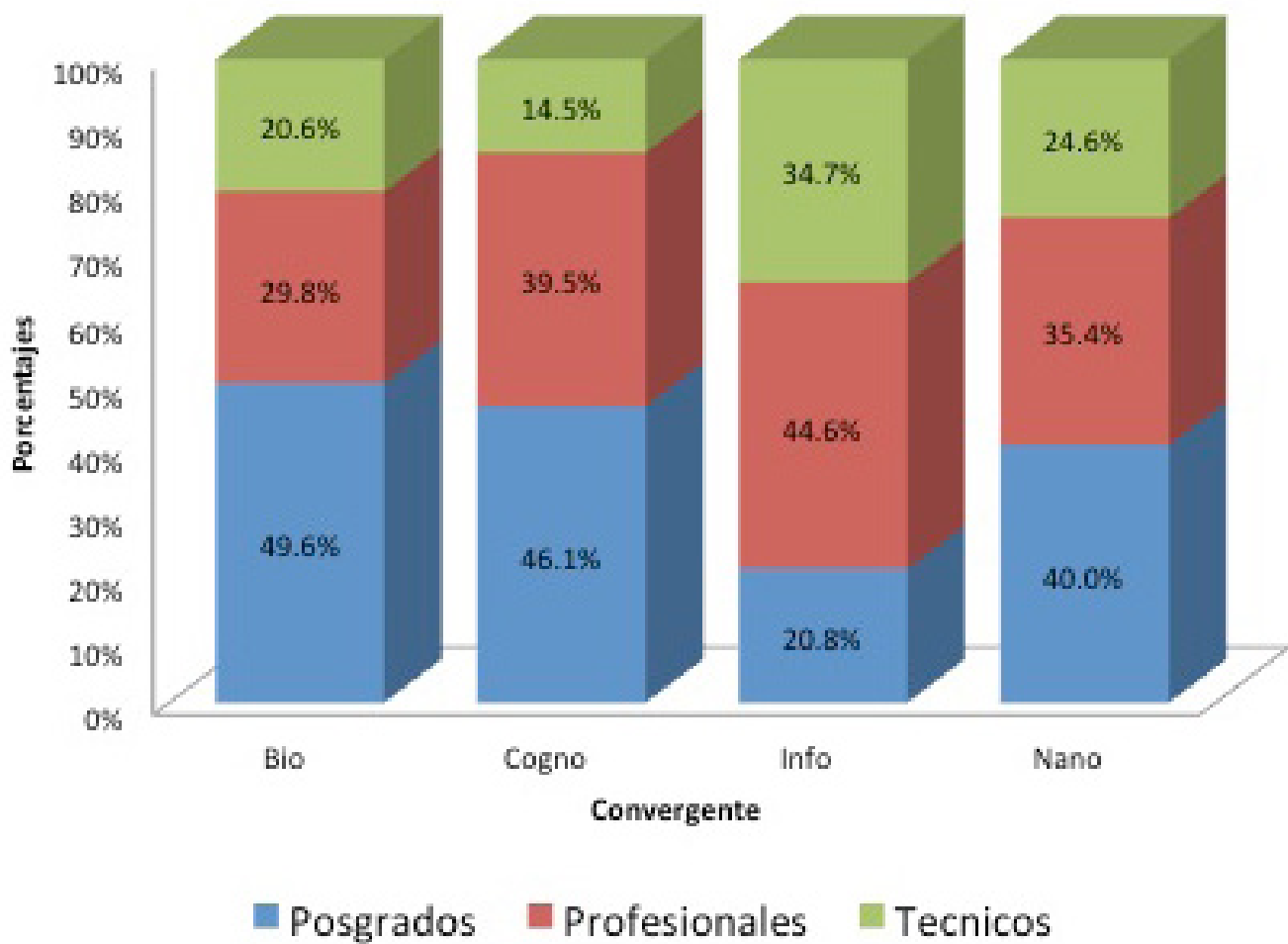
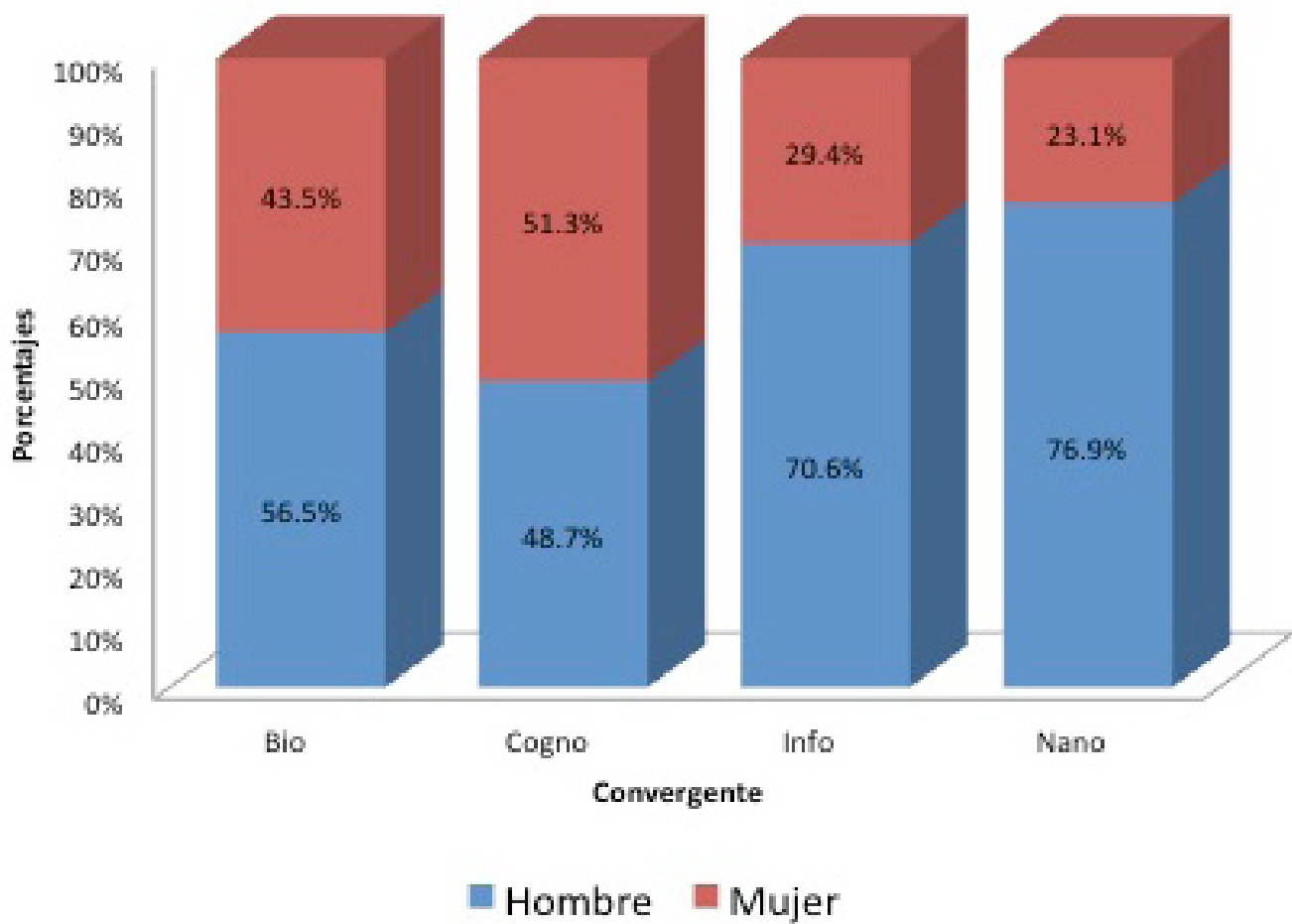


Gráfico N 3

Situación de género en tecnologías convergentes

Fuente: MICITT, 2015



Los valores reportados referentes a existencia de acceso a financiamiento y consecución de socios internacionales siguen una fuerte dependencia sobre el requerir posgrados, mientras que la innovación se asocia fuertemente a perfiles profesionales y técnicos.

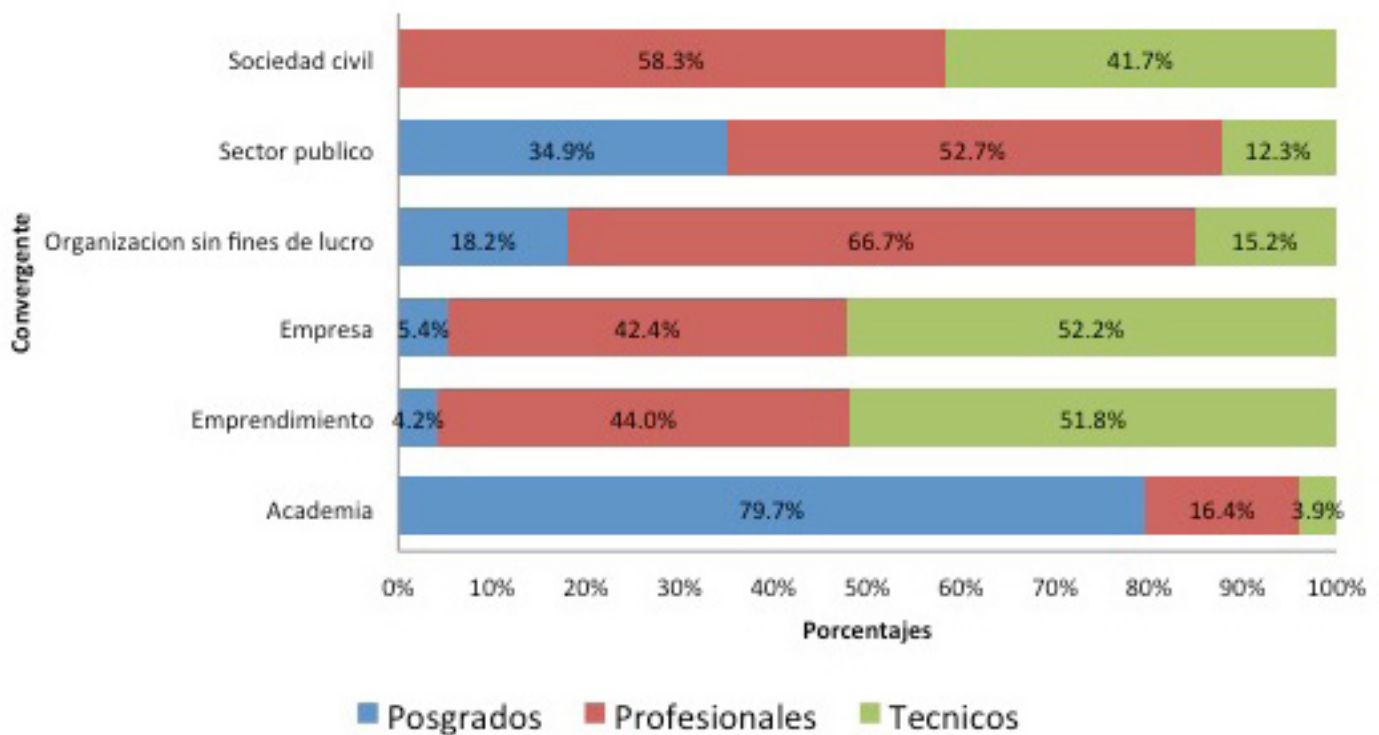
Situación en sectores

La situación de género es desfavorable para todos los sectores con respecto a las respuestas del sondeo, excepto en organizaciones sin fines de lucro donde la cantidad de respuestas evidencia mayor paridad (Graf. 4). En materia de perfiles profesionales idóneos, solamente la Academia reporta un máximo en solicitudes de posgrados mientras que el sector Empresa y Emprendimiento exhibe valores máximos

Gráfico N 4

Distribución de perfiles en los sectores

Fuente: MICITT, 2015



para técnicos; los demás sectores requieren en su mayoría perfiles profesionales. Una consecuencia de estas tendencias es la posibilidad de contar con pocas innovaciones duras, y muchos procesos de innovación con baja sofisticación que conducen a productos de menor penetración en mercados de alto valor agregado (Graf. 3).

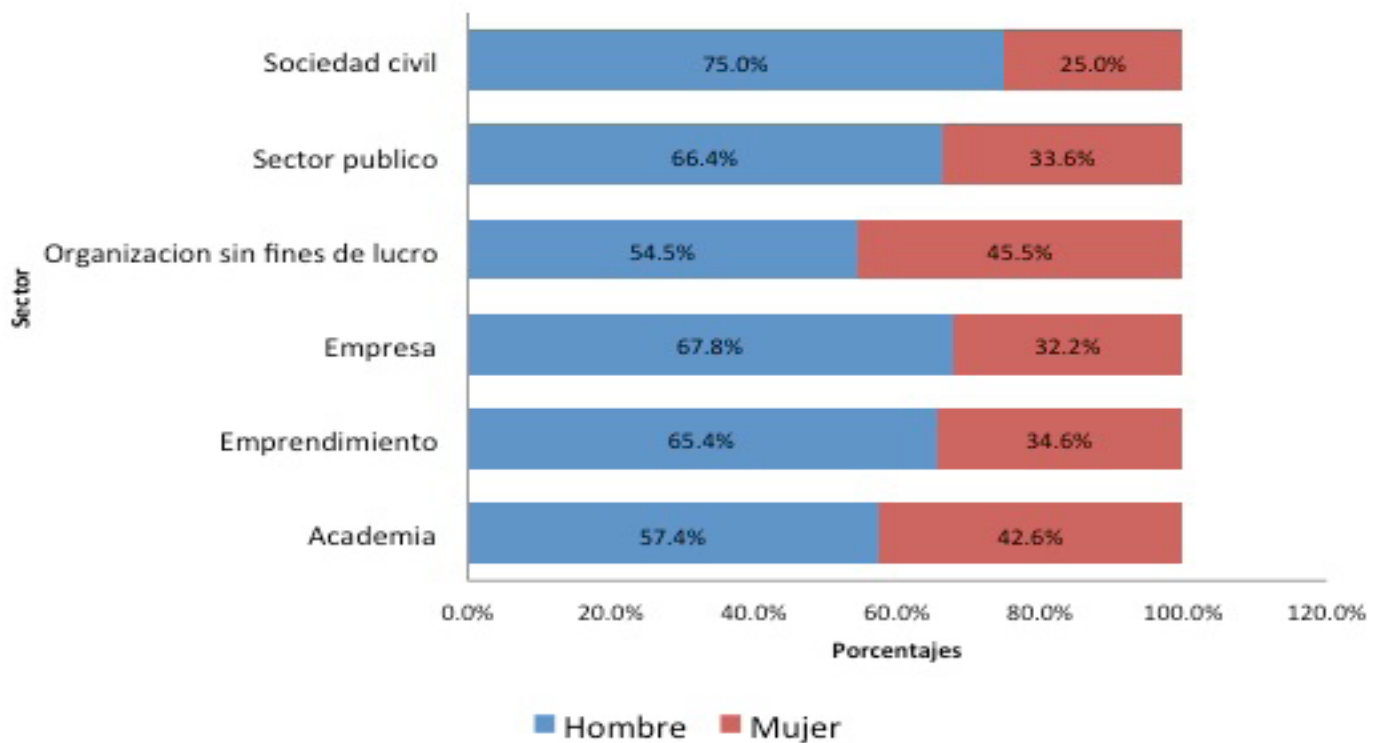
La distribución en tecnologías convergentes muestra que hay relación con todos los

sectores del país (Graf. 5). Los sectores distintos a la Academia reportan una mayoría de actividades asociadas a las infotecnologías, consistente con la distribución de generación de riqueza reportada a nivel nacional tanto para el mercado interno como para mercados internacionales. No obstante, solamente el sector Academia reporta un trabajo mayoritario en las biotecnologías. Esta asimetría, considerando la riqueza en biodiversidad del país, presenta una oportunidad de

Gráfico N 5

Situación de género en los sectores

Fuente: MICITT, 2015



abrir las fronteras académicas al mercado para generar riqueza de forma sostenible a partir de procesos de bioprospección para desarrollar emprendimientos escalables de base científico-tecnológica. El acceso a financiamiento y la cooperación internacional están fuertemente sesgados hacia las biotecnologías en la Academia, lo que sugiere una falla de mercado que se traduce en falta de instrumentos de financiamiento para mejorar la diversidad de iniciativas inter-

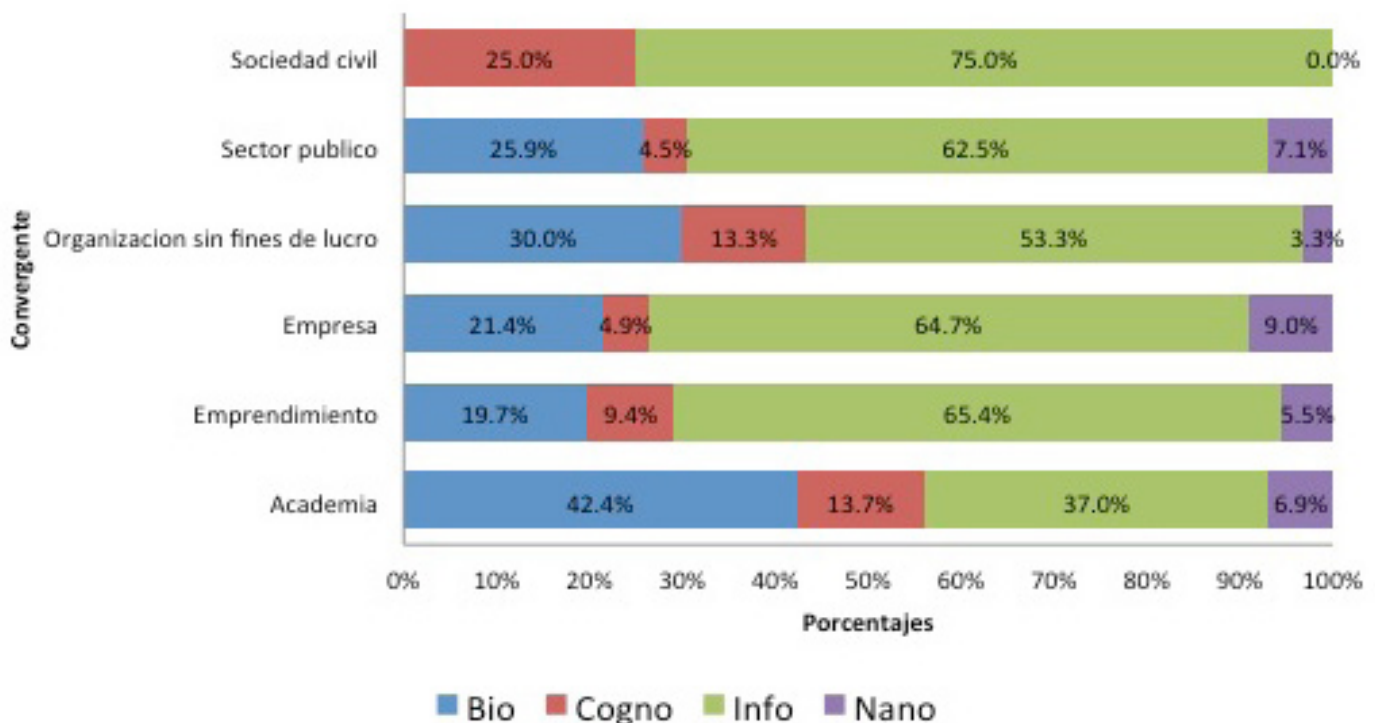
sectoriales en tecnologías convergentes, así como una mayor articulación con los mecanismos de cooperación internacional y financiamiento. Es significativo observar que la nanotecnología tiene presencia en todos los sectores en el conjunto respuesta.

En materia de existencia de innovación, todos los sectores reportan de forma importante procesos en infotecnologías (Graf. 6). No obstante, al adolecer de mecanismos

Gráfico N 6

Distribución de tecnologías convergentes por sector

Fuente: MICITT, 2015



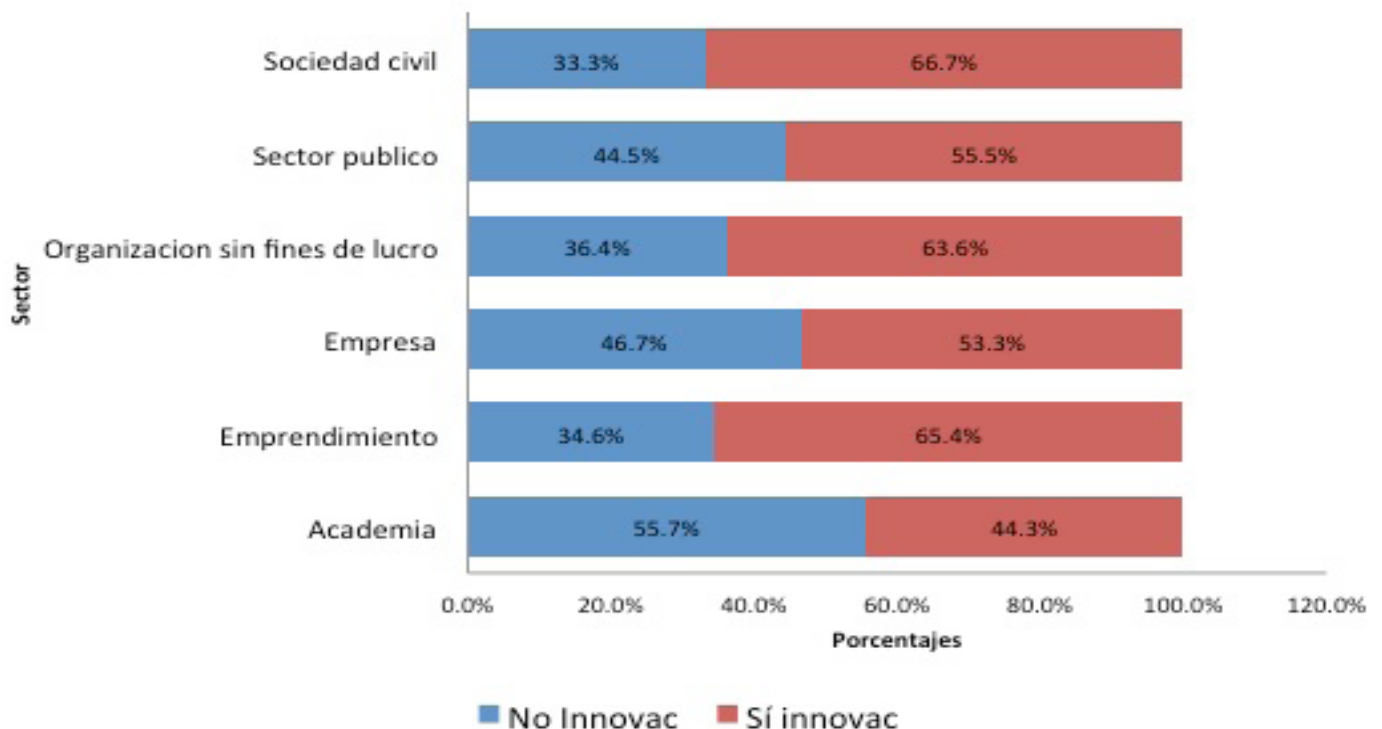
apropiados de financiamiento y de un contacto internacional más fluido, es posible que la innovación reportada sea incremental con una base que no es fuerte. Con el fin de determinar la validez de estos elementos, la correlación con la expectativa sobre los perfiles idóneos muestra que los sectores Empresa y Emprendimiento reportan más innovación a la par de requerimientos de perfiles profesionales y técnicos, mientras que la Academia la asocia a posgrados, siempre

con valores menores. La situación refleja la necesidad de generar reformas en la educación superior que faciliten la transferencia de innovación basada en procesos de innovación, incluyendo reglas apropiadas de manejo de propiedad intelectual atractivas a la industria, así como una clarificación y entrenamiento hacia la industria para que reporten de manera apropiada cuales actividades constituyen efectivamente procesos de innovación. Este contraste se hace evidente en el caso de

Gráfico N 7

Existencia de procesos de innovación por sector

Fuente: MICITT, 2015



aplicación a instrumentos de financiamiento y colaboración internacional, asociada fuertemente a posgrados. En resumen, los posgrados tienen a funcionar como un mecanismo de confianza para acceso a fondos externos de alto nivel.

El caso de los habilitadores tecnológicos

Además del enfoque que los retos temáticos, es de interés comprender el estado del entramado social alrededor de los actores en CTI. En materia de habilitadores, los servicios empresariales fueron la categoría más frecuente cerca de seis veces mayor al segundo factor en orden decreciente, la gestión de la innovación. Esta es seguida de actividades de integración de tecnologías, desarrollo de infraestructura y formación de capital humano. Con respecto a perfiles requeridos, es notoria la baja cantidad de requerimiento de posgrados que se reporta en servicios empresariales, y se concentra en su mayoría en perfiles técnicos y profesionales.

Los niveles observados de colaboración con socios internacionales y de acceso a financiamiento son consistentes con la relación a posgrados. La relación de existencia

de procesos de innovación tiene una tendencia alta aún en servicios empresariales, lo que permite suponer dos escenarios: (1) la innovación reportada por los actores es de poca sofisticación y (2) hay un problema en la definición de innovación utilizada por los actores que incrementa de forma artificial los porcentajes reportados en el sondeo.

Modelos estadísticos

Debido a la naturaleza categórica de las variables independientes y al ser las variables respuesta binarias, la estructura del análisis sugiere el uso de modelos de regresión logística ordinal. En ese sentido, para cada variable respuesta se exploraron todos los modelos lineales posibles con las combinaciones de variables independientes y mediante criterios basados en información el modelo de mejor ajuste fue elegido. Para las variables referentes a existencia de procesos de innovación, aplicación a fuentes de financiamiento en CTI y existencia de colaboración con socios internacionales la variable sexo se consideró como variable independiente. En el estudio posterior de factores que impactan el género, esta variable se sustrajo del conjunto de variables independientes y se consideró como variable respuesta.

La codificación de variables se efectuó de la siguiente forma:

R: reto

S: sector

T: tecnología convergente

G: género (valor de la variable independiente sexo)

P: perfil

Para las variables respuesta, se utiliza la siguiente codificación:

I: existencia de procesos de innovación

F: aplicación a fuentes de financiamiento

C: existencia de colaboración con socios internacionales

Para la existencia de procesos de innovación, el modelo que mejor se ajusta a los datos es el que involucra al sector y al género.

$$\ln[P(I = \text{Sí})] = a*S + b*G$$

En particular, el cuadro N 9 resume aquellos términos estadísticamente significativos que corresponden con los grupos de

observaciones. Es importante observar que aquellas observaciones que pertenecen a los sectores Academia o Sociedad civil no proveen contribuciones significativas al modelo, mientras que el problema de género se evidencia una contribución negativa al modelo para el caso de las mujeres. Esto implica en términos prácticos que, si los datos de este sondeo reflejan apropiadamente la realidad general del sector, implementar acciones afirmativas e intervenciones en CTI para fortalecer la paridad de género no solamente es una obligación ética nacional, sino que además tiene un rédito directo en la capacidad nacional de innovación.

Cuadro N 9

Factores significativos en el modelo de regresión para existencia de procesos de innovación a partir de los datos del sondeo

Variable	Valor	Coefficiente	P
Sector	Emprendimiento	0,8520	8,47e-06
	Empresa	0,3392	0,0165
	Organización sin fines de lucro	0,8003	0,0355
	Sector público	0,4295	0,0345
Sexo	Mujer	-0,2505	0,0334
Fuente: MICITT, 2015			

La aplicación a instrumentos de financiamiento para el conjunto de datos del sondeo actual está dado por la conjunción del reto temático y un efecto de género:

$$\ln[P(F = \text{Sí})] = c \cdot R + d \cdot G$$

Es importante destacar que para el caso de los retos temáticos en agricultura, la categoría presenta una contribución negativa de muy alta significancia. Esto sugiere que las necesidades de formación del sector agro así como la ausencia de instrumentos financieros dirigidos de fácil acceso a productores pueden ser los causantes de un acceso limitado a recursos para mejorar su productividad. Una situación similar ocurre en el caso de los habilitadores del sector CTI,

en una situación similar que requiere el diseño de instrumentos más integrales, dirigidos hacia PYMEs y empresas nacionales más allá del contexto de producción de conocimiento hacia mejoramiento de sus procesos organizacionales.

En el caso de la variable Sexo, el efecto no se reporta como significativo a pesar de ser el modelo de mejor ajuste. Para verificar si es posible identificar una relación de la variable Sexo con el valor mujer con el resto de las categorías de forma puntual, la prueba de Wald con contrastes ortogonales entre niveles. El resultado es la existencia de una diferencia significativa de la variación de categoría mujer con respecto a los niveles de la variable Reto ($X^2 = 4.4$, $gl = 1$, $p = 0.035$).

Este comportamiento indica que es necesario efectuar estudios más profundos de género en CTI, en particular alrededor de condiciones que pueden llevar a exclusión de las mujeres dentro de dinámicas de financiamiento. El cuadro N 10 resume los factores más significativos del modelo.

Cuadro N 10

Factores significativos en el modelo de regresión para la aplicación a instrumentos financieros en CTI a partir de los datos del sondeo

Variable	Valor	Coefficiente	P
Reto	Agricultura y Alimentos	-0,573224	0,000438
	Habilitadores	-0,576909	0,003607
Fuente: MICITT, 2015			

En lo referente a cooperación internacional, en análisis de datos indica que el mejor modelo está completamente determinado por las necesidades del perfil académico:

$$\ln[P(C = \text{Sí})] = e * P$$

Debe destacarse que dentro de esta inferencia es claro que las necesidades percibidas en perfiles profesionales son distintas de la composición de perfiles actual en las organizaciones¹⁹¹, pero existe evidencia contundente sobre la correlación positiva entre la percepción de nichos de empleabilidad, expectativas de crecimiento,

nivel de innovación e internacionalización de las acciones dentro de las organizaciones¹⁹². En ese sentido y para este conjunto de datos es razonable suponer que aquellas organizaciones que perciben un valor más alto de un tipo de perfil particular ya cuentan con estrategias para su inclusión futura.

Así, el tener la expectativa de contar con posgrados tiene una fuerte correlación positiva (aunque tímida) con un mayor nivel de colaboración con socios internacionales debido al reconocimiento de su naturaleza como mecanismo de confianza. Para los otros tipos de perfiles, la contribución es negativa.

191. Malecki, E. J. (1997).

192. Lund Vinding, A. (2006).

Cuadro N 11

Factores significativos en el modelo de regresión para existencia de colaboración con socios internacionales a partir de los datos del sondeo

Variable	Valor	Coefficiente	P
Perfil	Posgrados	0,8655	2,93e-13
	Profesionales	-1,2494	< 2e-16
	Técnicos	-1,9526	< 2e-16
Fuente: MICITT, 2015			

Finalmente, tal como se ha indicado al inicio de esta sección la variable sexo fue sujeta un análisis independiente como variable respuesta. El modelo que mejor describe los datos desde este punto de vista es el que incluye Sector y Perfil:

$$\ln[P(G = \text{Mujer})] = f*S + g*P$$

En el sector Academia y Empresa se evidencian contribuciones negativas en la proporción

de las respuestas de mujeres, y aun cuando el valor no es significativo ($p = 0,0708$), la situación del sector público, bajo una medición más detallada, puede dar resultados similares a los dos casos anteriormente citados. De igual forma, si bien los resultados para los niveles de la variable Perfil no son significativos, si existe un cambio de signo (de negativo a positivo) entre los grados técnicos y los profesionales y los posgrados con respecto a la proporción de

Cuadro N 12

Factores significativos en el modelo de regresión para la proporción de respuestas de mujeres a partir de los datos del sondeo

Variable	Valor	Coefficiente	P
Sector	Academia	-0,30718	0,0117
	Habilitadores	-0,41361	0,0410
Fuente: MICITT, 2015			

mujeres en la cantidad de respuestas. La prueba de Wald respectiva para los niveles Profesionales y Técnicos ($X^2 = 2,2$, $gl = 1$, $p = 0,14$) no es concluyente, pero experiencias reportadas por varios estudios alrededor de género en Ingenierías sugieren la necesidad de crear más estudios en este respecto.

Proyectos en retos temáticos

A partir de la segunda fase de consulta para cada uno de los cinco retos temáticos se obtuvo un conjunto de observaciones referente a los tipos de proyectos y características en común útiles para las discusiones en los talleres de la tercera fase de la consulta. El cuadro N 13 resume los hallazgos principales de la sección referente a proyectos que solucionan problemas críticos nacionales.

Cuadro N 13

Resumen de los resultados más relevantes de la segunda fase del proceso de consulta del PNCTI 2015-2021

Atributo	Educación	Ambiente y Agua	Energía	Salud	Alimentos y agricultura
N	39	29	13	17	31
Temas estratégicos clave (3)	Enseñanza de matemática Apropiación social de CTI Desarrollo de talentos y vocaciones	Recurso hídrico Cambio climático Aguas residuales y contaminantes emergentes	Biomasa Energía solar Eficiencia energética	Integración de sistemas de información Medicina personalizada Diagnóstico y prevención	Seguridad alimentaria Agricultura sostenible Mejoramiento Genético
Unidad de impacto	Persona	País	País	País	País
Estado del arte	Investigación básica	Investigación básica	Desarrollo de tecnología	Investigación básica	Innovación
Fuente: MICITT, 2015. (Solamente se muestran los factores clave con mayor frecuencia absoluta de respuestas)					

Hallazgos

Las tecnologías propuestas por la Estrategia Siglo XXI –excepto las infotecnologías– no han llegado a su madurez en el país, pero tienen presencia en todos los sectores. En particular, las infotecnologías reportan valores máximos y la nanotecnología está presente en todos los sectores y en casi todos los retos. El acceso a instrumentos financieros y la colaboración internacional están fuertemente vinculados a las necesidades de formación profesional, y en especial por la influencia de los posgrados. Por otro lado La innovación depende casi exclusivamente del sector al que pertenecen los actores que respondieron el sondeo (principalmente empresas y emprendimientos) con un factor importante representado por diferencias de género en CTI.

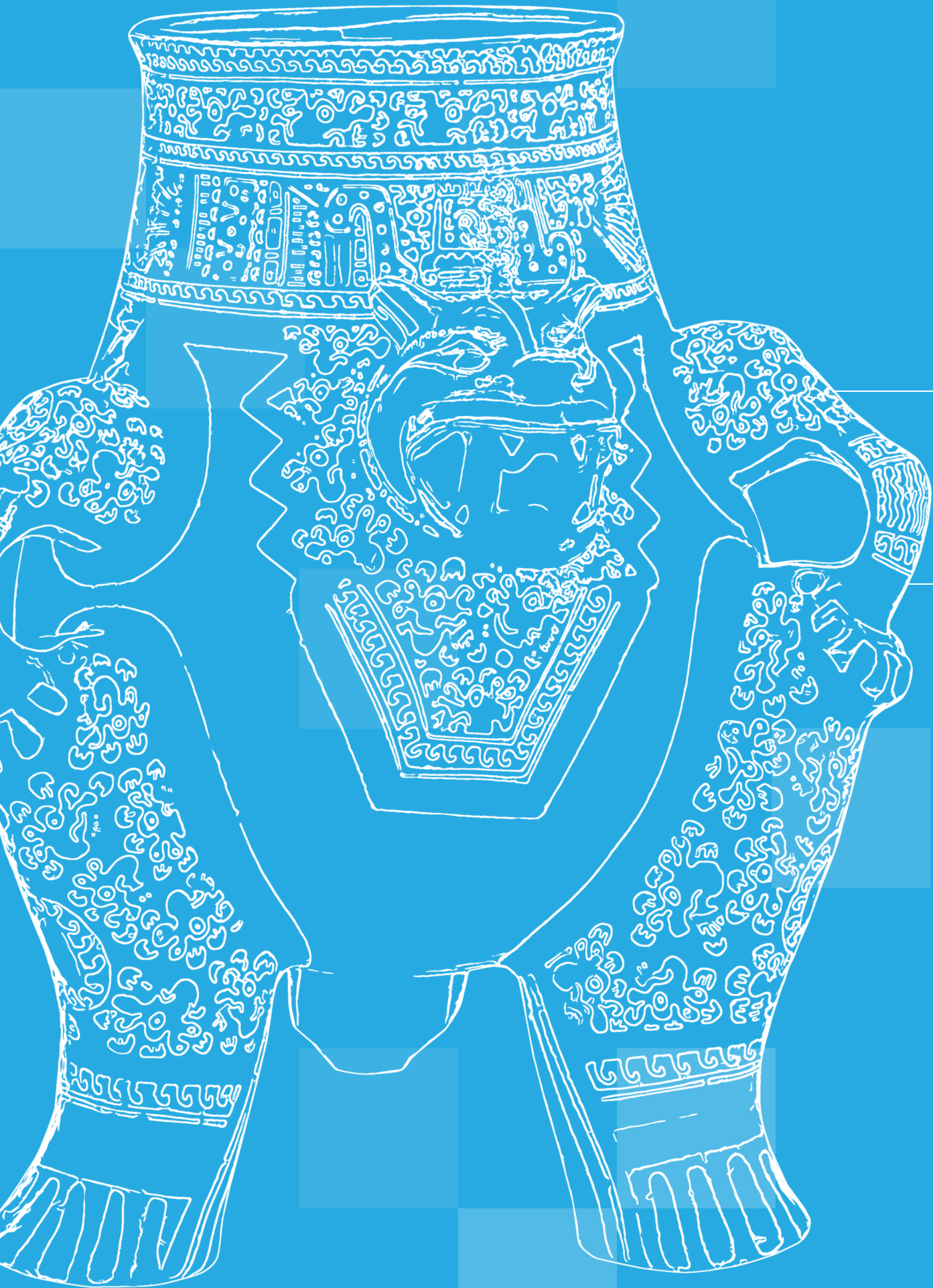
Los datos referentes a habilitadores muestran un panorama preocupante. Los servicios empresariales como habilitador general requieren mayores niveles de sofisticación para alcanzar eficiencia suficiente que resulte en mayor crecimiento industrial en CTI. El sistema de CTI nacional depende de un adecuado funcionamiento

de todas sus partes, situación que no es así actualmente.

Al mismo tiempo, el número de los actores del sector académico que respondieron el sondeo es el menor con respecto a existencia de procesos de innovación. Explicado por la pobre relación con la industria previamente observada. Esto sugiere un nicho de intervención pública para revisar los mecanismos que faciliten el desarrollo de CTI mucho más inclusivo que lleve al planteamiento de un modelo económico medible en el tiempo, cuya trazabilidad se extienda desde y hacia otros sectores de impacto.

La situación de género que evidencia el análisis de los datos del sondeo sugiere la necesidad de combinar los estudios cuantitativos con métodos cualitativos que permitan explicitar las brechas asimétricas de género observadas, cuyo efecto es negativo sobre las mujeres. No obstante, a pesar de las limitaciones de este estudio en términos de representatividad de los actores del sector, los datos muestran asimetrías importantes con sustento

estadístico suficientes para afirmar que existe una obligación estatal de mejorar las condiciones globales de las mujeres dentro del sector de CTI mediante intervenciones concretas de política pública. El resolver esta situación tiene altas probabilidades de traducirse en incrementos en innovación a nivel nacional.



Proyectos Intersectoriales

- ▶ 4.2.1. Educación
- ▶ 4.2.2. Ambiente y Agua
- ▶ 4.2.3. Energía
- ▶ 4.2.4. Salud
- ▶ 4.2.5. Alimentos y Agricultura

Jaguar policromo de cerámica. Región Gran Nicoya. 1000 d.C. - 1350 d.C.



Los proyectos intersectoriales representan la búsqueda de soluciones a las instancias particulares de los retos que se han identificado por medio del proceso de consulta como aquellos que simultáneamente tienen tanto mayor impacto a largo plazo como mayor probabilidad de éxito con los recursos disponibles en el país. Como los grandes felinos, estos retos acechan al país, cuyo desarrollo en las diferentes áreas se encuentra en diferentes grados de madurez. Pero los felinos no esperan, y para vencerlos se requiere mantener el paso reforzado por el conocimiento.

4.2.1. Educación



El sector educación está enfocado en la creación de competencias en la población. El primer proyecto se enfoca en la creación de un Instituto de Prospección y Formación Nacional para la Productividad, la Creatividad y el Bienestar que permita adelantarse a los tiempos y llegue a convertirse en una fuente de conocimiento educativo que mejore la empleabilidad para perfiles de CTI y que incremente la probabilidad de identificar cambios en las diferentes tecnologías y áreas de conocimiento asociadas a los distintos sectores.

El segundo proyecto busca crear intervenciones escalables en el sector educativo que permitan a los estudiantes de primaria y secundaria adquirir más y mejores destrezas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM), así como destrezas en indagación y razonamiento en general capaces de dotar a los estudiantes de competencias no solo en CTi, sino para su desarrollo integral. Además de la creación de herramientas digitales, experimentos y demás actividades, se buscará el desarrollo de instrumentos de medición del aprendizaje basados en ciencias cognitivas cuyos resultados, producto de mediciones estadísticas de gran escala, pueda ser insumos para que la población

de educadoras y educadores cuente con evidencia para transformar aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Un indicador de resultado en ese sentido será la medición de resultados en las pruebas PISA de las poblaciones piloto impactadas.

Un tercer proyecto se enfoca en la articulación de todos los esfuerzos en el país para identificar las vocaciones científico-tecnológicas en jóvenes. Existe una cantidad importante de iniciativas, distribuidas a lo largo del territorio nacional, que al integrarse a un programa nacional pueden potenciar su acción para alcanzar resultados de escala país.

Cuadro N 14

Proyectos de Educación

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Creación de un Instituto de Prospección y Formación Nacional para la Productividad, la Creatividad y el Bienestar	Desarrollar una entidad pública, multisectorial y multistakeholder capaz de identificar cambios globales en las estructuras productivas y adaptar los sistemas de educación técnica y de reentrenamiento respectivamente.	Porcentaje de PYMEs en ciencia, tecnología e innovación que satisfacen sus necesidades de entrenamiento hacia productividad ¹⁹³ .	MICITT, MEP, Universidades, INA, Ministerio de Hacienda, Cámaras Empresariales.
Diseño de un modelo de intervención mediante CTI hacia el sistema educativo costarricense con medición de efectividad basada en mecanismos digitales para generar competencias de indagación y razonamiento	Mejorar el desempeño en el rendimiento en pruebas PISA y competencias educativas en general en indagación y razonamiento.	Aumento en el rendimiento en las pruebas PISA de los estudiantes impactados ¹⁹⁴ .	MEP, MICITT, CONARE, Cooperación Internacional (Expertos e invitados), Directores de Centros de Investigación, Universidades.
Estrategia sectorial de fomento de las vocaciones científicas y tecnológicas multisectorial de escala país.	Aumento de las vocaciones científicas, tecnológicas y de innovación. Generación de empleos de calidad, género en CTI. Transferencia de conocimientos.	Porcentaje solicitudes de matrícula en carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática debidas a la estrategia ¹⁹⁵ .	Porcentaje solicitudes de matrícula en carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática debidas a la estrategia.
Fuente: MICITT, 2015			

193. Estimación basada en los datos del sondeo para este PNCTI y composición del parque empresarial PYME de acuerdo al MEIC. El modelo de intervención considera apropiación tecnológica, herramientas de costo cero de entrada y sistemas de apoyo empresarial.

194. Estimado basado en los resultados del programa PISA de OCDE para 2012 de nota promedio obtenida, disponible en <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>.

195. Estimado a partir de datos de las actividades internas (e.g. Ferias Científicas, Expo Ingenierías) y datos de matrícula reportados por CONARE.

4.2.2. Ambiente y Agua

Costa Rica es internacionalmente reconocida como una nación respetuosa de su capital natural, de su exuberante biodiversidad (cerca del 5% de la biodiversidad del planeta) y de su compromiso con estrategias hacia la carbono neutralidad. No obstante, existen retos importantes para asegurar que este reconocimiento se integre a las dinámicas sociales y económicas de manera apropiada.

El primer proyecto que se ha identificado como prioritario es la integración de un sistema de información ambiental que permita obtener predicciones a partir de los conjuntos de datos disponibles. Estos modelos deben llevar a considerar el desarrollo sostenible como la precondition filosófica de cada una de las iniciativas nacionales, en particular para una gestión del recurso hídrico basada en datos así como un aprovechamiento económicamente productivo y ambientalmente consciente de los recursos marítimos. Este último en particular es esencial para una vida más digna de las poblaciones pesqueras y acuícolas de todo el territorio nacional.

Con el segundo proyecto se ataca un reto fundamental: la protección y recuperación de aguas residuales y lodos. Además de ser la base de nichos ecológicos de gran diversidad vegetal

y animal, los lodos son clave el procesamiento de aguas de consumo humano, aspecto crítico para la salud. La biorremediación se fundamenta en la aplicación sostenible de la biología, centrada en la bioquímica de los organismos, para reintegrar en la máxima medida posible los contaminantes al ambiente de forma inocua.

El tercer proyecto busca contribuir a alcanzar la meta de Carbono Neutralidad para el 2021. La mitigación y resiliencia

necesarias para reducción de emisiones y el establecimiento apropiado de esquemas de compensación deben ocurrir desde una base social cuyo origen sea la apropiación ciudadana de la CTI incluyendo rediseñar el paisaje de forma sostenible. Este proyecto se fundamenta en un hecho expuesto por el Informe Nacional de Emisiones de Carbono: las acciones individuales son fuente de cambios radicales hacia un país carbono neutral, e idealmente, carbono negativo.

Cuadro N 15

Proyectos Ambiente y Agua

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Sistema Nacional Integrado de Información Ambiental	Integrar las fuentes de datos referentes a gestión de recursos hídricos y marítimos para apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia en temas ambientales y de desarrollo sostenible a partir de modelos predictivos y simulación.	Cantidad de conjuntos de datos integrados a la plataforma ¹⁹⁶ .	MS, MAG, MINAE, IFAM, AYA, Universidades, ONGs, INCOPECA, MOPT, ICT, MH-Aduanas, DINADECO, MIDEPLAN, juntas de desarrollo comunal, municipalidades, SUTEL, INEC, IGN
Programa Nacional de Biorremediación y Recuperación de Aguas Residuales y Lodos afectados por contaminación	Desarrollar investigación fundamental y tecnologías accesibles y de fácil extensión social y comercial para la recuperación de espacios ambientales en aguas residuales y lodos contaminados con impacto en la ecología, la productividad y la salud.	Cantidad de ubicaciones intervenidas para biorremediación a partir de la aplicación de CTI ¹⁹⁷ .	MS, MAG, MINAE, AYA, Universidades, ONGs, MOPT, DINADECO, IFAM, juntas de desarrollo comunal, municipalidades
Programa de Investigación en Mitigación y Adaptación Social al Cambio Climático	Proveer una sólida base técnico-científica que permita desarrollar estrategias socializables, altamente efectivas y masificables para aumentar la adaptación y resiliencia de las comunidades ante el cambio climático.	Cantidad de proyectos con potencial de escalamiento social para mitigar el cambio climático e incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades ¹⁹⁸ .	MAG, MINAE, IFAM, AYA, Universidades, ONGs, DINADECO, MIDEPLAN, juntas de desarrollo comunal, municipalidades, IGN, IMN, GIZ

196. Considera instituciones relacionadas al ámbito ambiental registradas en Gobierno Digital, así como a las organizaciones no gubernamentales de la iniciativa Páginas Verdes. Sitio Web: <http://www.paginasverdescr.com/>

197. Se desarrollarán intervenciones cuyas prioridades se fundamentan en el Informe acerca de la eficacia del Estado para Garantizar la calidad del Agua en sus diferentes usos, DFOE-AE-IF-01-2013, Contraloría General de la República del 13 de Febrero de 2013 o su versión más actualizada.

198. Se estima que para los tres años de ejecución del PNCTI sea posible potenciar al menos dos iniciativas existentes de alto potencial que puedan integrarse a las políticas nacionales de compensación de emisiones, y durante los años restantes existan más iniciativas mediante su promoción a través de política pública apropiada.

4.2.3. Energía

El país se encuentra en un punto clave para garantizar la sostenibilidad energética. Si bien la generación eléctrica es en gran medida apoyada por fuentes hidroeléctricas, el sector transporte y una parte importante del sector industrial dependen aún de combustibles fósiles. Es necesario tanto un ejercicio de optimización del consumo actual como de reconstitución de la matriz energética dirigida por la carbono neutralidad, con el requerimiento de mantener calidad en las fuentes de energía hacia el objetivo de venta internacional de excedentes.

El primer proyecto identificado es el uso de tecnologías de Smart Grid y almacenamiento de energía a gran escala para integrar de forma transparente las fuentes actualmente no gestionables de energía. Las fuentes disponibles de energía carbono neutral son en gran medida variables en su salida de potencia a lo largo del tiempo, lo que dificulta su integración. Adicionalmente, el uso de tecnologías y métodos para mejorar la predicción del consumo puede llevar a nuevos niveles de eficiencia donde la generación y el consumo se retroalimenten, en especial en la eficiencia de uso para el sector industrial. Este último elemento tiene el potencial de definir nuevas estrategias de escala país para

disminuir el costo de la energía eléctrica y mejorar la competitividad nacional en la atracción de inversión externa directa.

No obstante es posible alcanzar una red eléctrica nacional compuesta por fuentes renovables en su mayoría, el principal responsable de emisiones es el uso de combustibles fósiles en industria y transporte. Para atacar este reto el segundo proyecto busca investigar y optimizar la dinámica del transporte costarricense mediante datos, modelos y conocimiento basado en la CTI para reducir el consumo de combustible y aumentar la fluidez de la red vial costarricense bajo las restricciones actuales, lo que conlleva a un mejor nivel de vida. Aun así, esta medida por sí sola es insuficiente, y requiere ser acoplada con proyectos tecnológicos de alto impacto que sustituyan el uso de derivados del petróleo y otros fósiles por fuentes limpias tales como la energía solar y el hidrógeno.

Existe un reto final que es tripartito entre los sectores Energía, Ambiente y Agricultura. Por una parte, se requiere identificar combustibles de alta capacidad calórica para atender necesidades energéticas de alto volumen. En términos agrícolas, existe una cantidad importante de desechos de

procesos agroindustriales y pesqueros cuyo valor energético es conocido pero poco explotado. Desde la perspectiva ambiental, la inadecuada disposición de estos desechos conlleva severos problemas ecológicos que se pueden traducir en efectos nocivos para la salud. El tercer proyecto propone un esquema de revalorización de estos desechos como fuentes de energía viables para apoyar tanto al sector agrícola mediante generación de valor como al ambiental al reducir contaminación.

Cuadro N 16
Proyectos de Energía

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Integración de fuentes de energía no gestionables a la Red Eléctrica Nacional mediante tecnologías de almacenamiento de energía a gran escala y Smart Grid.	Proveer desarrollos científicos y tecnológicos nacionales que faciliten la integración de fuentes renovables de manera estable en la red eléctrica nacional para apoyar la transformación de la matriz energética mediante investigación de Smart Grid.	Índice de sofisticación de la de la Red Eléctrica Nacional ¹⁹⁹ .	MINAE, universidades, compañías eléctricas, centros de investigación, desarrolladores de proyectos energéticos
Reducción del uso de combustibles fósiles mediante la investigación de la dinámica de transportes y el desarrollo de combustibles alternativos.	Reducir el consumo nacional de combustibles fósiles mediante la combinación de intervenciones de tránsito basadas en datos y reemplazo de derivados del petróleo por fuentes alternativas de energía tales como energía solar, geotermia de baja entalpía, mareomotriz e hidrógeno.	Porcentaje de reducción medible de uso de combustibles fósiles en intervenciones basadas en la CTI específicas ²⁰⁰ .	MINAE, RECOPE, MOPT, MH, universidades, centros de investigación, productores privados
Maximización del uso eficiente de biomasa e hidrógeno mediante investigación fundamental y aplicada hacia mecanismos óptimos de procesamiento.	Incremento en la cantidad y la eficiencia de uso de la biomasa e hidrógeno de distintas fuentes para generar energía con fines ambientales y de intervención social escalable.	Incremento en el valor promedio de eficiencia energética de las fuentes identificadas, en proyectos escalables ²⁰¹ .	MINAE, MAG, universidades, centros de investigación, empresas públicas, CATIE/ EARTH, empresas agroindustriales, industria de la madera, sector pesquero y acuícola

199. Se estima con respecto a la metodología de evaluación Smart Grid Evaluation Framework del Environmental Defense Fund. Documento disponible en: <http://www.edf.org/sites/default/files/smart-grid-evaluation-framework.pdf>

200. Los porcentajes de reducción en casos específicos están basados en los informes del Transportation and Climate Change Clearing House del US Department of Transportation. Documento disponible en: <http://climate.dot.gov/ghg-reduction-strategies/fuels-technologies/alternative-fuels.html>

201. Con respecto a eficiencia de fuentes de biomasa, se estima en MegaWatts por tonelada promedio para las fuentes disponibles en el país. Los valores estimados para las metas anuales se basan en las tendencias tecnológicas de aprovechamiento de la capacidad calórica de biomasa de los estándares de la industria (<http://www.eeb.org/index.cfm/library/iinas-efi-and-joanneum-study-on-forest-biomass-for-energy-in-the-eu-annex/>).

4.2.4. Salud

La salud es una de las áreas centrales de una sociedad. Costa Rica tiene un reconocimiento internacional por sus bajos índices de mortalidad infantil y expectativas de vida, así como por un alto índice de felicidad donde uno de sus aspectos es cuán saludable es su población. No obstante, y en un contraste importante, también es un país en donde patologías como el cáncer gástrico y los problemas cardiovasculares presentan índices alarmantes y más altos que el promedio mundial.

Un primer paso hacia la resolución de este falso dilema es obtener información precisa, integrada y que permita la construcción de los datos hacia la construcción modelos predictivos y explicativos. El proyecto en primera posición de la lista de salud es el desarrollo de un Sistema Nacional Integrado de Información en Salud para reducir incertidumbre y medir contra evidencia la efectividad de diferentes medidas sanitarias, clínicas y preventivas en la población.

Así como la información es indispensable, lo es la investigación clínica endógena. Tan importante es el efecto del contexto génico de la población como la epigénesis en la evolución de las condiciones de salud de



la población. El segundo proyecto busca la constitución de un Programa Nacional de Investigaciones Biomédicas capaz de iluminar aquellas interrogantes mediante investigación científica y tecnológica, con posibilidad de tender hacia la innovación.

Finalmente, una necesidad importante es el desarrollo de intervenciones sociales

mediante las tecnologías digitales para apoyar buenas prácticas de salud en la población. Un alto índice de penetración de telefonía móvil (superior al 1.5) sugiere que el uso de aplicaciones en teléfonos inteligentes focalizadas a una mejor calidad de vida es una estrategia razonable. El tercer proyecto se enfoca en el desarrollo de aplicaciones para facilitar medidas ciudadanas en salud.

Cuadro N 17
Proyectos de Salud

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Sistema Nacional Integrado de Información en Salud	Integrar las fuentes de datos referentes a las instituciones del sector para apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia en salud, medio ambiente y gestión y desarrollo de infraestructura de los servicios de salud a partir de modelos predictivos y simulación.	Cantidad de conjuntos de datos integrados a la plataforma ²⁰²	MS, CCSS, IAFA, Universidades, ONGs, INCOPECA, ICT, MH-Aduanas, DINADECO, MIDEPLAN, juntas de desarrollo comunal, municipalidades, INEC, IGN, IMN, AYA, INS
Programa Nacional de Investigaciones Biomédicas y en Salud Pública	Desarrollar investigación fundamental y tecnologías necesarias en el campo de la salud con el propósito de mejorar la prestación de los servicios con calidad e impacto basados en la CTI.	Cantidad de investigaciones desarrolladas y productos tecnológicos ²⁰³ .	MS, CCSS, Universidades
Programa de Desarrollo de TICs para el Sector Salud	Generar aplicaciones basadas en las info y cognoteologías que permitan aumentar la excelencia de las intervenciones en salud cuyo impacto se refleje en la salud pública.	Cantidad de aplicaciones de las info y cognoteologías (e.g. inteligencia artificial, sistemas expertos, analítica de datos) basadas en arquitecturas de datos en salud que apoyen el ejercicio de la práctica médica ²⁰⁴ .	MS, CCSS, Universidades
Fuente: MICITT, 2015			

202. Se estima valor del indicador anual considerando las plataformas de las instituciones rectoras (MS, CCSS). Además considera la implantación de estándares nacionales de información en salud basados en HL7 y similares. Basado en datos de OPS del 2009. Documento disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=3655&Itemid=270&lang=es.

203. Se estima un mínimo de 4 proyectos anuales de dos años de duración con un presupuesto promedio de 50 millones de colones con un proyecto adicional cada dos años.

204. Se estima un mínimo de 5 aplicaciones de un año de duración con un presupuesto promedio de 15 millones de colones con un proyecto adicional cada dos años.

4.2.5.

Alimentos y Agricultura

Uno de los retos nacionales más complejos y de mayor importancia es el fortalecimiento de la producción agrícola, ganadera, pesquera y acuícola. Esto es en particular relevante para un adecuado desarrollo del sector de alimentos en general debido a la necesidad de mantener y ganar competitividad mediante valor agregado de nuevos productos. Simultáneamente, el cambio climático coloca a Costa Rica en un estado de alerta: es necesario preparar a nuestras variedades vegetales y animales para enfrentar condiciones climáticas más drásticas.

El primer proyecto busca integrar una base de conocimiento que, al igual que en otros retos, reúna información que permita construir modelos predictivos y explicativos del sector agro y alimentos, incluyendo pesca y acuicultura. Este sistema debe permitir una toma de decisiones basada en evidencia, activa y de respuesta rápida que parta del capital natural y trascienda hacia otros aspectos -por ejemplo, la comprensión de la vocación del suelo para cultivos específicos- con el fin de transformar los recursos disponibles para planificación agraria integral.

El segundo proyecto atiende tanto el fortalecimiento de los cultivos prioritarios

nacionales como la mitigación del efecto del cambio climático. El desarrollo de un programa de prospección de especies con fines de identificación, mejoramiento genético y preservación tiene una alta relevancia. El objetivo de este proyecto no solamente se restringe a investigación y desarrollo, sino que se articulará a un vigoroso programa de transferencia tecnológica a productores en todas las escalas nacionales.

El tercer y último proyecto se enfoca en integrar conocimiento y evidencia en la producción y generación de productos innovadores en agro y alimentos. Un programa de investigación y extensión de buenas prácticas productivas será la base para desarrollar métodos, técnicas y tecnologías de fácil adopción que permitan mejorar la rentabilidad financiera de los productores, y al mismo tiempo, permita a un conjunto de PYMEs en ese sector aspirar a crear nuevos productos de mayor valor agregado a partir de tanto las materias primas como de los desechos agroindustriales.

Cuadro N 18

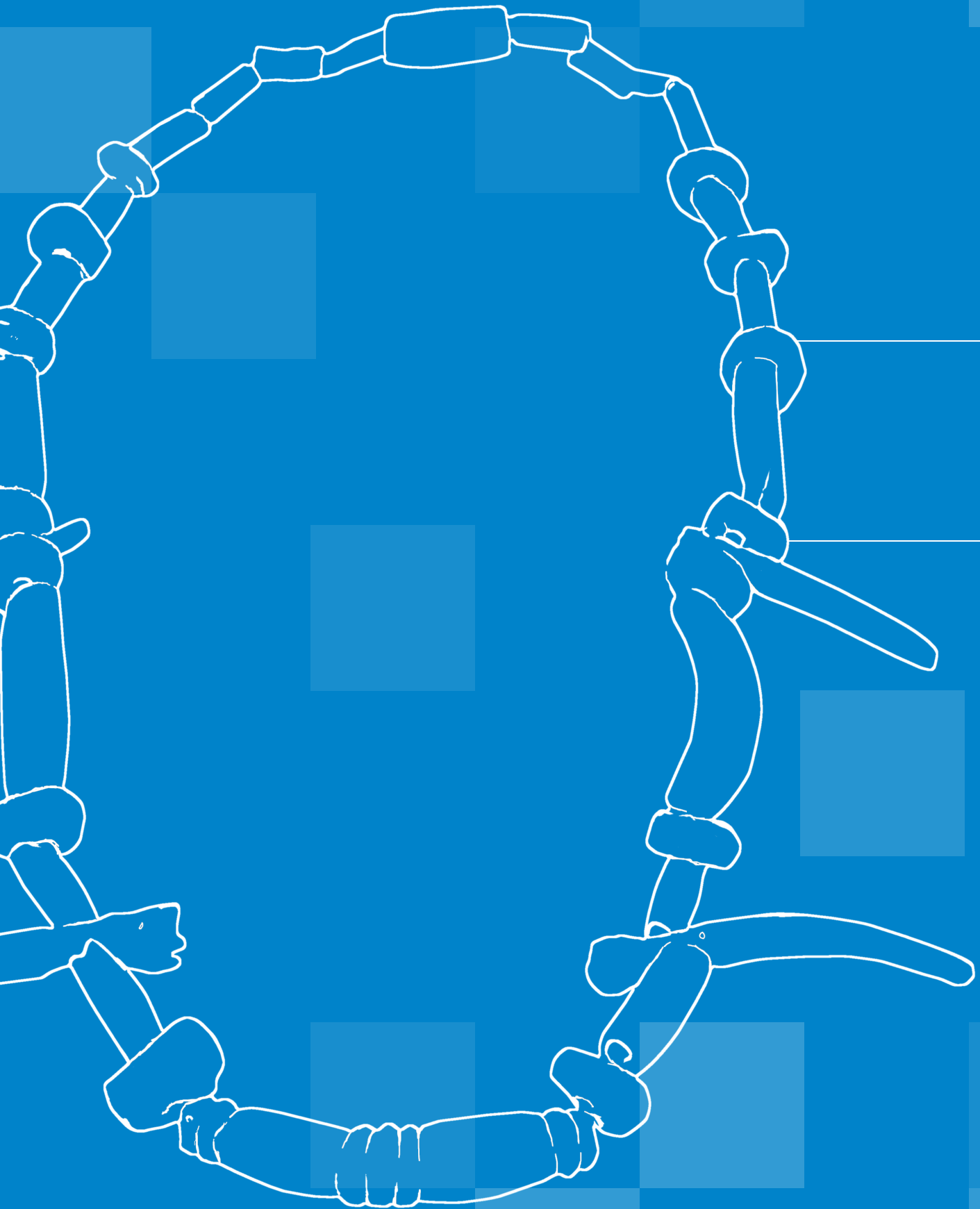
Proyectos de Alimentos y Agricultura

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Sistema Nacional de Información Agroalimentaria	Integrar las fuentes de datos referentes a actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, acuícolas y alimentarias con el propósito de compilar una base de información común capaz de ser utilizada para la toma de decisiones mediante modelos predictivos y simulación.	Cantidad de nuevas fuentes de datos integradas ²⁰⁵ .	PIMA-CENADA, MAG, CNP, PITAs, IGN, Academia, IMN, MS, INEC, UCAGRO, Organizaciones del sector productivo, PROCOMER, MH-TICA, INDER, MINAE, INCOPECA
Programa de Prospección de de Especies en Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura	Identificar material genético idóneo para mejorar la productividad nacional de alimentos mediante estudio del rendimiento, mejoramiento genético de variedades y transferencia de tecnología a los productores.	Cantidad de hectáreas con mejora comprobada en su producción ²⁰⁶ .	Academia, CATIE, MAG, PITAs, MINAE, CONAGEBIO, CONALEFI, Organizaciones del sector productivo, Organizaciones nacionales de semillas
Programa de investigación y extensión de buenas prácticas productivas hacia la generación de valor agregado en el sector agroalimentario.	Aumentar la rentabilidad de los productores del sector agroalimentario mediante buenas prácticas de producción que les permitan aspirar a generación de productos de alto valor agregado.	Aumento porcentual de las utilidades en empresas del sector agroalimentario apoyadas debido a la adopción de buenas prácticas productivas y generación de nuevos productos de alto valor agregado ²⁰⁷ .	Academia, MAG, CNP, Certificadores, Organizaciones del sector productivo, INDER, PIMA-CENADA, CITA, MS, INTECO, ECA, MEIC, IFAM y municipalidades, SENARA, SFE, SENASA, INTA
Fuente: MICITT, 2015			

205. Estimaciones basadas en la cantidad de servicios, indicadores y métricas del sector Alimentos y Agricultura (MAG).

206. Cálculos basados en el documento del MAG Políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales 2015-2018 y asignación presupuestaria prevista para el Fondo de Incentivos en Alimentos y Agricultura.

207. Estimaciones basadas en el informe de IICA: Impactful Innovations: Lessons for Family Agriculture in Latin America and the Caribbean de 2014 y el Annual Report 2013 con normalización para el caso costarricense.



Proyectos Sectoriales

- ▶ 4.3.1. Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento
- ▶ 4.3.2. Ciudades Inteligentes
- ▶ 4.3.3. Sistema Nacional Integrado de Ciencia y Tecnología
- ▶ 4.3.4. Centros Comunitarios Inteligentes

Figura masculina de piedra. Región Central-Caribe. 500 d.C. - 1200 d.C.



4.3.1.

Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento

Uno de los retos más importantes del MICITT, apuntado por la Estrategia Siglo XXI y el Primer Informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de 2014 es el desarrollo de una política articulada, con visión de largo plazo y con una fuerte base de medición de impacto. El impacto de la CTI en la sociedad costarricense, y en general en cualquier sociedad, es un aspecto transversal, situación que dificulta el contar con mediciones apropiadas del efecto de instrumentos políticos o financieros sobre objetivos únicos. En ese sentido, es más razonable establecer como objetivos de medición de impacto los resultados en forma longitudinal.

La Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento propuesta como gran marco integrador desde el MICITT buscará generar grandes intervenciones que, aun cuando puedan potenciar múltiples objetivos, se concentrarán en problemas centrales en la base de la jerarquía del ecosistema CTI costarricense. Existe un reto simultáneo que debe colocarse en contexto: la reciente incorporación de Telecomunicaciones al quehacer del MICITT debe potenciar virtuosamente y fortalecer las capacidades rectoras, mientras que al mismo tiempo logra una apropiada separación

de responsabilidades. Esto implica que es necesario, en un sentido político más amplio, conceptualizar los instrumentos políticos de CTI con una perspectiva que tome al sector telecomunicaciones como el gran contexto habilitador siendo así el resultado más palpable en materia de producción de conocimiento las tecnologías digitales.

Este gran instrumento habilitador también tiene una responsabilidad adicional en el contexto de CTI nacional. La Ley 7169 de Promoción y Desarrollo Científico-Tecnológico de 1990 permitió el desarrollo actual de la sociedad costarricense en materia de creación de conocimiento. No obstante, los retos contemporáneos sugieren que es necesario efectuar cambios en la institucionalidad de la CTI para lograr mayor inclusión de diversos sectores y actores prioritarios. Así, la creación de la Política no sustituye un ejercicio de remozamiento constitucional del sector Ciencia, Tecnología e Innovación.

Cuatro grandes ejes representan ese trabajo central de desarrollo de instrumentos de política pública y su respectiva medición:

1. Una política de Capital Humano en CTI que permita formar a las personas con

habilidades necesarias para transformar el ecosistema nacional de creación de conocimiento en líder regional con reconocimiento mundial. Esta política debe ser coordinada con los sectores académicos y empresariales, de tal forma que las fases de creación de conocimiento puedan desarrollarse de manera armónica, integrada y sobre todo, productiva.

2. Una política de Investigación y Desarrollo Tecnológico hacia Ciencia Excelente que cree condiciones favorables para potenciar el capital humano disponible en el país, para atraer más y mejores investigadores e investigadoras y para facilitar el uso y adquisición de nuevos recursos en CTI. Además, una política de esta naturaleza debe favorecer el desarrollo de proyectos, publicaciones y conocimiento de nivel internacional en calidad. Un aspecto trascendental es la integración de la diáspora científica costarricense para potenciar colaboraciones de alto nivel con resultados para el país.
3. Una política de innovación enfocada en la generación de productos de alta calidad y alto valor en mercados internacionales. En ese sentido, la política considerará desde el

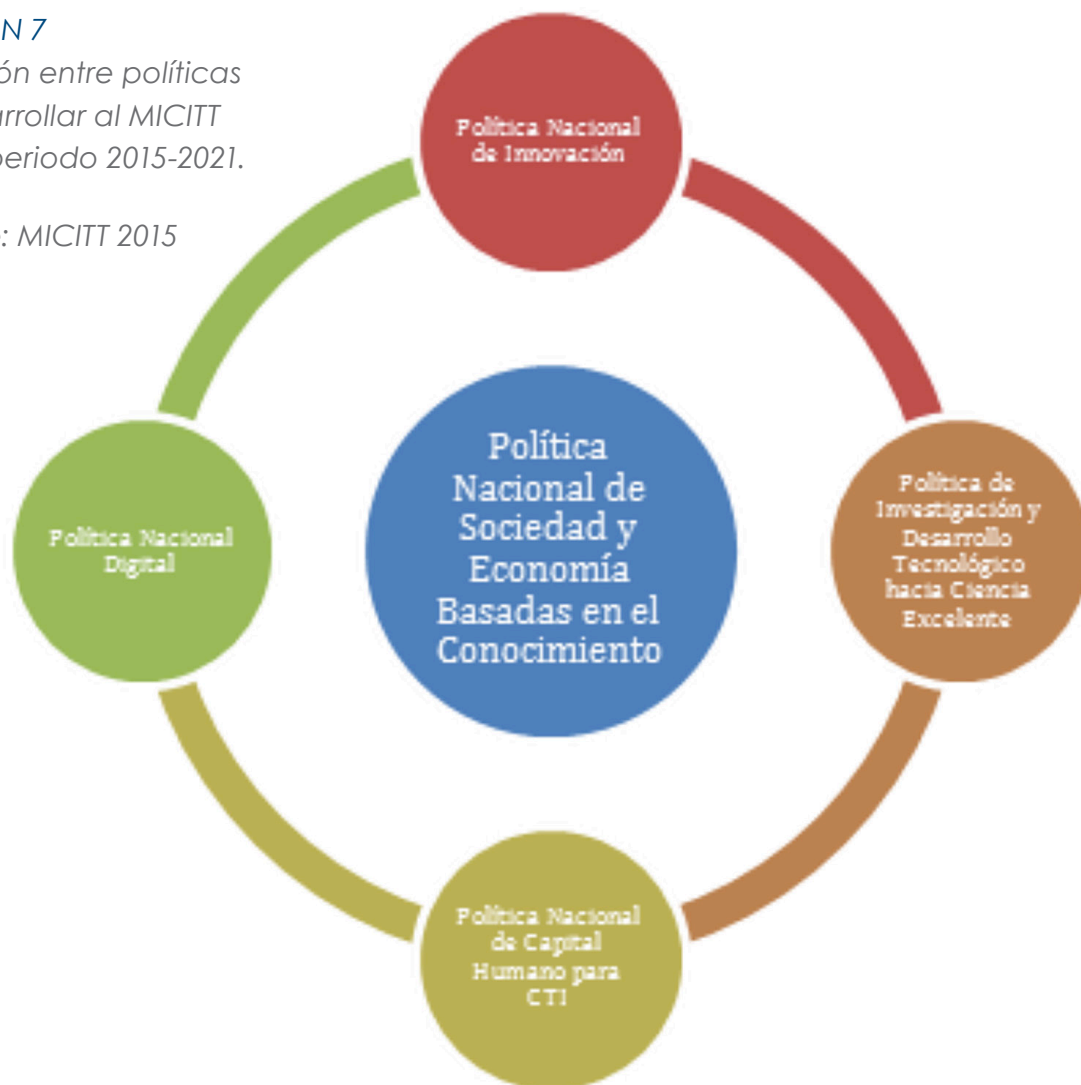
aprovechamiento de las vocaciones hacia el emprendimiento hasta la adecuada protección de la propiedad intelectual de las invenciones. Un punto importante en ese sentido es potenciar a las empresas mediante seguimiento y apoyo en gestión de la innovación, desarrollo de nuevos procesos y productos, así como incentivos que potencien en el mediano y largo plazo los encadenamientos productivos.

4. Una política nacional digital que, transversalmente, permita incrementar la eficiencia de los actores, potenciar iniciativas en CTI y ser un medio de crecimiento de nuevas ideas desde una base social. Esta política es indispensable en el marco de la integración y consecución de los grandes objetivos nacionales de la CTI: competitividad, productividad y bienestar.

Figura N 7

Relación entre políticas a desarrollar al MICITT en el periodo 2015-2021.

Fuente: MICITT 2015



Cuadro N 19

Política Nacional de Sociedad y Economía basada en el conocimiento

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento	Desarrollar un conjunto de instrumentos de política pública que articule los actores del sector CTI y permita atacar los retos más importantes hacia un país líder en uso y producción de conocimiento.	Porcentaje de implementación de la Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento con aprovechamiento de los actores impactados ²⁰⁸ .	CONICIT, ANC, ECA, CEA, CENIBiot
Fuente: MICITT, 2015			

208. El indicador reportado para los años 2019 al 2021 presentan porcentajes al 100% donde las políticas plantearán una reforma a la Ley N°. 7169 para recomposición del Sistema Nacional de CTI, indicado por un asterisco (*).

4.3.2.

Ciudades Inteligentes

La inteligencia comunitaria es un fenómeno emergente en el cual un grupo humano determinado por la geografía y sus rasgos sociales es capaz de solucionar los retos colectivos a partir de acciones individuales tendientes a optimizar el uso de recursos hacia la sostenibilidad a largo plazo²⁰⁹. Esto implica la definición colectiva de los valores y principios que cimientan el desarrollo a todos los niveles (habitacional, de salud pública, ambiental) y, en especial, la identificación y posterior implementación de políticas explícitas o implícitas basadas en experiencia local y en el aprovechamiento de las oportunidades que brinda el acceso global al conocimiento²¹⁰.

Con lo anterior en mente, el diseño de ciudades no es una tarea trivial, y su diseño debe corresponder a las necesidades humanas de forma integral y en evolución²¹¹. Adicionalmente, y en particular para Costa Rica en relación a las metas de carbono neutralidad hacia el 2021, este diseño debe responder a las expectativas tanto filosóficas como pragmáticas de la sostenibilidad

209. Zhang, D., Guo, B., & Yu, Z. (2011).

210. Innes, M., & Roberts, C. (2008).

211. Matsuoka, R. H., & Kaplan, R. (2008).

ambiental para alcanzar una sinergia constante entre ser humano y ambiente²¹². Y no es solamente la ecología ambiental la que está en juego, sino además la ecología humana desde una perspectiva económica y psicológica²¹³. Una ciudad capaz de albergar una comunidad inteligente debe estar construida en la optimización de dos grandes variables: economía funcional que permita un aprovechamiento de las características del territorio y maximización de recursos ambientales hacia una vida individual y social plena.

Para efectos económicos, el diseño de ciudades depende de manera directa de los procesos de planificación urbana, cuya base debe estar sustentada en evidencia acerca del potencial expresado mediante el establecimiento de usos del suelo²¹⁴. Este uso además debe correlacionarse con la planificación de los sectores productivos (tipos y ubicación de las empresas), la logística de transporte de personas y mercancías (preferencia por medios públicos o personales), recursos hídricos y fuentes energéticas, entre otras²¹⁵. Un punto

esencial en este contexto es que la ciudad debe potenciar el crecimiento económico a través de la formación y atracción de talentos con sostenibilidad poblacional²¹⁶. A largo plazo, esto presenta retos en la sostenibilidad humana debido a que, a mayor desarrollo de la población de una ciudad, mayor tiende a ser la población cuya edad supera los 60 años²¹⁷. Por ende, todo desarrollo bajo esta línea debe considerar la diversidad de requerimientos para ser inclusiva.

En materia psicológica y de salud, existe amplia evidencia acerca de los efectos del diseño y la planificación urbana sobre el estado mental de la población²¹⁸. Desde la salud física hasta la mental, el impacto de una arquitectura adaptada a las necesidades humanas y que propicie el crecimiento de los individuos²¹⁹. Este es un reto en el cual convergen varios factores importantes: la capacidad del diseño arquitectónico de dotar de sentido a la realidad ambiental circundante²²⁰, la creación de un ambiente saludable que intrínsecamente propicie la salud anatómica

212. Niemelä, J. (1999).

213. Douglass, M., & Friedmann, J. (1998).

214. Cheshire, P., & Sheppard, S. (2002).

215. Stevenson, G. G. (2005).

216. Florida, R. L. (2005).

217. World Health Organization. (2007).

218. Krupat, E. (1985).

219. Gifford, R. (2007).

220. Groat, L. N. (1985).

y fisiológicamente²²¹ y la capacidad de construir espacios físicos cuyos efectos sobre elementos tales como la productividad y la creatividad sean positivos²²². Como resultado, al ser el estado de la sociedad en general una propiedad emergente, intervenciones cuidadosas y diseñadas bajo una metodología integral pueden cambiar radicalmente la sociología de las ciudades²²³.

Con respecto al desarrollo de las ciudades en materia ambiental, las tecnologías digitales (en particular el Internet de las Cosas habilitado por tecnologías tales como IPv6, redes de banda ancha y dispositivos empotrados) crean un ambiente único para medir de manera rigurosa el impacto sobre el medio ambiente de las actividades y expectativas humanas²²⁴. El consumo de energía, la generación de desechos, la producción de gases contaminantes y demás puede ahora rastrearse²²⁵ y convertirse en indicador de problemas de diseño en la red vial para intervenciones hacia mayor eficiencia neta²²⁶.

De forma similar, el agua como recurso asociado directamente a la salud pública y al estado del medio ambiente puede ser caracterizada en tiempo real por redes de sensores²²⁷. Esto último es de gran utilidad al balancear las necesidades y límites ambientales de las fuentes de agua disponibles en detalle y de acuerdo a objetivos múltiples²²⁸, tales como producción agraria²²⁹ y consumo humano²³⁰.

Una ciudad inteligente, en términos conceptuales, es la colección de recursos urbanos, naturales y humanos que se integran mediante las tecnologías digitales en la forma de un sistema multi-agente distribuido, capaz de responder de manera autónoma a la evolución de las necesidades humanas postuladas por una comunidad inteligente hacia una mejor calidad de vida y sostenibilidad ambiental. Una ciudad inteligente en ese sentido contempla los siguientes elementos²³¹:

221. Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998).

222. Augustin, S. (2009).

223. Spates, J. L., & Macionis, J. J. (1982).

224. Vlacheas, P., Giaffreda, R., Stavroulaki, V., Kelaidonis, D., Foteinos, V., Poullos, G., & Moessner, K. (2013).

225. Tsujita, W., Yoshino, A., Ishida, H., & Moriizumi, T. (2005).

226. Viles, R. L., & Rosier, D. J. (2001).

227. Glasgow, H. B., Burkholder, J. M., Reed, R. E., Lewitus, A. J., & Kleinman, J. E. (2004).

228. Huang, J. J., McBean, E. A., & James, W. (2006).

229. Kotamäki, N., Thessler, S., Koskiahio, J., Hannukkala, A. O., Huitu, H., Huttula, T., & Järvenpää, M. (2009).

230. Tschmelak, J., Proll, G., Riedt, J., Kaiser, J., Kraemmer, P., Bärzaga, L., & Gauglitz, G. (2005).

231. Dept Business (2013).

- Integración digital con el sistema educativo para potenciar la adopción de valores tendientes hacia el uso racional de recursos, el crecimiento profesional y el emprendimiento.
- Diseño urbano consistente con una planificación de largo plazo en materia ambiental, con un énfasis especial en prospección del volumen y composición etaria de la población, apoyado por medición en tiempo real del estado de los recursos naturales.
- Optimización del uso de recursos energéticos en generación eléctrica y transporte, tendiente hacia cumplir con las metas internacionales de carbono neutralidad.
- Implementación de un sistema de salud integrado de manera transparente a variables ambientales y de alimentación, que garantice privacidad y protección a los datos de los habitantes, con el fin de reducir la atención de pacientes mediante una apropiada prevención y detección temprana de enfermedades.
- Desarrollo de una logística apropiada de producción agroalimentaria que maximice el uso de productos locales y la generación de valor agregado en empresas dentro de la ciudad.
- Implementación y despliegue de infraestructura vial y pública con capacidades previstas para digitalización masiva, incluyendo banda ancha de alta velocidad, posibilidad de colocación de sensores e IPv6.
- Diseño arquitectónico basado en estudios relacionados a la cognición para mejorar la habitabilidad de los espacios urbanos y mejorar la salud psicológica de sus habitantes.
- Implementación de una red de transporte interna que minimice el tiempo de conmutación, así como el costo energético. Además, el diseño debe fomentar las caminatas para favorecer mejores índices de salud, por ejemplo, en reducción de enfermedades cardiovasculares²³².
- Integración de sensores, sistemas de telecomunicaciones, sistemas multi-agente, y tecnologías digitales en general para que la ciudad se convierta en una entidad capaz de satisfacer peticiones de información y adquiera autonomía.

232. Saelens, B. E., Sallis, J. F., & Frank, L. D. (2003).

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), promueve la ciudad inteligente como una ciudad sostenible, en el entendido que la innovación debe dirigirse hacia el concepto amplio de la sostenibilidad de la ciudad. La ciudad sostenible e inteligente debe ser innovadora, digital, integradora, creativa y sustentable, haciendo énfasis en la persona como centro y núcleo de la dinámica de la ciudad, principios fundamentales para el desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento. Así, se convierte en el contexto espacial de una comunidad en la que se conjugan la eficiencia y la sostenibilidad en un entorno innovador utilizando como elemento habilitador las tecnologías digitales.

Todas sus alternativas de desarrollo y digitalización requieren herramientas e infraestructura específica para su implementación. Para la puesta en práctica de un modelo de ciudades inteligentes es necesario el desarrollo de una infraestructura tecnológica de acceso multicanal que haga posible la prestación de los servicios a través de los diferentes medios de una forma adaptada, segura y continua. Paralelamente, es esencial promover el desarrollo de habilidades y capacidades digitales en la población de acuerdo a sus características y condiciones específicas.

Existen tres objetivos clave que dirigen el desarrollo de una ciudad inteligente:

- Un estilo de vida saludable para sus habitantes
- La posibilidad de crear un ciclo de sostenibilidad ambiental de altos réditos económicos
- El construir tecnología que pueda ser aplicada en otros contextos y ubicaciones

Una ciudad inteligente además debe cumplir con varias condiciones particulares que la distinguen de otro tipo de infraestructura. Primero, no solamente está orientada a innovación y desarrollo tal como ocurre en los parques científicos y tecnológicos, sino que presupone un desarrollo habitacional integrado a la dinámica económica de manera sinérgica. En términos de la intencionalidad de su desarrollo, las tecnologías deben ser escalables, replicables, eficientes y de bajo costo con el fin de propiciar la aparición de nuevas fuentes de empleo y su utilización en contextos tanto más como menos favorables. Finalmente, una condición esencial es la visualización de la articulación de la ciudad inteligente como una intervención

sociocultural²³³. Esto implica que alrededor de su infraestructura y servicios, existe una capa de alfabetización digital que excede el acceso y uso de tecnología para profundizar en su mejor uso en la vida cotidiana. Para alcanzar un grado de desarrollo tal como se describe, es indispensable un detallado diseño de procesos, su estandarización y socialización a todo nivel²³⁴. La ciudad inteligente debe llevar hacia una visión constante de desarrollo y prospección de crecimiento²³⁵.

La digitalización de los bienes y servicios que brinda una ciudad es un posible el punto de partida para operacionalizar la definición conceptual de una ciudad inteligente para la realidad nacional, bajo la consideración de que la digitalización de las cosas es un proceso en constante evolución y dinamismo, por tanto, de construcción colectiva. Así, este proceso conlleva un pleno y apropiado desarrollo de la ciudad digital como agente transformador.

De forma general, en las ciudades digitales se observa la utilización de las tecnologías de la información y comunicación en las áreas:

- Servicios gubernamentales o de e-gobierno

- Mecanismos de salud a distancia o telemedicina, expediente electrónico, citas electrónicas

- Oportunidades y gestión de trabajo en línea, bolsa de empleo digital, teletrabajo

- Capacitación y formación a distancia

- Política y democracia en la red o e-Democracia sobre decisiones públicas de la Ciudad

- Sesiones interactivas virtuales a nivel municipal y comunal

- Desarrollo de Infraestructura de acceso público

- Negocios electrónicos, sistemas de cobro, compra y venta digital

- Comercio electrónico

- Turismo

- Cultura y ocio digitales

233. Roseland, M. (1996).

234. Thornley, A., & Newman, P. (2011).

235. Ding, P. A., & Council, I. C. (2005).

La ciudad digital es creada por los ciudadanos, empresas, instituciones, administraciones, entre otros, que han desarrollado la posibilidad de relacionarse entre sí y con el resto de la sociedad utilizando todo el potencial que ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones. Son un mecanismo de transición para avanzar hacia una ciudad inteligente. En la actualidad una ciudad digital se fundamenta en ejes transversales, por ejemplo:

- El ambiente y su sostenibilidad
- La digitalización de la inteligencia
- La participación de sectores público, privado y civil
- La localidad de los procesos de decisión de los actores de la sociedad
- La inclusión social plena de la ciudadanía a través de mecanismos digitales

La distancia entre una ciudad digital y una ciudad inteligente debe aminorarse a través de la progresiva inclusión de nuevas fuentes de datos y la automatización asociadas a los

elementos dentro del entorno geográfico y humano con el fin de propiciar saltos en la eficiencia de sus factores de desarrollo. Entre ellos se encuentran el uso recursos energéticos, el acceso a bienes y servicios, transparencia y calidad de los servicios públicos incluyendo transporte y la seguridad ciudadana.

MICITT y Ciudades Inteligentes

Es necesario impulsar en el país acciones para abordar y promover el desarrollo de ciudades inteligentes como una aspiración nacional y como modelo de desarrollo hacia la sostenibilidad. Para alcanzar esa aspiración se ha determinado una propuesta básica metodológica en etapas o fases de desarrollo para implementar dos proyectos pilotos en los próximos siete años (Figura 8).

Fase I. Ciudad Digital

Permitirá la transición y evolución de la mayoría de los bienes y servicios que se brindan de manera física a una forma digital con un despliegue de servicios de uso

cotidiano. En esta fase, son fundamentales los efectos sobre elementos como la inclusión, la participación ciudadana, la transparencia y la ampliación tanto del gobierno electrónico como de los servicios de interés público que puedan brindar los sectores privados y que beneficien a los ciudadanos.

Fase II. Ciudad Inteligente y Eficiente.

El desarrollo se enfocará en aumentar la eficiencia de la ciudad, potenciando sus capacidades para convertir los recursos en bienestar social y económico a través del monitoreo, vigilancia y ajuste de sus parámetros de operación. Esta etapa tiene como elemento principal la instrumentación de la ciudad mediante el Internet de las Cosas para obtención de datos hacia la toma de decisiones de manera más temprana y precisa. El factor energético es un objetivo esencial para la consolidación de esta fase.

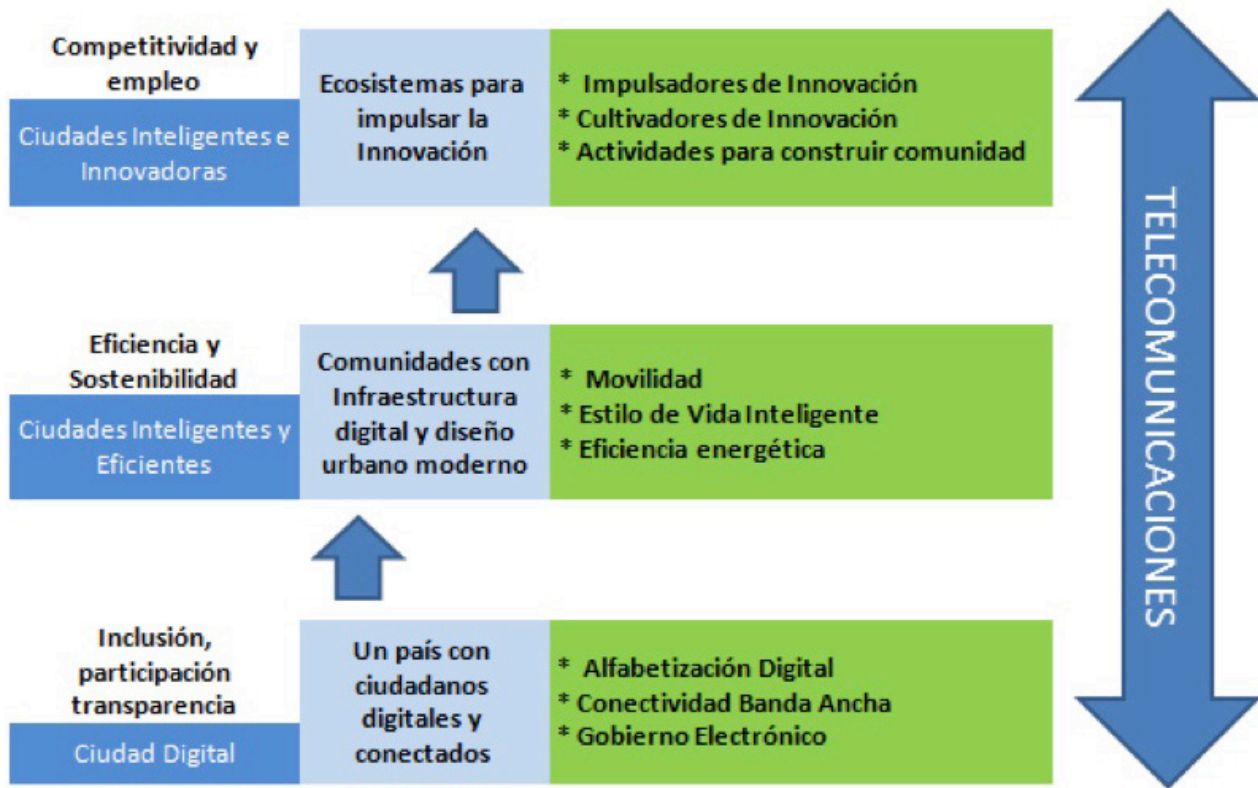
Fase III. Ciudad Inteligente e Innovadora

Esta fase permite consolidar de un sistema productivo comunitario innovador para que los factores productivos se traduzcan en

atracción de talento y mayor probabilidad de generación de productos de alto valor agregado. Además, se diseñarán prácticas y políticas de mejora continua hacia su sostenibilidad a largo plazo.

Figura N 8

Etapas para el desarrollo de la Ciudad Inteligente. Fuente: MICITT 2014



Cuadro N 20

Proyecto Ciudad Inteligente

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Ciudades inteligentes	Implementar dos ciudades inteligentes que cumplan la función de modelo demostrativo con el fin de producir tecnologías replicables y escalables a otras ubicaciones.	Porcentaje de ejecución de los modelos de ciudad inteligente.	MIVAH, MINAE, MAG, MS, IFAM, sector empresarial.

Fuente: MICITT, 2015

4.3.3.

Sistema Nacional Integrado de Ciencia y Tecnología

La ciencia y la tecnología son actividades donde la colaboración global es esencial para garantizar competitividad. Adicionalmente, en una visión introspectiva hacia la realidad nacional en materia de CTI indica que una comunicación pobre entre la comunidad nacional de expertos está involucrada en el fraccionamiento, bajo aprovechamiento de la masa crítica de personas con estudios doctorales y segmentación de iniciativas. Existen varios sistemas que intentan atacar esta problemática desde diferentes ángulos de interés:

- El Registro Científico Tecnológico del CONICIT alberga la información de la comunidad científica que, en su mayoría, ha tenido acceso a financiamiento de parte de los instrumentos financieros MICITT-CONICIT.
- La Academia Nacional de Ciencias ha construido el sitio Ticotal para identificar y agrupar la diáspora costarricense alrededor del mundo. El crecimiento de la cantidad de registros muestra una comunidad científica y tecnológica amplia, fortalecida y de primer nivel que tiene una conexión baja con el país.

- El Programa Estado de la Nación ha construido infraestructura digital para desarrollar sus índices en el Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Tal infraestructura utiliza agregados de los dos sistemas anteriores para obtener conclusiones válidas para Costa Rica.
- Recientemente la Plataforma Tecnológica Costarricense CONECTA 2020 fue instaurada para facilitar el desarrollo de proyectos entre la Unión Europea mediante el programa de financiamiento Horizonte 2020 y la academia e industria costarricenses.

Estas plataformas, cuya aparición ha sido orgánica y con el fin de solucionar distintos problemas particulares, tienen un potencial natural de integración y fortalecimiento mutuo. Existen varios retos aún no atendidos que, al ser atendidos de forma apropiada, pueden ser catalizadores de la consolidación del sector CTI nacional. En resumen, estos son:

- Contar con un mapa articulado de toda la colaboración en CTI de Costa Rica hacia el mundo, incluyendo los convenios y demás instrumentos con seguimiento a su estado y temas de interés.
- Establecer un mecanismo basado en el mérito y la confianza entre académicos e industria mediante innovación abierta y crowdsourcing que expanda las posibilidades en ambos sectores.
- Conocer de forma actualizada los proyectos de investigación entre las entidades nacionales para, basado en una decisión explícita de compartir metadatos, sea posible establecer conexiones que maximicen el uso de los recursos en los proyectos y permita crear agendas de cooperación internacionales para potenciar su resultado.
- Identificar y medir el impacto de las publicaciones y revistas científicas nacionales a través de los indicadores más relevantes de estos productos, así como contar con un catálogo de referencia de metadatos de publicaciones de costarricenses dentro y fuera del país para visibilizar el trabajo nacional.
- Incrementar la utilización promedio del equipamiento científico y tecnológico nacional de un 11% de acuerdo al ECTI progresivamente hasta un 40% mediante un mecanismo que integre diferentes esquemas de uso, convenios institucionales y acercamiento a la industria.

El Sistema de Información Nacional de Ciencia y Tecnología será un broker de información, es decir, una plataforma que de forma segura y congruente con la legalidad en lo referente a Protección de Datos Personales, pueda crear flujos de información entre las plataformas nuevas y existentes (Fig. 8). Esta plataforma será diseñada bajo los principios de diseño de Servicios Web mediante el estándar XML, con la filosofía de mínima información expuesta de terceros para garantizar seguridad y máxima información posible para ser efectivo en su función. Adicionalmente, se establecerá un conjunto de plataformas adicionales para cumplir con los retos no atendidos (Fig. 10).

El plan de trabajo para el periodo 2015-2021 comprende dos grandes acciones:

- Incentivar que la comunidad científica y tecnológica nacional se integre a las herramientas existentes mediante una apropiada divulgación y validación continua de necesidades.
- Construir las herramientas no existentes aún para satisfacer necesidades actuales de información, cooperación y facilitación.

El cuadro 20 y la Fig. 9 resumen los componentes e hitos del proyecto.

Figura N 9

Estructura del Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología

Fuente:
MICITT 2015



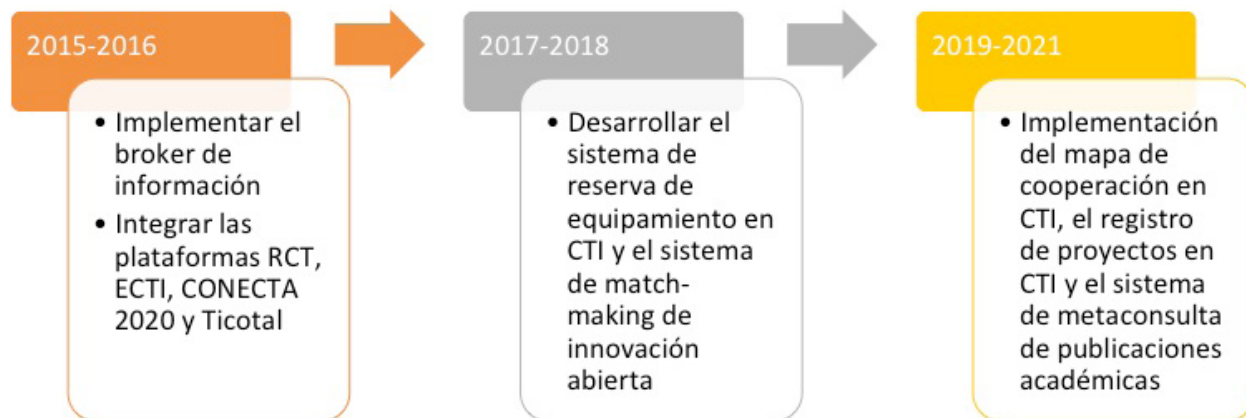
Cuadro N 21
Componentes para el SINCT

Componente	Objetivo
Broker	Ser el componente integrador, con parámetros de seguridad de la información, capaz de comunicar todos los demás componentes y plataformas existentes y futuras.
Recurso humano nacional e internacional	Integrar la información actualizada y referenciada mediante el sistema ORCID de investigación internacional para el capital humano en CTI costarricense en el país y el extranjero.
Mapa de cooperación internacional	Aumentar el aprovechamiento de los convenios internacionales mediante un seguimiento detallado del estado y utilización de los instrumentos políticos respectivos.
Registro nacional de proyectos científico-tecnológicos	Visibilizar los proyectos desarrollados a lo interno del país por instituciones académicas para facilitar nuevas interacciones nacionales e internacionales.
Metaconsulta de publicaciones académicas costarricense	Recopilar el acervo de publicaciones científico-tecnológicas del país para estimar el impacto de la comunidad costarricense en la generación global de conocimiento.
Sistema de reserva de uso de equipo científico-tecnológico compartido	Incrementar el uso del equipamiento científico tecnológico mediante una herramienta apoyada por normativa emitida por MICITT que permita a los actores involucrados crear nuevos modelos de uso con posibilidades de generación de recursos para las organizaciones.
Sistema de match-making investigador-empresa	Articular relaciones academia-industria tanto bajo mecanismos formales de unidades de transferencia tecnológica como relaciones persona-organización para dinamizar el ambiente de inversión y creación de alta tecnología basada en I+D.
Fuente: MICITT, 2015	

Figura N 10

Esquema general del plan de trabajo hacia el 2021

Fuente: MICITT, 2015



Cuadro N 22

Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología	Facilitar las interacciones entre los diferentes actores de la comunidad Científica, Tecnológica e Innovación para maximizar la transferencia y aprovechamiento de conocimientos.	Porcentaje de actores registrados en el Sistema de Información Nacional de Ciencia y Tecnología con aprovechamiento de la plataforma ²³⁶ .	CONICIT, ANC, CONARE, Sector Público Costarricense

Fuente: MICITT, 2015

236. Estimación basada en los datos de 2013 de usuarios del RCT-CONICIT y 2014 de perfiles registrados para el estudio ECTI del PEN (2014).

4.3.4.

Centros Comunitarios Inteligentes 2.0

Los Centros Comunitarios Inteligentes (CECI) son espacios de encuentro comunitario orientados a disminuir la brecha digital, desarrollar el aprendizaje, el emprendedurismo y diversos servicios en línea. Estos deben estar adaptados a las necesidades de la comunidad y utilizar como herramienta las tecnologías de información y comunicación.

Los CECI nacen con la participación de la comunidad tomando en cuenta sus necesidades a través de medios, formatos y lenguajes locales, que permiten el empoderamiento de la comunidad y favorecen la sostenibilidad del centro.

Actualmente existen una red de más de 250 CECI ubicados a lo largo y ancho del país, lo que permite una cobertura cantonal de más del 80% del territorio costarricense. Los laboratorio cuentan con entre 6 y 10 máquinas, y su implementación se logra gracias al trabajo conjunto entre el MICITT e instituciones de la comunidad quiénes son las encargadas de brindar las instalaciones y la administración del centro. Entre las instituciones podemos encontrar asociaciones de desarrollo, bibliotecas, municipalidades, universidades, entre otra

gran cantidad de grupos organizados. Por su parte el Ministerio colabora con el equipo, los muebles, el mantenimiento, el asesoramiento y seguimiento del proyecto.

A los CECI pueden llegar personas de todas las edades, dando prioridad a adultos mayores, poblaciones indígenas, personas con alguna discapacidad, agricultores, amas de casa o personas que por las condiciones particulares, del lugar donde residen no han tenido la oportunidad de acceder al uso de una computadora y de internet.

Desde finales del 2011 se ha buscado que los CECI sean más que centros para el acceso a internet, y que se transformen en un núcleo de formación y capacitación, para lo cual se ha estandarizado una serie de cursos con el fin de ir mejorando la calidad de los cursos brindados. En este momento los cursos están enfocados principalmente en el tema de ofimática, donde destacan las capacitaciones en introducción a la computación, word, power point, excel y excel avanzado, internet, donde se busca que cada programa se adecue al grupo que los recibe.

Un agregado extra en el cual los CECI han colaborado además de los cursos, ha sido

sin lugar a dudas la cooperación con otras instituciones del estado como el caso de campañas para el dengue, el diálogo nacional de salud, seguridad vial, recaudación fiscal, encuestas, entre muchos otros.

En lo concerniente a las siguientes fases del proyecto el MICITT tiene dentro de sus prioridades realizar las siguientes acciones:

1. Construcción de nuevos programas, los primeros adaptados a las necesidades locales que permitan adecuar los nuevos contenidos y cursos según lo requerido por la comunidad donde se ubica el CECI, y otros más a nivel nacional que sean de uso general, donde se fortalezca los programas de inglés, Tecnologías Digitales, emprendedurismo, gobierno electrónico, entre otros, todo esto englobado dentro del término CECI 2.0, que no trata de la instalación de más CECI, sino más del desarrollo de habilidades y destrezas por medio de la capacitación que permita a las personas mejorar su productividad y por ende mejor su calidad de vida.
2. Fortalecimiento del sistema de alianzas con instituciones claves, el diseño de un centro de recursos para la red de CECI y un sistema

de monitoreo que permita acompañar de cerca el progreso de cada centro y detectar dificultades para buscar soluciones.

3. Generación de una estrategia de comunicación tanto a nivel local, como nacional, que permita una mayor proyección en las comunidades dónde se ubican los CECI con el fin de fomentar un mayor aprovechamiento, en especial en los lugares donde la población no tiene acceso a una computadora, a internet o a los procesos de formación.
4. Impulsar la ejecución y puesta en marcha del Fondo Nacional de Telecomunicaciones,

que ayude a que los CECI de las zonas más alejadas tengan acceso a una mejor cobertura de internet, equipo actualizado y proceso de capacitación de calidad.

Todo lo anterior esta englobado dentro del objetivo primordial del proyecto; “Promover la apropiación social y el aprovechamiento de las Tecnologías Digitales, con el fin de disminuir la brecha digital existente en Costa Rica y contribuir a alcanzar metas de desarrollo social, particularmente dentro de poblaciones en condiciones de vulnerabilidad o riesgo social, mediante procesos de aprendizaje, emprendurismo y utilización de servicios en línea”.

Cuadro N 23
Centros Comunitarios Inteligentes

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Modelo social de sostenibilidad para los Centros Comunitarios Inteligentes 2.0	Desarrollar un modelo de sostenibilidad financiera, basado en la integración de los actores sociales de la comunidad para potenciar su papel como un centro de capacitación, alfabetización digital y productividad en las distintas regiones del país.	Índice de Aprovechamiento de los CECI en actividades dirigidas a las necesidades de la comunidad ²³⁷ .	INA, MTSS, DINADECO, municipalidades, empresas privadas, Consejo de la Persona Joven, universidades públicas, asociaciones de desarrollo comunal, SINABI
Fuente: MICITT, 2015			

237. Basado en la metodología descrita en la sección 5.1 y en datos de CECI hasta el 2014



Proyectos Institucionales

- ▶ 4.4.1. Capital Humano
- ▶ 4.4.2. Investigación y Desarrollo Tecnológico
- ▶ 4.4.3. Innovación
- ▶ 4.4.4. Dirección de Certificadores de Firma Digital

Punta de lanza (sílice). Región Gran Nicoya. 1000 d.C. - 1500 d.C.



4.4.1. Capital Humano

La Ciencia y la Tecnología son productos sociales que hacen referencia a momentos históricos, a lugares, a personas y situaciones específicas. El desarrollo de la sociedad basada en el conocimiento tiene sustento en la forma en que vemos al mundo y retomamos nuestras propias realidades, en un esfuerzo por resolver los problemas socio-económicos. En estas propuestas se formula una dicotomía entre quiénes son los productores del conocimiento y quiénes los receptores del mismo, o sea, entre expertos y público en general, donde los primeros son actores activos en la Ciencia y la Tecnología y los segundos receptores pasivos.

El concepto de apropiación social de la ciencia y la tecnología va más allá de mirar de forma unilateral o lineal la producción del conocimiento, sino de cómo pueden participar activamente todos los actores sociales para la producción de una ciencia más aplicada a la solución de los problemas en las comunidades, tomando en cuenta las diversidades y respetando los saberes propios de cada comunidad.

Costa Rica está apostando a la apropiación social de la ciencia, tecnología, innovación y telecomunicaciones por medio de la articulación regional, intersectorial e interinstitucional. Para ello es necesario impulsar escenarios de

mayor participación ciudadana encausadas a líneas de acción que permitan:

- Una mayor participación de la sociedad civil
- La aprehensión de la ciencia y la tecnología como una cotidianidad
- La participación de sectores público, privado y civil
- Generación, intercambio y transferencia del conocimiento
- Fomento de vocaciones científico – tecnológicas a nivel nacional

De estas líneas de acción, la Dirección de Capital Humano (DCH) impulsa programas, proyectos y actividades que promuevan una participación ciudadana, abordando especialmente en la población estudiantil en diferentes niveles y procesos que les permitan tener más información del quehacer de las científicas y científicos en las diferentes áreas del conocimiento que componen la Ciencia y la Tecnología.

Por ello, uno de los principales objetivos de la DCH, es el fomento de las vocaciones en

estas áreas para garantizar la producción del conocimiento. Estas actividades, además, incluyen la colaboración de los centros de estudios superiores, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con el sector Científico – Tecnológico y la participación del sector empresarial, cuyo fin es el desarrollo de empresas de base científica y tecnológica.

Así, el Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología (PRONAFECYT) es un programa interinstitucional coordinado por el MICITT cuyo marco jurídico se fundamenta en la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico, N°.7169, y los Decretos Ejecutivos: N°.31900 MEP-MICITT, publicado en la Gaceta el 3 de agosto del 2004, y N°.37910-MEP-MICITT (aprobado en el 2013, pero que no contó con la aprobación de la Comisión PRONAFECYT). Este programa se ha constituido como una iniciativa país que contribuye a generar una actitud innovadora y participativa en niñas, niños y jóvenes, así como en el fortalecimiento y promoción de las vocaciones científico-tecnológicas, logrando así una extensión de la cultura científica.

Las Ferias de Ciencia y Tecnología, constituyen una forma de estimular el interés científico y

el potencial humano; mediante experiencias educativas que promueven la adquisición de actitudes, destrezas, valores, procesos intelectuales y conocimientos, que les permiten a los jóvenes desenvolverse y entender su entorno adecuadamente. De igual manera, permiten vincular a la comunidad educativa y social con la ciencia y la tecnología a partir de los aprendizajes y experiencias estudiantiles acompañados por tutores docentes y padres de familia, convirtiéndose por tanto en una importante plataforma para la apropiación social de la ciencia y la tecnología.

Como producto de todo este proceso, sólo en las ferias regionales, para el 2013, se presentaron 1.355 proyectos, con un total de participación de 2.594 estudiantes, donde el 53,0% fueron de primaria; además, se obtuvo la colaboración de 3.899 personas que desarrollaron actividades de tutores, jueces y apoyo.

Paralelamente, se desarrollan otros programas que incluyen la competición de estudiantes de los niveles educativos secundarios en Ferias de Ingeniería, como la Expoingeniería Nacional, las cuales permiten la participación en el COSTA RICA ISEF CHALLENGE promovido por el MICITT e INTEL, en el cual

las y los ganadores participan en una Feria Internacional, donde se ha tenido importantes resultados para el país.

En esta misma línea de acción tenemos la participación de estudiantes en los Programas de Olimpiadas Nacionales, cuyo fin ha sido apoyar y promocionar la actividad y el desarrollo científico y tecnológico, por medio de la competencia sana dentro de un ámbito académico motivando en la juventud el interés y la pasión por el estudio de la Física, Química, Matemáticas y Biología. Estas olimpiadas se amparan bajo la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico, N°.7169 y el Decreto Ejecutivo N°. 23059 - MICIT, este último vinculado específicamente a Matemáticas. En estos procesos, sólo para el 2013, desde la primera eliminatoria hasta la final nacional participaron aproximadamente 3.500 estudiantes; de estos alrededor de 45 lograron ir a competencias internacionales.

Desde el MICITT se promueve a que cada vez más costarricenses puedan entrar en contacto con experiencias o actividades propias de la ciencia y la tecnología, desde edades tempranas e incluso con personas que están ubicadas propiamente dentro del sector.

Es justamente lo segundo lo que genera la inversión de recursos para programas propios de promoción vocacional, actualización y mejoramiento de profesionales en Ciencia y Tecnología.

El programa de Talento Joven, busca potenciar el interés de estudiantes en sus últimos años de educación secundaria o bien recientemente egresados, a escoger carreras afines al sector científico y tecnológico con el objetivo de que puedan al concluir sumarse al talento humano en CT y poder responder a las cada vez mayores demandas presentes en esta área. Para promover este interés, se ofrecen actividades como campamentos científicos y tecnológicos, intercambio de experiencias y formación entre ellos, invitaciones a charlas, videoconferencias o talleres, y trabajos colaborativos con empresas del sector a efectos de que vayan conociendo el trabajo operativo de las mismas.

Otra iniciativa que busca el mejoramiento de los profesionales que están dentro del sector es la Feria Internacional de Becas de Posgrado, misma que se realiza anualmente y para el 2014 celebró su cuarta edición. Más de 21 organismos internacionales y embajadas, ofrecen estudios en las

universidades más prestigiosas del mundo, con lo que jóvenes del país pueden acceder a formación de primera calidad que redundará en un crecimiento personal y profesional. Son más de 4.500 personas las que año tras año acuden a esta feria en busca de una oportunidad para fortalecer su formación profesional.

Adicional a estos procesos y con el fin de divulgar el desarrollo científico y tecnológico se han creado dos premios los cuales constituyen el mayor galardón que el Estado ofrece a científicos costarricenses por sus aportes individuales o en forma colectiva, en el campo de la ciencia y la tecnología. Se rigen mediante Decreto N°. 28683-C-MICIT, donde se establecen el Premio Nacional de Ciencia, “Clodomiro Picado Twight” y el Premio Nacional de Tecnología “Clodomiro Picado Twight.”

Estos premios son otorgados anualmente al mejor trabajo en el área de investigación científica y al mejor trabajo en el área de investigación tecnológica. Un jurado debidamente juramentado y acreditado en el área de ciencia y otro en el área de tecnología, son quienes tienen a cargo la calificación de los trabajos presentados. Para la divulgación

de este proceso se realiza una convocatoria nacional en medios de comunicación colectiva escritos y digitales.

El premio consiste en una estatuilla conmemorativa, un pergamino de reconocimiento y la suma igual a la equivalente a diez veces el salario base de un profesional III de la Administración Pública, monto que es tomado del presupuesto ordinario del CONICIT por medio del Fondo de Incentivos. El Premio Nacional de Ciencia y el Premio Nacional de Tecnología “Dr. Clodomiro Picado Twight” son patrocinados y otorgados por el MICITT, y se entregan en un acto oficial.

Desde la Dirección de Capital Humano en Ciencia y Tecnología, el reto principal de cara al periodo 2015-2021, es responder a las necesidades profesionales que el país está demandando dentro de sector. Para esto, es necesario seguir impulsando programas formativos a efectos de ir promocionando vocaciones científicas y tecnológicas desde edades tempranas. Así mismo, es necesario buscar un acercamiento estratégico entre la academia, el sector empresarial, sociedad civil y gobierno, para optimizar los recursos y prospectar con elementos precisos y válidos, las necesidades técnicas que el

país debe desarrollar para su crecimiento socioeconómico.

En este contexto, dos grandes programas conforman la estructura del trabajo en Capital Humano:

Promoción de Talentos

Promueve, incentiva y fortalece el talento y las vocaciones científicas y tecnológicas a partir de diferentes programas y proyectos vinculados con el sector educativo y empresarial. Se incluyen las Ferias Científicas, Expo Ingeniería, ISEF Challenge y demás actividades hacia el público tendentes a la apropiación social de la Ciencia y la Tecnología.

Prospección de Capital Humano

Promueve la creación de capacidades y fomentar recurso humano de alta calidad, en respuesta a las necesidades de los empleadores, posicionando la ciencia y la tecnología como eje de desarrollo. A la vez, generando alianzas y trabajo conjunto con instituciones y empresas del sector ciencia, tecnología e innovación, que permita orientar esfuerzos y recursos hacia un objetivo en común.

Cuadro N 24
Capital Humano

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Programa de Atracción de Talentos y Vocaciones en Ciencia y Tecnología	Implementar un programa de actividades dirigido a la niñez y juventud para propiciar el descubrimiento y aprovechamiento de las vocaciones y talentos en CTI.	Cantidad de participantes en las actividades que eligen carreras y/o actividades relacionadas con CTI ²³⁸ .	MEP, PRONAFECYT, INA, Universidades, empresas del sector
Programa de Prospección en Capital Humano para la Competitividad	Desarrollar un conjunto de mecanismos basados en política pública y herramientas digitales que permita explicitar la demanda empresarial de perfiles en CTI y mejorar su integración con la planificación curricular en el sector académico.	Porcentaje de reducción de la brecha entre la oferta académica y la demanda industrial de perfiles asociados a ACT ²³⁹ .	Academia, sector empresarial costarricense, MEP
Fuente: MICITT, 2015			

238. Estimado a partir de datos de las actividades internas (e.g. Ferias Científicas, Expo Ingenierías) y datos de matrícula reportados por CONARE

239. Idem. Para el caso de demanda laboral del sector empresarial se utilizan estimados en el sector de alta tecnología a partir de CINDE y Cámara de Industrias.

4.4.2.

Investigación y Desarrollo Tecnológico

El conocimiento científico y tecnológico es el motor del desarrollo de las naciones en el siglo XXI. Costa Rica ha afirmado mediante la construcción de planes y estrategias orientados hacia un país habilitado en su capacidad de generar innovación a partir de investigación y desarrollo en las áreas convergentes. La Estrategia Siglo XXI, una iniciativa nacional cuyo producto final culminó en un plan de medio siglo para Costa Rica, describe una visión en la cual se construyó una visión articulada entre las áreas convergentes de conocimiento de la actualidad.

En conjunto con la construcción de la visión país de largo plazo, es indispensable garantizar su sostenibilidad en el corto y mediano plazo. El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación debe considerarse como un instrumento de seguimiento y actualización de esta iniciativa a largo plazo, cuyo núcleo conceptual se basa en benchmarking con otros países cuyas condiciones desarrolladas pueden ser comparadas en términos de los recursos a su disposición (e.g. Singapur, Finlandia), en particular el capital humano. Es claro que el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones es el actor gubernamental llamado a dar el seguimiento apropiado y sobre todo, la articulación con los

sectores involucrados para alcanzar las metas establecidas en esta visión hacia el 2050.

La Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico es un órgano cuya función es la operacionalización la Estrategia Siglo XXI y el PNCTI en planes de acción por cada una de las áreas estratégicas de conocimiento de manera continua y sostenida hacia un desarrollo articulado y sostenible del país tomando como base la Investigación y el Desarrollo Tecnológico. En ese sentido, el reto más importante para el MICITT es avanzar hacia el nuevo humanismo en el S. XXI donde el conocimiento y la innovación descansan en las plataformas tecnológicas predominantes: biotecnología, nanotecnología, infotecnologías y cognotecnología.

La experiencia internacional de países como Noruega, Dinamarca, Finlandia, Suiza y Suecia está marcada por la construcción de planes estratégicos de largo plazo, de planes de acción de corto y mediano plazo y del desarrollo de agendas políticas alrededor de estos últimos. De esta forma, el devenir de los hechos políticos contribuye a la actualización de estos instrumentos y a su ejecución de forma consensuada y bajo un modelo que es consistente con el establecimiento de vínculos

con validez en la comunidad académica. En la colaboración científica y tecnológica, de manera similar al comportamiento en entidades certificadoras de distintos ramos, las relaciones de cooperación y colaboración se construyen en base a la confianza, esencial para alcanzar consensos por medio de la discusión objetiva de hechos.

Dentro del enfoque que los países exitosos en alcanzar un balance entre desarrollo científico y tecnológico y desarrollo humano utilizan, es importante destacar varias estrategias que se consideran esenciales para considerar a un país componente en la generación de conocimiento. Una de ellas es efectuar prospección científica en materia de cooperación, tanto en recurso humano como en la creación de infraestructura conjunta. Los grandes proyectos de física de alta energía (LHC) y fusión (ITER) son esfuerzos multianuales, internacionales e interculturales cuyos avances no serían posibles sin la combinación de experiencia y dedicación de científicos y tecnólogos a lo largo del mundo. Con ello, una segunda estrategia es el garantizar que la legislación, la normativa y los sistemas de educación faciliten la movilidad académica y la consideren esencial para ser competitivos.

Ante esta visión, dos grandes iniciativas se perfilan hacia el 2021. Primero, la integración de una Política Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (parte de la Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento) es esencial para habilitar a la comunidad científico-tecnológica nacional de forma integral. La segunda iniciativa, expuesta en proyectos en esta sección, es la integración de proyectos piloto de alto nivel para atacar problemas complejos en la realidad nacional y proveer soluciones que, además de ser nacionalmente válidas, sean ejemplos internacionales del ingenio costarricense.

Cuadro N 25

Investigación y Desarrollo

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Plataforma integrada de información del mercado agroalimentario para productores agrícolas y pesqueros.	Reducir las asimetrías de información entre los actores relevantes del sector agrícola y pesquero para producir cambios en la distribución de la riqueza y mejor rentabilidad mediante herramientas de análisis de variables de producción.	Porcentaje de productores agrícolas que utilizan la plataforma ²⁴⁰ .	MAG/PIMA-CENADA
Programa de desarrollo de Tecnología para Red Eléctrica Inteligente	Implementar un programa de desarrollo de mediano plazo que incluya tecnologías inteligentes de medición, distribución y transporte de energía y almacenamiento de escala grande y media para contribuir a la solución de la creciente demanda energética a la luz del cambio climático.	Cantidad de tecnologías desarrolladas y aplicadas a la Red Eléctrica Nacional ²⁴¹ .	ICE, CONELECTRICAS, Empresas de Servicios Públicos, Universidades, MINAE, Empresas privadas de investigación y desarrollo tecnológico.
Fuente: MICITT, 2015			

240. Las estimaciones suponen coordinación proactiva con PIMA-CENADA para facilitar la adopción de las tecnologías desarrolladas.

241. Estimado basado en el sondeo MICITT e información de las universidades estatales.

4.4.3. Innovación

El MICITT es el ministerio que tiene la responsabilidad de impulsar a Costa Rica hacia convertirse en una sociedad basada en el conocimiento. La generación y aplicación de conocimiento son la base de todas las innovaciones sociales y empresariales de producto, proceso, mercadeo y organización. Por esto el MICITT tiene la responsabilidad de coordinar con otros actores para definir políticas que impulsen la innovación en todas sus formas y velar por su adecuada implementación. Con la creación del Consejo Presidencial de Innovación y Talento Humano, se formaliza un espacio de diálogo ideal para consensuar estas políticas con otros actores del sector público, privado, académico y civil y para impulsar la implementación de programas interinstitucionales que fomentan la innovación. Tanto el MICITT como el Consejo le estarán dedicando especial atención a aquellas innovaciones que puedan contribuir a impulsar el bienestar en la sociedad costarricense.

Para hacer el mejor uso de las fortalezas de cada uno de los actores en el sistema de innovación, el MICITT comparte la responsabilidad de impulsar la implementación de las políticas definidas, tomando un rol protagónico en algunas áreas y un rol de supervisión en otras. La institución administra

una gran parte de los fondos públicos no reembolsables disponibles para impulsar la innovación empresarial. Además, por ser el rector del Sistema de Ciencia y Tecnología, el MICITT tiene mucha cercanía con la comunidad científica y tecnológica, tanto jóvenes que se están formando, como investigadores que cuentan con estudios avanzados y destrezas especializadas. Por estas razones, la institución cuenta con las relaciones, recursos y competencias necesarias para enfocarse en la implementación de políticas orientadas a

la innovación empresarial, particularmente las innovaciones de proceso y producto que puedan ser de alto valor por tener una base científica o tecnológica.

Estrategia de innovación del MICITT

La estrategia de innovación del MICITT consiste en impulsar un programa integral de innovación que se asemeja a la estructura de una casa. Se compone de un cimiento que le

Figura N 11

Economía Basada en Innovación

Fuente: MICITT, 2015



da solidez al edificio, tres pilares que impulsan proyectos de innovación con resultados en el corto, mediano y largo plazo, varias barras transversales que sostienen y potencian a esos pilares, y un techo que representa el objetivo de transformar al país en una economía basada en la innovación.

Cimiento: Una base sólida de institucionalidad, políticas y recursos

En la misma manera en la que el tamaño de un edificio debe ser proporcional a la fortaleza de su cimiento, el impacto potencial de un sistema de innovación depende del diseño de su institucionalidad, la efectividad de sus políticas y la utilización de los recursos que tiene a su alcance. La estrategia de innovación busca impulsar las siguientes acciones en conjunto con los actores relevantes de los sectores público, privado, académico y civil:

- Fortalecer la institucionalidad del sector público para la innovación, con el fin de robustecer las capacidades de implementación y articular esfuerzos desde el nivel presidencial hasta el nivel de ejecutores de programas.
- Desarrollar la primera política de innovación que abarque la innovación empresarial y social de producto, proceso, mercadeo y organización.
- Maximizar la utilización de los fondos administrados por el MICITT y otras instituciones dedicadas al impulso de la innovación.

Pilares: Iniciativas para impulsar las capacidades en los agentes de innovación

Los pilares de la casa de innovación del MICITT son aquellas iniciativas en las que la institución está posicionada para fortalecer las capacidades de los agentes que tienen el potencial de innovar. La estrategia de innovación busca trabajar con tres grupos principales:

- Jóvenes: una estrategia con resultados a largo plazo: Desarrollar las capacidades de jóvenes que han demostrado tener talento en áreas de ciencia, tecnología e innovación para que puedan ser actores protagonistas en la economía basada en la innovación.

- **PYMEs:** una estrategia con resultados a mediano plazo: Impulsar a las PYMEs hacia la innovación, a través de procesos de sensibilización, construcción de capacidades de gestión de innovación y el impulso de proyectos de innovación que puedan llevar hacia innovaciones cada vez más sofisticadas.
- **Investigadores y empresas de base tecnológica:** una estrategia con resultados a corto plazo: Impulsar proyectos de innovación tecnológica a través de procesos de capacitación y acompañamiento.

Barras de soporte: Esfuerzos transversales para apoyar a los agentes de innovación

Para asegurar que los actores del ecosistema que tienen la capacidad de innovar tengan éxito en sus proyectos, será necesario trabajar en algunos temas transversales: la cultura de innovación, difusión de casos de éxito, propiedad intelectual, y financiamiento del mercado privado entre otros.

Cuadro N 26
Innovación

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Innovación de Base Tecnológica	Involucrar a científicos y tecnológicos en proyectos de innovación de base tecnológica.	Cantidad de Científicos, tecnólogos y emprendedores desarrollando proyectos de innovación de base tecnológica.	Dirección I+D, UE -PINN, STICT, SBD, P3-Ventures, CONARE.
Innovación PYME	Impulsar proyectos de innovación en PYMEs.	Cantidad de PYMEs implementando proyectos de innovación	UE-PINN, MEIC, PROCOMER
Innovación Joven	Dotar a los jóvenes de las destrezas necesarias para impulsar proyectos de innovación.	Cantidad de estudiantes que participaron en ferias científicas, tecnológicas y expo ingeniería, desarrollando proyectos de innovación	Dirección de Capital Humano, Universidad Véritas, Ideas en Acción
Fuente: MICITT, 2015			

4.4.4.

Dirección de Certificadores de Firma Digital

Según lo establecido en el Artículo 23 de la Ley N°.8454, “*La Dirección de Certificadores de Firma Digital (DCFD), perteneciente al Ministerio de Ciencia y Tecnología, será el órgano administrador y supervisor del Sistema Nacional de Certificación Digital*”. Adicionalmente, según Artículo 23 del Reglamento a la Ley N°.8454:“(…) *Tendrá el carácter de órgano de desconcentración máxima y las resoluciones dictadas en los asuntos de su competencia agotarán la vía administrativa. La DCFD tendrá, de pleno derecho, el carácter de certificador raíz. (…)*”.

Objetivo

Ser el órgano administrador y supervisor del Sistema Nacional de Certificación Digital. Definir políticas y requerimientos para el uso de certificados digitales que deberán ser especificados en Políticas de Certificados o acuerdos complementarios, directrices o lineamientos. Ser el emisor y gestor de las políticas para el Sistema Nacional de Certificación Digital. Ser el principal impulsor y difusor nacional en materia de Firma Digital.

Funciones

Según la Ley N°. 8454, Ley de Certificados, Firmas Digitales y Documentos Electrónicos,

y su Reglamento, y según las necesidades que el mismo Sistema Nacional de Certificación Digital requiere para su pleno desarrollo, las funciones de la DCFD son las siguientes:

- a.** Definir el proceso de registro para atender las solicitudes de inscripción de los certificadores.
- b.** Llevar un registro de los certificadores y certificados digitales.
- c.** Suspender o revocar la inscripción de los certificadores y de los certificados, así como ejercer el régimen disciplinario en los casos y en la forma prevista en la Ley y su Reglamento.
- d.** Expedir claves y certificados a favor de los certificadores registrados, y mantener el correspondiente repositorio de acceso público, con las características técnicas que indique el reglamento.
- e.** Fiscalizar el funcionamiento de los certificadores registrados, para asegurar su confiabilidad, eficiencia y el cabal cumplimiento de la normativa aplicable, imponiendo, en caso necesario, las sanciones previstas en la Ley.
- f.** Mantener una página electrónica en la red internet, a fin de divulgar, permanentemente, información relativa a las actividades de la Dirección de Certificadores de Firma Digital y el registro correspondiente de certificadores.
- g.** Señalar las medidas que estime necesarias para proteger los derechos, los intereses y la confiabilidad de los usuarios, así como la continuidad y eficiencia del servicio, y velar por la ejecución de tales disposiciones.
- h.** Dictar el reglamento respectivo para el registro de certificadores.
- i.** Definir políticas y requerimientos para el uso de certificados digitales que deberán ser especificados en una Política de Certificados o de acuerdos complementarios, en especial la DGFD será el emisor y el gestor de las políticas para el Sistema Nacional de Certificación Digital.
- j.** Imponer sanciones; multas, suspender o revocar la inscripción de los certificadores.
- k.** Establecer montos de garantías para la operación de certificadores privados.

- l.** Establecer cualquier requisito que considere pertinente para la emisión y uso de los certificados digitales que vayan a ser utilizados en procesos de firma digital y de autenticación de la identidad.
- m.** Establecer enlaces de cooperación con organismos o programas internacionales relacionados con la materia de firma digital.
- n.** Planificar la estrategia y formular proyectos que impulsen la masificación, aseguramiento y mejora de la calidad del Sistema Nacional de Certificación Digital.
- o.** Definir instrumentos normativos para regular y fomentar el uso de los certificados digitales emitidos por los certificadores registrados.
- p.** Crear, según las normas y otros estándares vigentes, manuales de operación, instructivos e instrumentos técnicos de implementación y uso de la firma digital, para uso de los responsables técnicos y usuarios finales de los servicios de gobierno electrónico de las instituciones costarricenses.
- q.** Administrar, redactar, consultar, emitir, revisar y divulgar las políticas públicas y demás instrumentos normativos del Sistema Nacional de Certificación Digital.
- r.** Asesorar y capacitar a instituciones, desarrolladores y usuarios en el uso de la firma digital implementada en sistemas de información y aplicaciones.
- s.** Acompañar y analizar las necesidades de las instituciones y usuarios, que permitan definir proyectos de definición de procesos automatizados que aprovechen la firma digital; disminuyendo el uso del papel, incrementando la eficiencia y eficacia operativa y mejorando la prestación de servicios al ciudadano.
- t.** Coordinar estudios e investigaciones para el diseño, desarrollo, implantación y mantenimiento de sistemas de información y de aplicaciones que utilizan mecanismos de firma digital como método de autenticación y firma de documentos.
- u.** Operar y gestionar la Autoridad Certificadora Raíz ubicada en el Banco Central de Costa Rica y en su sitio alterno.

- v. Coordinar y/o participar de eventos, charlas y mesas redondas para la divulgación del tema de firma digital en todo el territorio nacional.
- w. Desarrollar y efectuar las labores administrativas de una Dirección del MICITT.
- x. Representar al MICITT en diferentes comisiones y juntas relacionadas con el papel de la firma digital en la prestación de nuevos y mejores servicios apoyados en las tecnologías digitales.

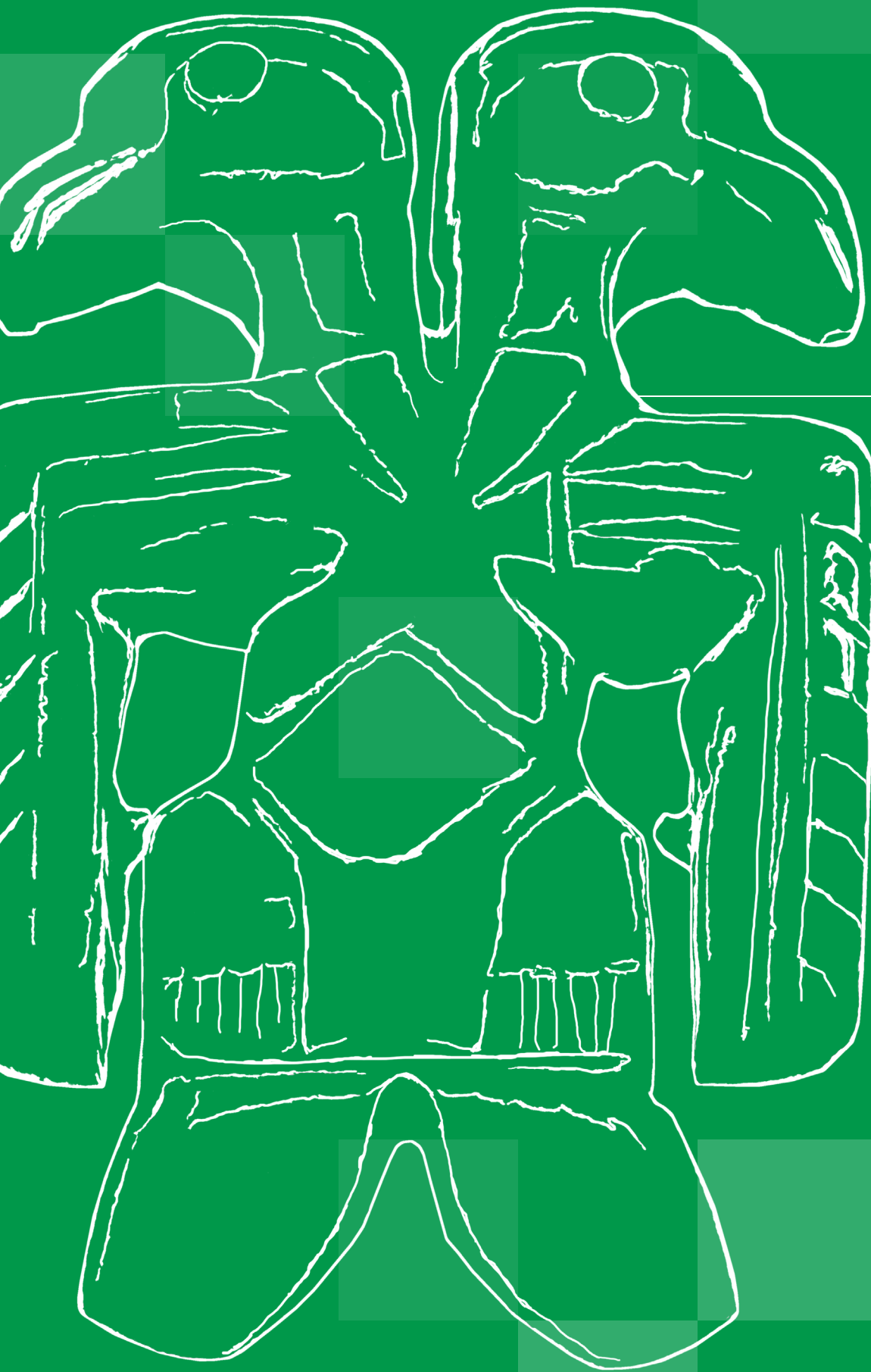
Cuadro N 27

Certificadores Firma Digital

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Plataforma FVA para masificación del uso e implementación de la Firma Digital en Costa Rica	Crear capacidades para fomentar la adopción de la solución de FVA, modelo de firma digital en el Sector Público Costarricense	Cantidad de servicios públicos dirigidos a los habitantes con mecanismos de Firma Digital implementados al 2021 ²⁴² .	BCCR, Sector Público Costarricense, Sistema Nacional de Certificación Digital
Sistema de capacitación digital sobre el uso de documentos electrónicos, firma digital y autenticación de personas físicas	Alfabetizar a los habitantes en el uso y aprovechamiento de los documentos electrónicos y la Firma Digital.	Porcentaje de funcionarios del Sector Público Costarricense capacitados mediante el sistema ²⁴³ .	BCCR, INA, DGSC, CGR
Fuente: MICITT, 2015			

242. El estimado para el establecimiento de las metas se basa en la cantidad de servicios reportados por Gobierno Digital, en estudios recientes de Viceministerio de Telecomunicaciones y en sondeos internos a las instituciones del sector.

243. Este proyecto ocurre en el marco de lo establecido en la Ley N°. 8454, Ley de Certificados, Firmas Digitales y Documentos Electrónicos y la Directriz Directriz 067-MICITT-H-MEIC de Masificación de la implementación y el uso de la firma digital en el sector público costarricense. Los estimados para las metas corresponden a proyecciones basadas en el comportamiento de la tendencia de crecimiento de certificados digitales, los posibles servicios en el sector público y datos del BCCR.



Proyectos Habilitadores

- ▶ 4.5.1. Cooperación Internacional
- ▶ 4.5.2. Financiamiento para Investigación, Desarrollo, Capital Humano e Innovación
- ▶ 4.5.3. Infraestructura en CTI
- ▶ 4.5.4. Apropiación social de la CTI
- ▶ 4.5.5. Plataformas del Estado
- ▶ 4.5.6. Popularización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

Colgante avimorfo bicéfalo. Región Central-Caribe. 500 a.C. - 900 d.C.



4.5.1.

Cooperación Internacional

La dinámica global implica necesariamente que los diversos actores que conforman los países y su gobernanza se interrelacionen en búsqueda de metas específicas que conduzcan al desarrollo; más aún en temáticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), en el que la interacción entre el Gobierno, la Empresa y la Sociedad Civil nacionales y de carácter regional o global, son pilares fundamentales de la competitividad y el bienestar de los países.

Para Costa Rica caracterizado como país de renta media, la ayuda oficial al desarrollo ha disminuido y ronda en porcentajes promedio 0,22²⁴⁴ entre el 2003-2010. Lo que presenta grandes retos para obtener y gestionar recursos tanto financieros como técnicos de la Cooperación Internacional; retos que, implican necesariamente el aumento en la calidad, eficiencia y eficacia de los proyectos elaborados y ejecutados, que permita responder a los estándares globales de alta competencia y brinden un valor agregado al país así como a la región; y que además se caractericen por tener

244. Determinado en la relación entre la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), agregada en el periodo (dólares corrientes) y el índice nacional de ingreso bruto (INB) agregado en el periodo (dólares corrientes) (CEPAL, 2012).

una contraparte nacional que brinde cooperación recíproca en temáticas prioritarias y de vanguardia en el sector.

En este sentido, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), ha tenido presente siempre la importancia de estrechar un canal de comunicación fluido y eficaz con los organismos internacionales, países amigos, bancos multilaterales y de desarrollo, así como con empresas de cobertura global que contribuyan a la implementación de programas y proyectos habilitadores de beneficio al país, que permitan crear las condiciones para cumplir con una política científica y tecnológica de avanzada con miras hacia el 2021.

Por lo que, como institución rectora el MICITT pretende ser un generador de instrumentos y proyectos de cooperación, que le permitan hacer transmitir la información a todas las instituciones del sistema, pero además ser el enlace e interlocutor en organismos regionales, que permitan impulsar las prioridades del país y promover la ejecución de proyectos concretos en los retos identificados (energía, alimentos, educación, agua-ambiente, salud), buscando un posicionamiento regional y global.

De esta manera, en el ámbito regional, MICITT apuesta a ser parte activa en la Comunidad de Estados Latinoamericanos y del Caribe (CELAC), impulsando el Diálogo Político Regional, dándole seguimiento a la Declaración de San José sobre Talento Humano en Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños²⁴⁵ y promoviendo en la Cumbre de Presidentes 2015, actividades regionales en CTI de generación de capacidades conjuntas, investigación, intercambio de expertos, investigadores, utilización compartida de laboratorios de alto nivel en la región, programas de posgrados conjuntos, pasantías y transferencia tecnológica.

En el ámbito birregional de la CELAC y la Unión Europea (CELAC - UE), MICITT como parte de los altos funcionarios en Ciencia, Tecnología e Innovación contribuye a la definición de prioridades y al establecimiento de una agenda bi-regional de discusión política, para la orientación de acciones concretas definidas en los proyectos de: Red de investigación e innovación en Latinoamérica, el Caribe y la Unión Europea (ALCUE NET) y EULAC

245. MICITT (2014).

Health, en las temáticas de: Bioeconomía, energía, tecnologías de información y comunicación, Biodiversidad -cambio climático y salud. Proyectos que permiten que expertos nacionales participen en talleres con especialistas internacionales, stakeholder y otros actores de relevancia en la investigación y el desarrollo de ambas regiones, sumando además esfuerzos de creación de plataformas regionales de información de investigadores, y proyectos como CONECTA 2020.

Dando como resultado elementos de vinculación determinantes para el planteamiento de proyectos e investigaciones conjuntos, para optar por fondos concursables que brinda la Unión Europea mediante el programa de cooperación para la investigación y la innovación denominado: Horizonte 2020, así como otros programas bi-regionales tal como el programa iberoamericano de Ciencia y Tecnología (CYTED).

Asimismo, en la búsqueda de un acercamiento al desarrollo y la incorporación de Costa Rica a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) brinda al Sistema de Innovación y al sector de Ciencia y Tecnología el acceso a un conjunto de instrumentos para la promoción del crecimiento

económico, el mejoramiento de la seguridad jurídica, el fomento de la competitividad, la modernización del Estado y el crecimiento del país, contribuyendo al desarrollo de políticas públicas con altos estándares de competitividad y elaborando estudios que permitirán identificar los vacíos, retos y fortalezas del Sistema Nacional de CTI.

Por otro lado, el acercamiento al Comité de Ciencia y Tecnología (CSTD) de la Organización de Naciones Unidas (ONU), hace al MICITT como ente rector del sector un actor visible en la realidad internacional en el tema de ciencia, tecnología e innovación, permitiendo posicionar los temas prioritarios del país, buscando la articulación y el liderazgo institucional en la temática.

Adicionalmente, la firma del convenio de cooperación por parte de Costa Rica con la Organización Europea para la Investigación nuclear (CERN), y su posterior ratificación abre al país un sin número de oportunidades de cooperación de intercambios, pasantías, posgrados y proyectos conjuntos, así como la posibilidad de ser la Sede en el 2017 de Latin American School of High Energy Physic, como referente regional de educación de alto nivel de calidad global.

Se debe destacar además que las relaciones bilaterales han permitido el acercamiento del sector a países amigos que ofrecen su conocimiento y *expertise* para buscar el mejoramiento de las condiciones nacionales, tal es el caso de Corea con quién se ha desarrollado en el marco del Knowledge Sharing Program, un proyecto con diversos componentes orientado al mejoramiento de las capacidades e instrumentos de Innovación en el país, así como el fortalecimiento de la innovación en las pequeñas y medianas empresas costarricenses. Un proyecto fundamentado en las buenas relaciones entre el sector privado, y el sector público en donde participan entidades como el MICITT, el Consejo de Promoción de la Competitividad (CPC), el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), el CONICIT entre otros.

Mientras que a nivel regional, de manera bilateral, el acercamiento al Ecuador, República Dominicana, México, Argentina, el Salvador, simbolizan el esfuerzo por fortalecer la temática y la cooperación conjunta a nivel regional, cabe destacar que para ello el MICITT presenta una oferta de cooperación técnica que intenta colaborar con el desarrollo de temáticas de avanzada, en que este Ministerio ha tomado ventaja a

través de los años tales como: Firma digital, ferias científicas, indicadores de innovación, ejercicios de prospectiva, planes nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación entre otros.

De este modo, la cooperación Internacional que busca el MICITT pretende ser una herramienta de apoyo a toda la comunidad científica, con miras a fortalecer los procesos, las redes, la obtención de recursos y el posicionamiento regional y global de Costa Rica en los temas de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Cuadro N 28
Cooperación Internacional

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Implementación de una agenda técnica con organizaciones de cooperación en CTI de alto nivel hacia Ciencia Excelente.	Establecer una agenda de cooperación en CTI que incremente la generación de redes de la comunidad científica nacional con sus contrapartes internacionales altamente reconocidas.	Cantidad anual de programas nuevos de cooperación técnica articulados con entidades internacionales ²⁴⁶ .	Organizaciones productoras de CTI de alto nivel con programas de cooperación internacional
Programa de desarrollo de proyectos en CTI mediante cooperación bi-regional América Latina-Unión Europea	Maximizar la cantidad de proyectos con financiamiento multilateral para mejorar el nivel de desarrollo en CTI de Costa Rica.	Cantidad de proyectos aprobados con socios costarricenses ²⁴⁷ .	ERANET, EULAC Health
Implementación de agendas estratégicas para posicionamiento internacional de Costa Rica	Integrar temas de prioridad nacional en agendas estratégicas para maximizar la cantidad de colaboraciones internacionales, la movilidad académica, la atracción de expertos y el impacto político del país en foros internacionales de CTI.	Cantidad de iniciativas nacionales incluidas en las agendas estratégicas para posicionamiento internacional de Costa Rica ²⁴⁸ .	CELAC, UE, OCDE, CYTED
Fuente: MICITT, 2015			

246. El indicador se refiere como mínimo a un programa anual multi-instrumentos.

247. La meta para el periodo 2015-2021 se establece considerando todos los instrumentos internacionales y redes actuales en las que MICITT es un asociado.

248. El indicador se estima a partir de la suposición de un 25% de eficacia de los puntos nacionales de contacto (NCPs: National Contact Points) para posicionar temas estratégicos país en agendas internacionales de cooperación estratégica en CTI con 8 NCPs inicialmente.

4.5.2.

Financiamiento para Investigación, Desarrollo, Capital Humano e Innovación

Con el fin de armonizar los instrumentos financieros existentes (Fondo de Incentivos, Fondo PROPYME, PINN) hacia el cumplimiento de los objetivos de los grandes ejes de acción del MICITT para el 2021, se efectuará una reestructuración tendiente a optimizar el uso de los recursos con respecto al impacto. Es importante destacar que las contribuciones de los beneficiarios de los fondos deben trascender fronteras, y sobre todo, tender a maximizar el impacto hacia poblaciones mayores. Los instrumentos financieros vendrán acompañados por mecanismos de seguimiento, monitoreo y estudio longitudinal de impacto.

Fondo de Incentivos

El Fondo de Incentivos se enfocará en proveer mecanismos para apoyar líneas estratégicas relacionadas a investigación científica y ejecución de proyectos de alto impacto para resolver retos nacionales a través de la CTI. En ese sentido, un programa especial con el CeNAT para pasantías bi-anales de doctorados a tiempo completo permitirá mejorar la reinserción de investigadores costarricenses y orientarlos hacia la producción científica de alto nivel. Adicionalmente, se ha redefinido el instrumento de asistencia

a eventos científicos externos para dirigirse a eventos de alto nivel internacional donde el beneficiario a su regreso implemente un taller para una audiencia objetivo. Los proyectos de investigación científica de frontera buscan proveer financiamiento que pueda ser utilizado idealmente como contrapartida con entidades internacionales para desarrollar proyectos de alto impacto y

alto riesgo de investigación cuyos resultados puedan ser publicados en las mejores revistas y conferencias del área respectiva, enfocándose en investigación básica y en ciencias y tecnologías convergentes. Estos proyectos serán evaluados por costarricenses que forman parte de la diáspora internacional con el fin de mantener relevancia, actualidad y principio de objetividad en las evaluaciones.

Cuadro N 29
Fondo Incentivos

Línea de financiamiento	Porcentaje de Asignación del Fondo	Objetivo
Proyectos en retos temáticos estratégicos de la Ruta 2021	30,0%	Contribuir a la resolución de problemas nacionales prioritarios en las líneas definidas del PNCTI 2015-2021 mediante el desarrollo de conocimiento y tecnología de alto impacto ²⁴⁹ .
Becas de posgrado de Excelencia en áreas de Investigación Científica en CTI	20,0%	Incrementar la proporción del capital humano en Ciencia y Tecnología de Costa Rica en áreas de investigación básica, en centros de excelencia mundial, para crear una base científica que permita atacar problemas de relevancia internacional y nacional ²⁵⁰ .

249. Se financiará al menos tres proyectos anuales con un promedio de \$200,000 USD por proyecto en tres de las áreas estratégicas. La definición de áreas será conjunta con los ministerios rectores respectivos para cada año y convocatoria. Los proyectos deberán contar con contrapartes internacionales y/o industriales.

250. Se considerará a las 20 mejores instituciones dentro de la intersección de tres conjuntos de datos: Times Higher Education, QS Top Universities y Shanghai Ranking.

Línea de financiamiento	Porcentaje de Asignación del Fondo	Objetivo
Pasantías de Alto Nivel en Ciencias Básicas y Tecnologías Convergentes para Reinserción	30,0%	Integrar cohortes bianuales con investigadores de nivel doctoral para efectuar investigación científica y desarrollo de tecnología de alto nivel en el Centro Nacional de Alta Tecnología como punto nacional de encuentro en Ciencia Excelente, con énfasis en proyectos de ciencia básica y tecnologías convergentes utilizando infraestructura existente ²⁵¹ .
Proyectos de Investigación Científica de Frontera	15,0%	Crear un espacio de financiamiento para proyectos con potencial de alto impacto y alto riesgo de ejecución en investigación científica ²⁵² .
Asistencia a eventos científicos	5,0%	Actualizar periódicamente a la comunidad de ciencia y tecnología nacional mediante el envío de personas a eventos de primera línea internacionales para el desarrollo de talleres y otras actividades en el país hacia una competitividad científica internacional ²⁵³ .
Fuente: MICITT, 2015		

251. Cada una de las cohortes estará compuesta de 12 personas con financiamiento durante dos años, con incrementos de cuatro personas cada dos años. Además, se iniciará con un 100% de financiamiento y se reducirá hasta un 75% en la última cohorte para incentivar búsqueda de fondos internacionales como mecanismo de sostenibilidad.

252. Se estima para los primeros tres años el financiar tres proyectos de \$100,000 USD cuyo requisito sea contar con socios internacionales que aporten contrapartida. Cada tres años siguientes se agrega un proyecto adicional.

253. Cada beneficiario deberá identificar con anticipación a la asistencia a su evento 15 personas para organizar una capacitación de al menos 4 horas en el MICITT posterior a su visita. Se estima un total inicial de 20 beneficiarios con cinco beneficiarios adicionales cada dos años.

Se considerarán como financiables para estos programas las siguientes áreas y sus especializaciones respectivas: Matemática, Física, Química, Biología, Astronomía, Ciencias de

la Tierra y del Espacio, Ciencias Agrarias, Ciencias de la Salud, Ciencias Ambientales, Ciencias de la Información, Ciencias de la Computación, Biociencias y Biotecnología,

Nanociencia y Nanotecnología, Ciencias Cognoscitivas. En el caso de los proyectos, los beneficiarios deberán contar con cartas de compromiso de socios internacionales.

Fondo PROPYME

La existencia del PINN permite cambiar el enfoque de aplicación del financiamiento

del Fondo PROPYME de innovación hacia dos direcciones importantes. La primera dirección es habilitar grandes proyectos de investigación y desarrollo de alta tecnología en PYMEs en donde el propósito es el escalamiento futuro de iniciativas e idealmente, el salto a la exportación. La segunda dirección contempla, mediante el uso de prototipaje para emprendedores, disminuir

Cuadro N 30
Fondo PROPYME

Línea de financiamiento	Porcentaje de Asignación del Fondo	Objetivo
Proyectos de Investigación de Alta Tecnología en PYMES hacia escalamiento comercial	90,0%	Propiciar saltos tecnológicos en las PYMEs mediante el desarrollo de proyectos específicos de alto nivel que permitan incrementar el valor de sus productos, procesos o servicios mediante la investigación y diseño de tecnología con aplicación de metodologías de gestión de la innovación cuyo fin sea aumentar la rentabilidad y propiciar la transformación de mercados nacionales y encadenamientos a cadenas globales de valor ²⁵⁴ .
Microfinanciamiento de iniciativas de innovación mediante fabricación personal (Makers Movement)	10,0%	Reducir la tasa de fracaso de los emprendedores e innovadores durante el proceso de traducir ideas en productos mediante microfinanciamiento que les permitan crear prototipos en ciclos ágiles de desarrollo ²⁵⁵ .
Fuente: MICITT, 2015		

254. Los proyectos que se representan en esta categoría difieren de proyectos de innovación de PYMEs tradicionalmente financiados por MICITT en el grado de madurez (un prototipo basado en investigación y desarrollo existe como prueba de invención) y el nivel de financiamiento necesario para escalar a mercado (\$100.000 USD a \$250.000 USD). La población fue identificada mediante el sondeo descrito en la sección 4.1 de este Plan.

255. Para efectos de medición se considerará un promedio de 5 prototipos anuales que puedan ser escalados a emprendimientos por cada laboratorio agregado. En ese sentido, se espera contar con dos laboratorios constituidos anualmente con financiamiento de PROPYME.

el riesgo en el proceso de convertir una idea a producto en un esquema de microfinanciamiento.

Programa para la Innovación y Capital Humano para la Competitividad (PINN)

El objetivo general del programa es contribuir al crecimiento de la productividad mediante el apoyo a las actividades de innovación del sector productivo y la formación de capital humano avanzado en áreas estratégicas, definidas en este Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI).

El primer componente “Inversión para la Innovación Empresarial”, está orientado a estimular la innovación en pequeñas y medianas empresas, para lo cual considera la mejora de las prácticas productivas, equipamiento para la calidad, gastos para la certificación, apoyo de personal de investigación, gestión de proyectos, entre otros. Este componente prevé atender al menos a 205 beneficiarios, de los cuales al menos 185 son Pymes y al menos 20 son individuos entrantes a planes de emprendedurismo de iniciativas de base tecnológica.

El segundo componente “Capital Humano Avanzado para la Competitividad”, se orienta a aumentar la oferta de capital humano requerido para la innovación del sector productivo, por medio del financiamiento de becas de postgrado -dentro y fuera del país-, la atracción de talentos y la actualización de destrezas profesionales. Este segundo componente, prevé atender al menos a 501 individuos, incluidos al menos 161 beneficiarios de becas de posgrado, 40 talentos atraídos y al menos 300 individuos beneficiados con programas cortos de mejora de las competencias profesionales.

Fundamento legal

El programa dispone de un financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo por un monto de \$35 millones y su ejecución se realiza al amparo de la Ley N°.9218, misma que aprobó el Contrato de Préstamo N°.2852/OC-CR que fuera suscrito entre la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Resulta de especial mención que, por medio de la Ley N°.9218, se establece el mandato adicional de que el Programa contribuya al desarrollo de las zonas con

menor índice de desarrollo social. En línea con lo anterior, se pretende que un 40% de los beneficiarios de todo el programa (tomando en cuenta a empresas, consorcios de empresas o beneficiarios individuales) estén establecidos físicamente en dichas zonas. A estos efectos, se utilizará para su seguimiento y consideración el “Índice de Desarrollo Social” de MIDEPLAN y las sucesivas actualizaciones que pudieran publicarse durante la ejecución del programa.

Procedimiento para aplicar a los beneficios del Programa

El instrumento normativo que aplica para acceder a los beneficios del Programa es la convocatoria pública, mediante la cual se reciben las postulaciones, se evalúan a cargo de un ente externo competente por Ley (PROCOMER para los componentes de innovación o CONICIT para capital humano respectivamente) y se valoran las recomendaciones a lo interno de la Comisión de Incentivos, de carácter interinstitucional. El plan de ejecución del Programa contempla la realización de al menos 27 llamados a convocatoria, para los próximos tres años.

Para efectos de financiamiento, existen dos disposiciones para ser sujeto a postular solicitudes de financiamiento:

1. En el caso de habitantes que desean acceder a los sub-componentes relacionados a

Capital Humano orientado a profesionales²⁵⁶ (Becas de Posgrado, Atracción de Talentos, Recalificación Profesional), las solicitudes deben mostrar una relación explícita con los retos temáticos descritos en este Plan (Educación, Agua y Ambiente, Energía, Salud, Alimentos y Agricultura) o a las áreas que se consideran como Oportunidades Globales (Dispositivos Biomédicos, Ingeniería Aeroespacial, Servicios Digitales)²⁵⁷. Adicionalmente, para efectos de la solicitud en lo referente al programa académico, debe mostrar claramente que este pertenece a la intersección en el Gráfico 12 donde el producto de la investigación tendrá un componente mayoritario (estrictamente mayor al 50,0% de los cursos y actividades del programa) en ciencias básicas, aplicadas, ingeniería o innovación definido de acuerdo al Manual de Oslo.

2. Para efectos del componente de innovación, el financiamiento de las iniciativas

se concentrará en tres tipos de proyectos de innovación (no relacionados a la sostenibilidad de PYMEs²⁵⁸) asociados los retos temáticos o a las Oportunidades Globales anteriormente descritos para el caso de habitantes (Gráfico 13):

- a. Adopción de buenas prácticas: iniciativas de formación y estandarización (e.g. control de calidad) tendientes a insertar a las organizaciones productivas a cadenas globales de valor para aumentar su competitividad
- b. Innovación: iniciativas generales que involucren innovación de producto, proceso, servicio, organización o estrategia de mercado
- c. Innovación de base científico-tecnológica: iniciativas de alta tecnología y de alto desempeño con potencial de escalamiento.

256. Para efectos prácticos, la definición de profesional se apega a lo establecido en la Ley General de Educación (Ley N°. 2298) y en la Ley de Creación del Instituto Nacional de Aprendizaje (Ley N°. 3506 y su reforma) con el siguiente perfil: personas con educación media con una formación técnica profesional relacionada a la CTI de acuerdo con los criterios anteriormente indicados.

257. Estas áreas se han definido en base a la información de CINDE y cámaras nacionales de industrias.

258. El diagrama referenciado en esta sección muestra el encadenamiento con MEIC, así como su apropiada separación de responsabilidades con MICITT.

Cuadro N 31²⁵⁹ PINN

Línea de financiamiento	% de Asignación del Fondo	Objetivo
1.1 Desarrollo de capacidades empresariales para la competitividad	11,4%	Promover mejores prácticas productivas basadas en la innovación de procesos o productos.
1.2 Proyectos de innovación y de transferencia de tecnología	15,4%	Promover la internacionalización de productos, el prototipado, la propiedad intelectual con el fin de mejorar los rendimientos empresariales y la inversión privada en I+D.
1.3 Nuevas empresas de base tecnológica	2,9%	Fortalecer las capacidades de los emprendedores acompañándolas en fases tempranas y/o aceleración con el objeto de reforzar las capacidades hacia la implementación de las empresas.
2.1 Programa de formación de recursos humanos avanzados	56,0%	Aumentar la capacidad instalada del talento humano de alto nivel relacionado con la CTI.
2.2 Programa de atracción de talentos	3,4%	Promover la resolución colaborativa de problemas estructurales relacionados con el sector productivo en materia de innovación por la vía de disponer de acompañamientos a cargo de profesionales altamente destacados en el nivel internacional.
2.3 Programa de calificación profesional	7,7%	Promover la empleabilidad de profesionales con grados universitarios en ciencias básicas mediante el acceso a programas cortos de acreditación en materias relacionadas con la transferencia y/o desarrollo tecnológico.
Fuente: MICITT, 2015		

259. El PINN cuenta con financiamiento hasta el 2019. Si el programa es exitoso, el Estado deberá procurar los recursos necesarios para continuar y mejorar las líneas de financiamiento planteadas.

Figura N 12
 Disciplinas para
 financiamiento de becas
 y recalificación del PINN

Fuente: MICITT, 2015

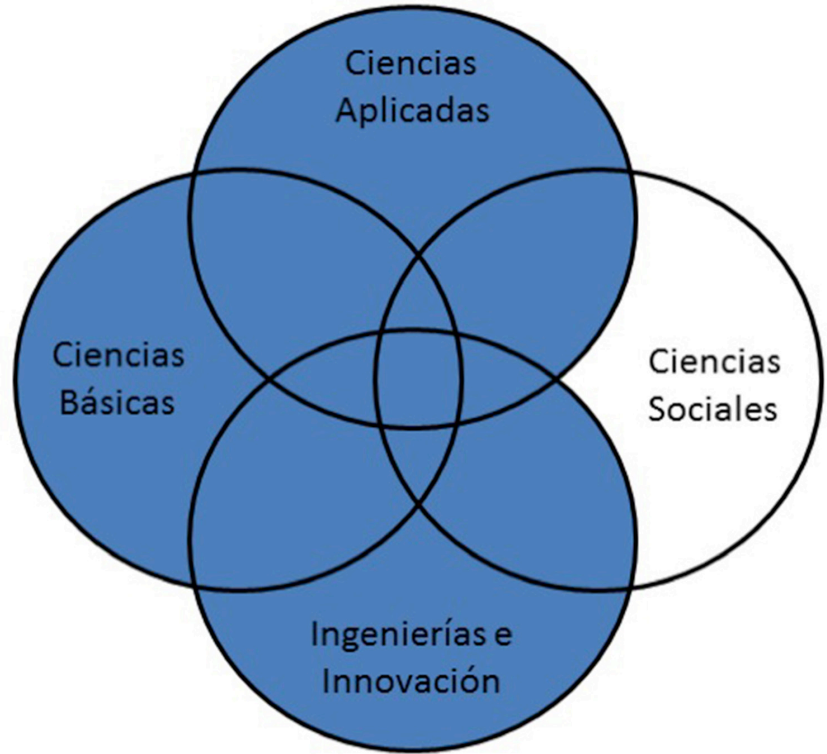
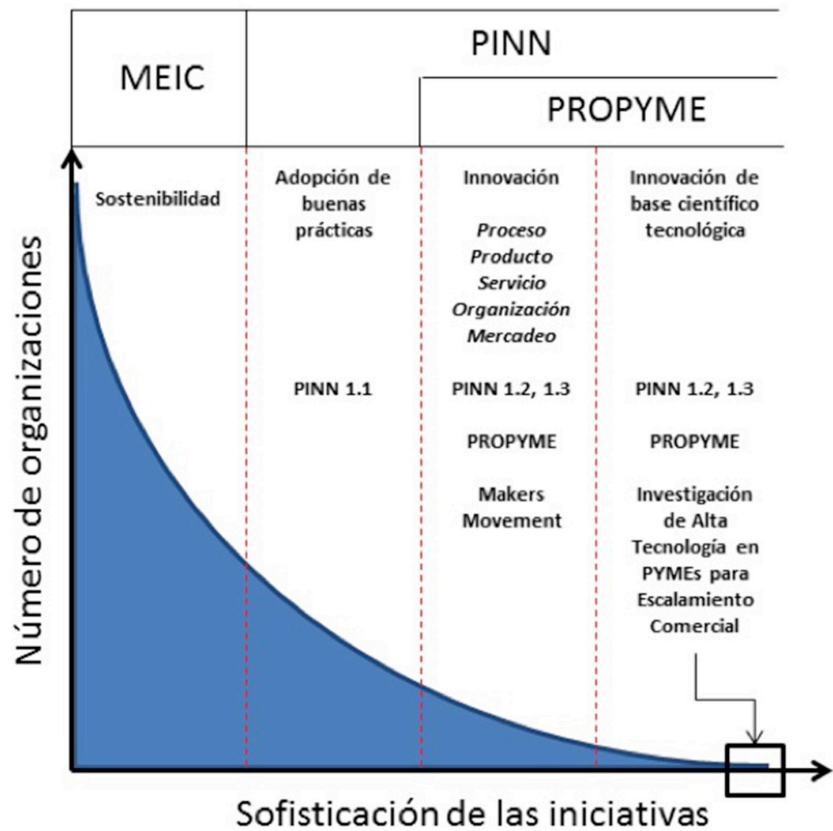


Figura N 13
 Iniciativas de innovación
 financiadas por el PINN y
 su relación con PROPYME

Fuente: MICITT, 2015



4.5.3. Género

A continuación se presentan algunas ideas de posibles iniciativas y proyectos para mejorar la participación de mujeres en ingeniería, basada en la experiencia existente respecto a la participación de mujeres en la ingeniería, y considerando la información estadística facilitada por la oficina de registro del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA). También es importante reconocer que si bien esta problemática la tenemos en nuestro país, en realidad se repite en todas partes del mundo, incluso en países europeos y norteamericanos.

En la figura que se presenta a continuación, se puede observar la tendencia de incorporaciones de hombres y mujeres al CFIA, que si bien ha ido en aumento la cantidad de personas que estudian carreras de ingeniería y arquitectura, existe una diferencia considerable en la cantidad de mujeres profesionales en estas carreras. Actualmente, en términos generales en el CFIA la cantidad de mujeres agremiadas representa alrededor del 20 % del total de miembros.

Además, según las especialidades dentro de ingenierías se presenta una tendencia de las áreas de la ingeniería dónde hay más participación de mujeres, tal como se observa en la Gráfico 9.

Gráfico N 8

Comportamiento de las incorporaciones al CFIA desde el año 1980 hasta diciembre de 2013

Fuente: Oficina de registro CFIA.

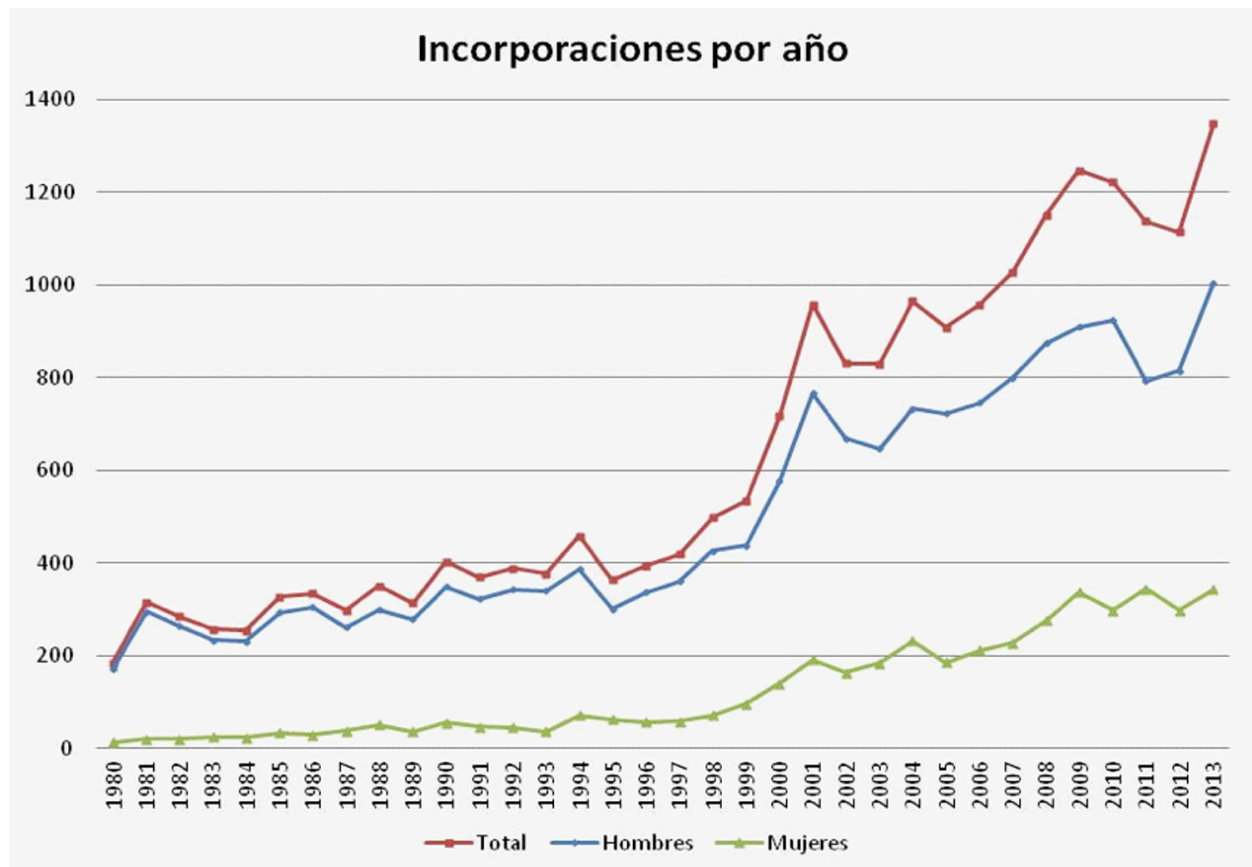
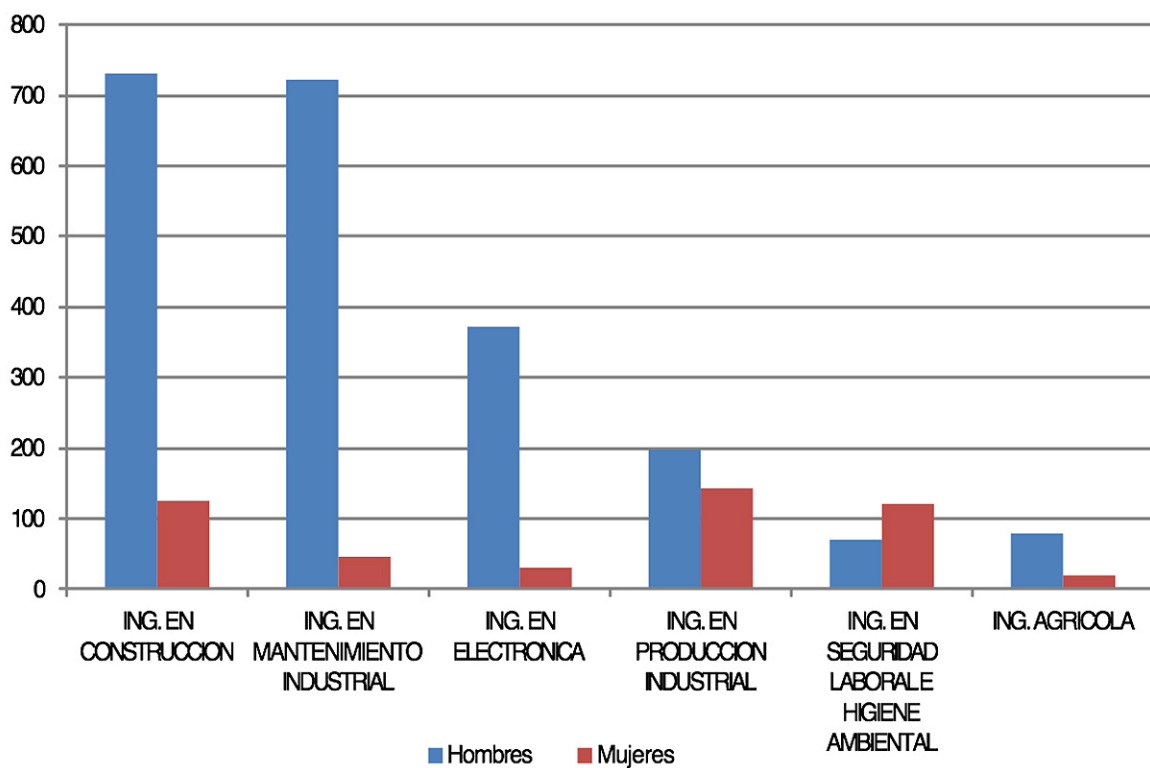
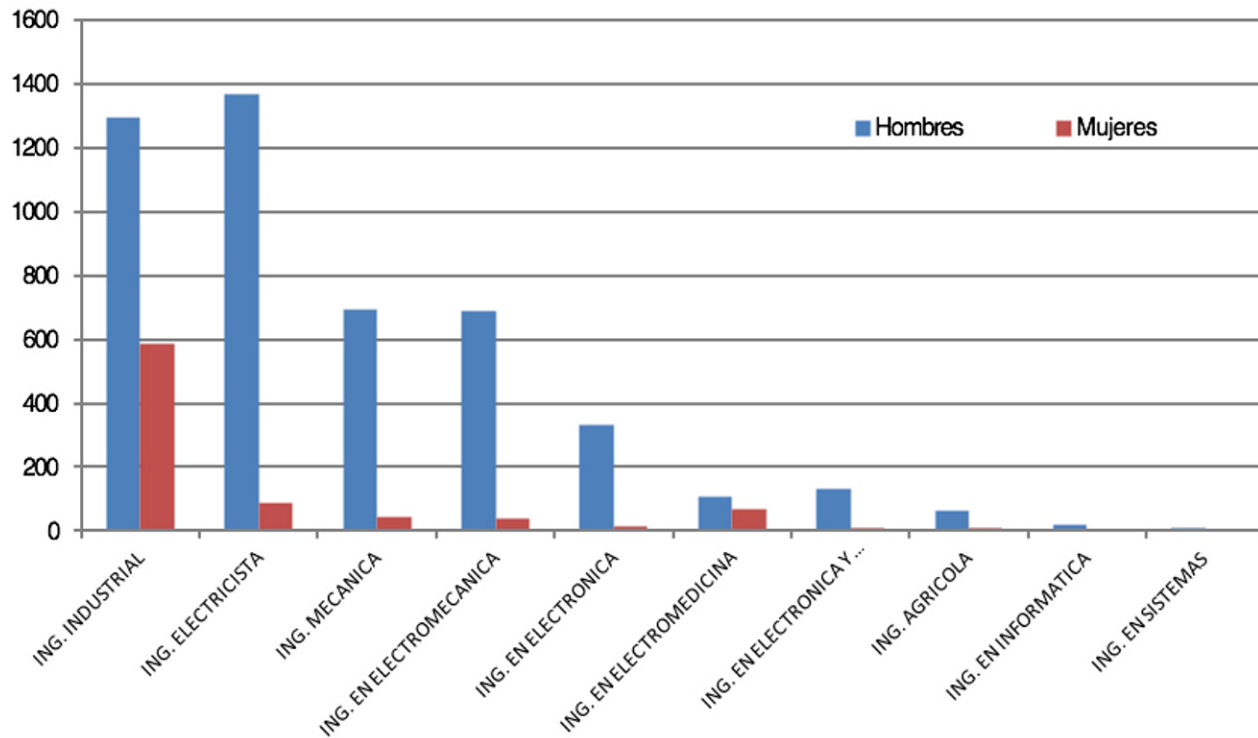


Gráfico N 9

Distribución de agremiados por carrera en el CIEMI y el CITEC con datos de noviembre 2012



De los gráficos anteriores se puede ver que se ha dado un incremento en la cantidad de mujeres que estudian carreras de ingeniería y arquitectura, esto debido en parte a la llegada de importantes empresas transnacionales y de alta tecnología a Costa Rica. Además puede decirse que cada vez es mayor el entusiasmo de las mujeres para participar en procesos decisivos en el país, las vemos incorporándose en diferentes áreas de la sociedad. Sin embargo, aún falta mucho trabajo por hacer.

Algunas acciones que deben implementarse son:

- Amplificar e incrementar el trabajo inter-institucional que realizan varias entidades, entre ellas MICITT, INA, INAMU, UCR, ITCR, empresas privadas sensibilizadas en el tema y otras. Esto para generar redes que puedan identificar mujeres que se destacan en los campos de ciencia y tecnología y que puedan ser modelos a seguir por las estudiantes. La experiencia que hemos tenido es que las jóvenes aprecian mucho ese contacto directo con las profesionales que se están desarrollando en campos no tradicionales, que comparten sus experiencias personales y profesionales. En este sentido, sí es muy importante generar algún sistema
- de monitoreo que permita determinar el impacto real que tienen actividades de sensibilización a estudiantes. Es decir, un proyecto importante puede ser hacer un seguimiento aunque sea a un grupo controlado inicialmente de niñas y adolescentes que participen en este tipo de actividades durante su etapa escolar y verificar cuántas de las que se expusieron a estas actividades e información estudiaron carreras de ciencia y tecnología.
- Se deben fomentar acciones de comunicación y concientización para estudiantes de secundaria, e incluso de primaria, donde se presenten más detalladamente las acciones y funciones que realizan las diferentes disciplinas de la ingeniería y la arquitectura, de tal manera, que se eliminen o minimicen los estereotipos. Esta parece ser una acción sencilla, sin embargo puede ser de gran impacto, principalmente en el momento actual donde la información se puede manejar de manera más masiva y con ayuda de las redes sociales. La clave está también en mostrarla de manera agradable para las estudiantes y segmentada según grupos etarios a los cuales se puede dirigir el mensaje.

- Aún queda trabajo que hacer para sensibilizar a las profesionales en ejercicio, que muchas veces no son conscientes de las barreras que debieron pasar y que no necesariamente sus pares hombres las tuvieron, tanto durante el proceso de formación académica desde primaria, secundaria y universidad como

en su inserción y desarrollo profesional. Muchas veces, ellas mismas caen en una especie de negación o minimización de los obstáculos. En el momento que se percatan de esas situaciones que vivieron, pueden comprender y sensibilizarse para motivar más a las jóvenes estudiantes.

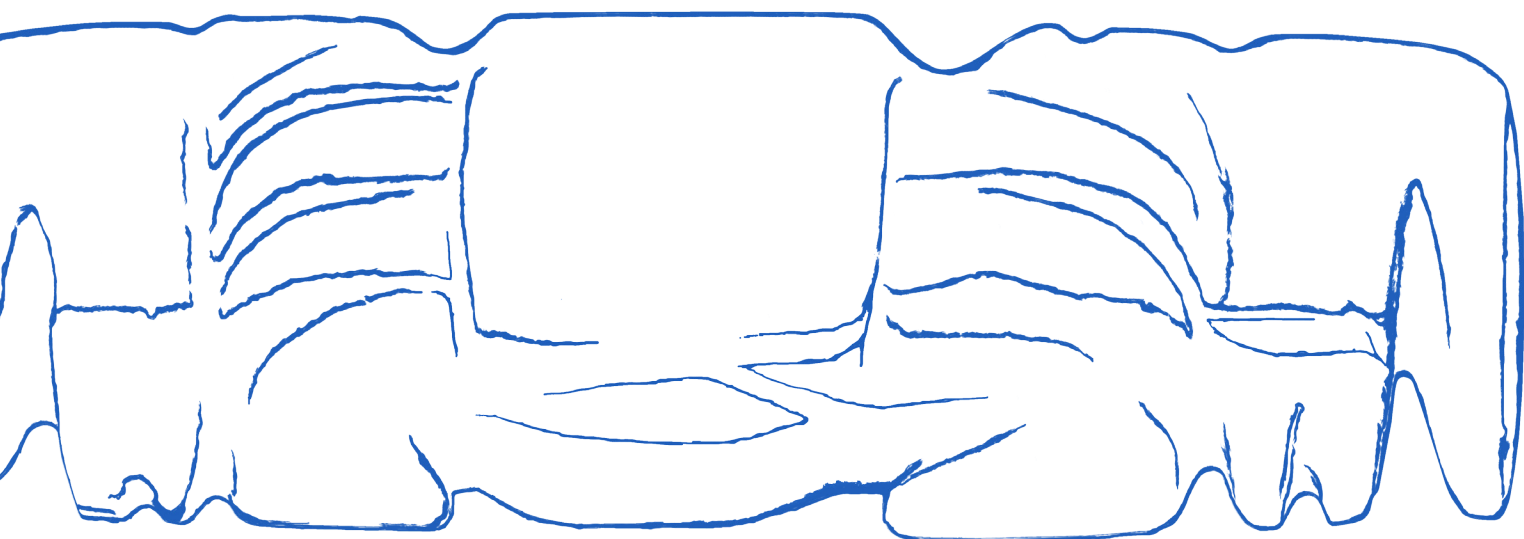
Cuadro N 32
Género

Proyecto	Objetivo	Indicador	Instituciones
Política nacional de Género en CTI	Desarrollar e implementar acciones y planes que permitan reducir o eliminar la brecha de género en la CTI.	Porcentaje de disminución de las brechas de género en CTI ²⁶⁰ .	INAMU
Observatorio de Género en CTI	Construir un conjunto de indicadores de brechas de género como mecanismo de seguimiento de la situación de las mujeres en CTI.	Cantidad de indicadores desarrollados de género en CTI.	INEC, INAMU, CEPAL
Programa Ciencia y Género	Fomento a las vocaciones científicas mediante la generación de referentes femeninos en CTI y procesos de acercamiento entre estudiantes y profesionales.	Porcentaje de mujeres que manifiestan interés en carreras en CTI en estudios cuantitativos y cualitativos ²⁶¹ .	CFIA, INA, ICE, Intel, TEC, UNA, UNED, UCR, CONICIT, ANC, CeNAT
Fuente: MICITT, 2015			

260. Las brechas de género con mayor urgencia son: mayores posibilidades de ingreso a carreras relacionadas con CTI, equidad salarial, mayores posibilidades de crecimiento profesional, aumento de mujeres con posgrados en CTI.

261. Estimado con base en datos de CFIA para 2014.

METAS E INDICADORES DEL PNCTI 2015-2021



- ▶ 5.1. Medición de impacto: una propuesta
- ▶ 5.4. Metas Intersectoriales
- ▶ 5.5. Metas Sectoriales
- ▶ 5.6. Metas Institucionales
- ▶ 5.7. Metas Habilitadoras



*Cangrejo de jade.
Región Gran Nicoya.
500 a.C.-900 d.C.*

5.1.

Medición de impacto: una propuesta

La medición de impacto de intervenciones de política pública en Ciencia²⁶², Tecnología²⁶³ e Innovación²⁶⁴ en la Sociedad²⁶⁵ y la Economía²⁶⁶ es un problema abierto a nivel internacional. Con el objetivo de entrelazar el desarrollo de los proyectos planteados con los grandes ejes temáticos, se ha establecido una demarcación que permita relacionar de forma objetiva los esfuerzos del MICITT con resultados que reflejen aprovechamiento de los recursos invertidos en iniciativas particulares. No es posible, en esta primera fase de definición y normalización de indicadores, capturar los efectos sobre la Sociedad y la Economía de Costa Rica. Un esfuerzo conjunto para este fin será efectuado en conjunto con la OCDE en forma paralela a la ejecución de este Plan.

Para fines del PNCTI 2015-2021 se ha definido el impacto a dos niveles: un nivel primario (IM_1), definido como el aprovechamiento que los actores impactados por la política con los recursos disponibles, y el impacto secundario (IM_2) como los efectos que el

262. Morgan, B. (2014).

263. Cantore, C., León-Ledesma, M., McAdam, P., & Willman, A. (2014).

264. Park, B. J. R., Srivastava, M. K., & Gnyawali, D. R. (2014).

265. Wolf, B., Szerencsits, M., Gaus, H., Müller, C. E., & Heß, J. (2014).

266. Cimoli, M., Dosi, G., Mazzoleni, R., & Sampat, B. (2014).

aprovechamiento tiene sobre la sociedad costarricense. El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica ha definido varios tipos de indicadores de interés, en una progresión de efectos deseables sobre los habitantes. Esta definición contiene los siguientes tipos de indicadores en orden creciente de importancia:

1. **Indicadores de gestión (IG).** Califican el cumplimiento de actividades en un marco administrativo con atributos de trazabilidad.
2. **Indicadores de eficiencia (IE).** Cuantifican la relación entre cumplimiento de actividades y los recursos utilizados en aras de garantizar probidad en el uso de la Hacienda Pública.
3. **Indicadores de resultado (IR).** Cuantifican y registran la existencia de productos generados mediante procedimientos eficientes con valor para sus beneficiarios.
4. **Indicadores de impacto (II).** Cuantifican a través de mecanismos de medición implantados en un marco de seguimiento y monitoreo el efecto de actividades sobre variables de la economía y la sociedad.

Este esquema de medición expresa la intención del Estado de alcanzar un diseño de indicadores en su mayoría de impacto. De forma simultánea, un indicador de impacto debe reflejar el impacto de los recursos disponibles a lo largo del tiempo -máxime en contextos de contracción fiscal- y permitir la definición de metas alcanzables y de valor para la población. Así, el planteamiento descrito a continuación se basa en dos grandes categorías para definir impacto primario: inversión estatal (Inv) y aprovechamiento (Apr).

$$IM_1 = Inv \times Apr$$

La inversión puede calificarse mediante dos factores primarios. El primero es una cuantificación de recursos de infraestructura (Rec) y el segundo es la inversión promedio en unidades de cada recurso de todas las intervenciones de la política (n). Con respecto al aprovechamiento, la naturaleza social y económica de la responsabilidad del Estado indica unívocamente la necesidad de cuantificar cuántos actores son impactados (Imp), y cuántos de estos obtienen resultados a partir de las medidas implementadas (Res). Así, se obtiene

$$IM_1 = \frac{Rec}{n} \times \frac{Apr}{Imp}$$

Este indicador presenta varias ventajas. Una de ellas es su facilidad de caracterizar el impacto primario en términos de eficiencia en el uso de los recursos y en la existencia de resultados medibles, tal como es normado por MIDEPLAN. Esto facilita traducir entre los marcos de medición de ambas instituciones y sugiere una metodología para facilitar la homogenización

$$IM_1 = IE \times IR$$

bajo las sustituciones

$$IE = \frac{Rec}{n}, \quad IR = \frac{Apr}{Imp}$$

Otra ventaja es la capacidad de vincular el impacto de las iniciativas a la cantidad de recursos que el Estado invierte anualmente. Uno de los objetivos de la Administración Solís-Rivera es aumentar la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) del 0,57% del PIB actual hasta al menos un 1% del PIB. Ante la formulación actual, el valor máximo alcanzable por el índice (caso ideal $IR = 1$ si todos los actores impactados aprovechan

los recursos invertidos) variará de acuerdo con las posibilidades suministradas de la asignación fiscal, lo cual debe ser tomado en cuenta. El índice de impacto primario también permite medir esta expectativa, dado que un aumento del valor de ACT como porcentaje del PIB deberá reflejarse en aumentos presupuestarios del ente rector, así como de las instituciones del sector Ciencia, Tecnología e Innovación.

Así, para efectos de medir el índice aprovechamiento con respecto a un proyecto específico, se define el porcentaje entre el valor alcanzado del impacto primario y su valor máximo para ese año.

$$IA_{Proyecto} = 100 \times \frac{IM_1(anual)}{IM_1(max)}$$

Finalmente, el Índice de Aprovechamiento de CTI (IACTI) global para todas las actividades del MICITT el Viceministerio de Ciencia y Tecnología puede calcularse como la relación entre los promedios de impacto primario anual de N proyectos entre el promedio del impacto primario máximo posible.

$$IACTI = 100 \times \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N IM_1(anual)}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N IM_1(max)}$$

La labor de MICITT en CTI puede medirse entonces como el aumento del IACTI.

Conceptos del marco de medición

Una de las afirmaciones implícitas a lo largo de este Plan es que la capacidad de impactar el país depende de cambiar la inercia del estado actual de los retos nacionales. Esta metáfora proveniente de la Física lleva a conceptualizar los factores relacionados a la inversión del estado (Rec, n) como una masa (m) de recursos disponibles y al aprovechamiento como la aceleración (a) del desarrollo (Res, Imp). Así, IM1 equivale a una fuerza que permite cambiar el estado del país, originada a partir del Plan

$$IM_1 = m \times a$$

bajo las sustituciones

$$m = \frac{Rec}{n}, \quad a = \frac{Apr}{Imp}$$

Dado que la inteligencia puede conceptualizarse como una fuerza que cambia el estado de un sistema para maximizar la libertad

de acción futura²⁶⁷ al disminuir la incertidumbre debida a la entropía S_T en el tiempo (ausencia de información útil para tomar decisiones) con el fin de aprovechar la energía provista por temperatura T, y sabiendo que

$$F = m \times a$$

y

$$F = T \times \nabla S_T$$

Se tiene que


$$IM_1 = T \times \nabla S_T$$

Se puede afirmar que el diseño de proyectos de impacto primario en CTI es una forma de incrementar la inteligencia del Estado para alcanzar la competitividad, la prosperidad y el bienestar de sus habitantes. Este mecanismo de evaluación será utilizado para transformar paulatinamente los indicadores de la institución y del sector con fines de normalización posterior a la publicación de este Plan.

267. Wissner-Gross, A. D. y Freer, C. E. (2013).

5.2.

Organización
estratégica
hacia una
Sociedad y
Economía
basada en el
Conocimiento



Cuadro N 33
Metas Estratégica

Eje	Objetivo	Resultados
1. Incrementar la cantidad y calidad del Capital Humano disponible en Ciencia, Tecnología e Innovación	1.1. Propiciar un aumento en la proporción de las solicitudes de matrícula universitarias en ciencias e ingenierías.	1.1.1. Integrar los mecanismos de MICITT de promoción de vocaciones científicas y tecnológicas desde edades tempranas, con acciones de seguimiento longitudinal, para participantes de Ferias Científicas y ExpoIngeniería a través de un sistema de apoyo.
		1.1.2. Implementar mecanismos de prospección y formación de capital humano en CTI que permitan reducir las brechas de expectativas entre oferta académica y requerimientos de la industria.
		1.1.3. Generar políticas que se traduzcan en acciones para eliminar la brecha de participación de mujeres en ciencias e ingenierías.
	1.2. Alinear los instrumentos financieros para capital humano en ciencia, tecnología e innovación con las necesidades país a corto, mediano y largo plazo.	1.2.1. Propiciar la formación de una mayor cantidad de personas con posgrados en CTI con capacidad de impactar positivamente la productividad nacional.
		1.2.2. Favorecer la formación de personas con posgrados en centros de excelencia mundial para fortalecer la base de conocimiento nacional necesaria para una CTI robusta.
Fuente: MICITT, 2015		

Eje	Objetivo	Resultados
		1.2.3. Facilitar procesos de relocalización de investigadores e investigadoras costarricenses por medio de instrumentos financieros y política pública.
2. Dirigir el desarrollo de la investigación científica hacia la Ciencia Excelente	2.1. Facilitar la integración de un contexto político y operativo para facilitar las labores de las y los investigadores nacionales con el fin de potenciar capacidades existentes en el país.	2.1.1. Desarrollar hojas de ruta país que definan líneas estratégicas de investigación y desarrollo de tecnología para fortalecer el sistema nacional de investigación.
		2.1.2. Utilizar herramientas tecnológicas que faciliten la interacción de los actores, recursos y proyectos a nivel nacional e internacional.
	2.2. Integrar de forma plena a la comunidad científica costarricense a la dinámica mundial de producción de conocimiento para mejorar los niveles nacionales de competitividad y productividad en investigación y desarrollo de tecnología.	2.2.1. Establecer programas científicos con organizaciones que lideran globalmente el desarrollo de conocimiento para involucrar a personas de la ciencia y tecnología costarricense.
		2.2.2. Posicionar a Costa Rica como un destino científico y tecnológico para la atracción de talentos extranjeros y relocalización de personas en la diáspora científica nacional.
3. Habilitar un sistema de innovación enfocado en etapas estratégicas del diseño punto a punto de productos de alta tecnología	3.1. Propiciar sinergias entre la industria y la academia que lleven a un aumento en inversión en I+D+i dentro del país como porcentaje de PIB para impulsar la economía basada en el conocimiento.	3.1.1. Incrementar la participación de jóvenes en proyectos innovadores en la academia y la empresa para fomentar vocaciones emprendedoras desde edades tempranas.
Fuente: MICITT, 2015		

Eje	Objetivo	Resultados
		3.1.2. Impulsar proyectos de innovación en PYMEs para incrementar el valor agregado de sus productos y rentabilidad.
		3.1.3. Incrementar las interacciones entre perfiles profesionales académicos y empresariales para generar nuevas oportunidades de innovación basadas en la CTI.
4. Aplicar la ciencia y la tecnología para resolver los retos más apremiantes de la sociedad costarricense mediante el fomento a la Innovación Social	4.1. Dotar a los habitantes de mecanismos de identificación y solución de retos nacionales de forma colectiva para fomentar la innovación social.	4.1.1. Incrementar y potenciar las capacidades de los Centros Comunitarios Inteligentes (CECI 2.0) como espacios de creación de competencias y acceso a tecnología para la solución de retos locales en aspectos sociales y económicos.
		4.1.2. Implementar un programa de micro-financiamiento en los Fondos PROPYME para facilitar la transición de ideas a prototipos en emprendedores a través del uso y diseminación de laboratorios de fabricación personal.
	4.2. Desarrollar proyectos específicos que contribuyan a la solución de retos nacionales mediante la aplicación de CTI.	4.2.1. Apoyar transformaciones del sector educativo, fundamentadas en evidencia, para incrementar de forma temprana habilidades y destrezas en indagación y razonamiento generales.
Fuente: MICITT, 2015		

Eje	Objetivo	Resultados
		4.2.2. Desarrollar investigación y tecnología que permita al país adquirir mayor inteligencia al preservar recursos naturales para aumentar la resiliencia al cambio climático.
		4.2.3. Aplicar nuevas tecnologías de aprovechamiento de fuentes de energía renovable para optimizar la matriz energética con el fin de alcanzar la carbono neutralidad en Costa Rica.
		4.2.4. Implementar una agenda de desarrollo tecnológico e investigaciones biomédicas y en salud pública para potenciar las políticas nacionales de salud hacia una mejor calidad de vida.
		4.2.5. Dotar a los productores agrícolas, pecuarios, pesqueros y acuícolas de buenas prácticas productivas e insumos basados en CTI para mejorar su productividad a través mejor toma de decisiones.
		4.2.6. Desarrollar un modelo de transformación del desarrollo urbano y de servicios gubernamentales mediante la CTI hacia la sostenibilidad y el aumento en la calidad de vida.
Fuente: MICITT, 2015		

5.3.

Metas
2015-2021



E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
1	1	1	Estrategia sectorial de fomento de las vocaciones científicas y tecnológicas multisectorial de escala país.	Aumento en el porcentaje de matrícula en carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática debidas a la estrategia.	1,3%	2,5%	3,2%	5,0%	6,5%	8,2%	10,0%	VCT
			Programa de Atracción de Talentos y Vocaciones en Ciencia y Tecnología	Cantidad de participantes en las actividades que eligen carreras y/o actividades relacionadas con CTI.	15,0%	17,0%	19,0%	22,0%	25,0%	28,0%	30,0%	DCHCT
1	1	2	Programa de Prospección en Capital Humano para la Competitividad	Porcentaje de reducción de la brecha entre la oferta académica y la demanda industrial de perfiles asociados a ACT.	5,0%	6,5%	8,5%	10,0%	11,5%	13,5%	15,0%	DCHCT
1	1	3	Política nacional de Género en CTI	Porcentaje de disminución de las brechas de género en CTI	0,7%	1,2%	1,9%	2,6%	3,5%	4,2%	5,0%	DCHCT
			Observatorio de Género en CTI	Cantidad de indicadores desarrollados de género en CTI	5	5	10	15	20	25	30	DCHCT
			Programa Ciencia y Género	Porcentaje de mujeres que manifiestan interés en carreras en CTI en estudios cuantitativos y cualitativos	30,0%	35,0%	40,0%	45,0%	50,0%	55,0%	60,0%	DCHCT
1	2	1	Programa de formación de recursos humanos avanzados (PINN)	Cantidad de personas financiadas para becas de posgrado nacionales e internacionales en CTI	121	48	0	0	*	*	*	PINN
			Programa de calificación profesional (PINN)	Cantidad de profesionales recalificados en competencias que aumentan su empleabilidad.	0	50	170	80	*	*	*	PINN
1	2	2	Becas de posgrado de Excelencia en áreas de Investigación Científica en CTI (FI)	Cantidad de personas financiadas con estudios en centros de excelencia en investigación básica y aplicada.	3	3	4	4	5	5	6	STFD

E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
1	2	3	Pasantías de Alto Nivel en Ciencias Básicas y Tecnologías Convergentes para Reinserción (FI)	Cantidad anual de costarricenses relocalizados en proyectos de ciencia y tecnología	12	12	16	16	20	20	24	STFI
2	1	1	Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento	Porcentaje de implementación de la Política Nacional de Sociedad y Economía Basadas en el Conocimiento con aprovechamiento de los actores impactados.	25,0%	50,0%	75,0%	100%	100%*	100%*	100%*	VCT
2	1	2	Sistema de Información Nacional en Ciencia y Tecnología	Porcentaje de actores registrados en el Sistema de Información Nacional de Ciencia y Tecnología con aprovechamiento de la plataforma.	16,6%	33,3%	50,0%	66,0%	75,0%	90,0%	100%	DIDT
2	2	1	Implementación de una agenda técnica con organizaciones de cooperación en CTI de alto nivel hacia Ciencia Excelente.	Cantidad anual de programas nuevos de cooperación técnica articulados con entidades internacionales.	1	1	1	1	1	1	1	JCI
			Programa de desarrollo de proyectos en CTI mediante cooperación bi-regional América Latina-Unión Europea	Cantidad de proyectos aprobados con socios costarricenses.	5	5	5	7	7	7	10	JCI
			Asistencia a eventos científicos	Cantidad de costarricenses impactados por capacitaciones de beneficiarios que asisten a eventos internacionales de alto nivel tendientes a crear consorcios internacionales.	300	300	375	375	450	450	525	STFI
2	2	2	Implementación de agendas estratégicas para posicionamiento internacional de Costa Rica	Cantidad de iniciativas nacionales incluidas en las agendas estratégicas para posicionamiento internacional de Costa Rica.	2	2	2	3	3	4	4	JCI

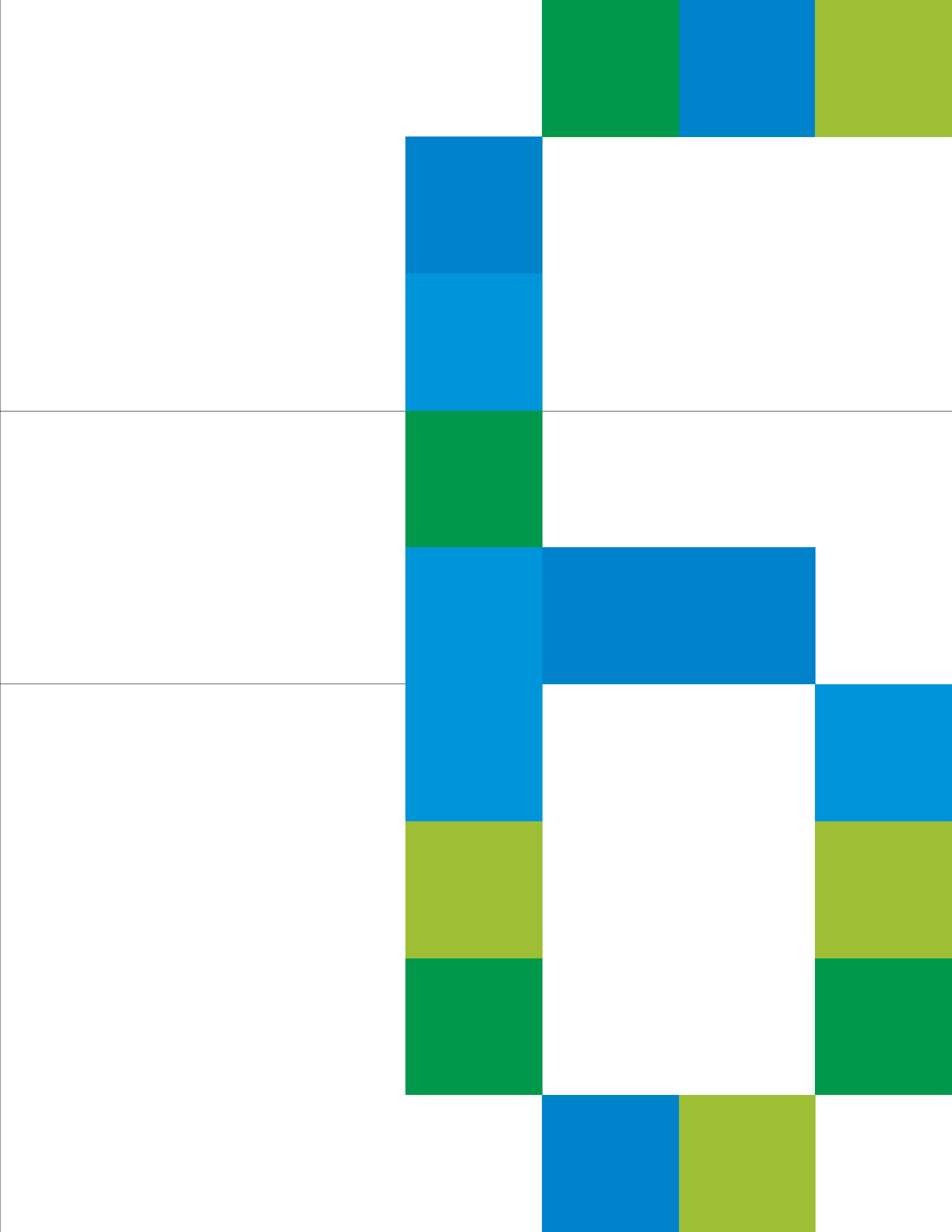
E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
2	2	2	Proyectos de Investigación Científica de Frontera (FI)	Cantidad de proyectos de investigación científica financiados	3	3	3	4	4	4	5	STFI
			Programa de atracción de talentos (PINN)	Cantidad de personas expertas en CTI internacionales financiadas.	0	15	25	0	0	*	*	PINN
3	1	1	Innovación Joven	Cantidad de estudiantes que participaron en ferias científicas, tecnológicas y expo ingeniería, desarrollando proyectos de innovación.	20	35	46	55	70	85		DI
3	1	2	Innovación PYME	Cantidad de PYMES implementando proyectos de innovación.	68	81	90	98	110	130	150	DI
			Proyectos de Investigación de Alta Tecnología en PYMES hacia escalamiento comercial (PROPYME)	Cantidad de proyectos de innovación de alta tecnología con escalamiento exitoso	2	2	3	3	4	4	5	STFI
			Desarrollo de capacidades empresariales para la competitividad (PINN)	Proyectos de capacidades empresariales otorgados	35	40	25	0	0	*	*	PINN
			Proyectos de innovación y de transferencia de tecnología (PINN)	Cantidad de proyectos financiados con seguimiento de gestión de la innovación	15	20	50	0	0	*	*	PINN
3	1	3	Innovación de Base Tecnológica	Cantidad de Científicos, tecnólogos y emprendedores desarrollando proyectos de innovación de base tecnológica.	25	44	58	68	80	95		DI
			Nuevas empresas de base tecnológica (PINN)	Cantidad de emprendimientos de base tecnológica financiados	0	40	20	0	0	*	*	PINN
4	1	1	Modelo social de sostenibilidad para los Centros Comunitarios Inteligentes 2.0	Índice de Aprovechamiento de los CECEI en actividades dirigidas a las necesidades de la comunidad.	0.32	0.64	1.28	2.56	5.12	6.23	7.0	DCECI

E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
4	1	2	Microfinanciamiento de iniciativas de innovación mediante fabricación personal (Makers Movement)	Cantidad de prototipos viables por año como producto generados a partir de los Maker Labs.	10	20	30	40	50	60	70	STFI
4	2	1	Creación de un Instituto de Prospección y Formación Nacional para la Productividad, la Creatividad y el Bienestar	Porcentaje de PYMEs en ciencia, tecnología e innovación que satisfacen sus necesidades de entrenamiento hacia productividad.	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	7,0%	8,0%	10,0%	VCT
			Diseño de un modelo de intervención mediante CTI hacia el sistema educativo costarricense con medición de efectividad basada en mecanismos digitales para generar competencias de indagación y razonamiento	Aumento en el rendimiento en las pruebas PISA de los estudiantes impactados.	430	437	444	451	458	465	472	VCT
4	2	2	Sistema Nacional Integrado de Información Ambiental	Cantidad de conjuntos de datos integrados a la plataforma	10	15	20	25	30	35	40	VCT
			Programa Nacional de Biorremediación y Recuperación de Aguas Residuales y Lodos por contaminación	Cantidad de ubicaciones intervenidas para biorremediación a partir de la aplicación de CTI	2	2	3	3	4	5	7	VCT
			Programa de Investigación en Mitigación y Adaptación Social al Cambio Climático	Cantidad de proyectos con potencial de escalamiento social para mitigar el cambio climático e incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades	2	2	2	3	3	4	4	VCT
4	2	3	Integración de fuentes de energía no gestionables a la Red Eléctrica Nacional mediante tecnologías de almacenamiento de energía a gran escala y Smart Grid.	Índice de sofisticación de la Red Eléctrica Nacional	0	3	7	10	13	17	20	VCT

E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
4	2	3	Reducción del uso de combustibles fósiles mediante la investigación de la dinámica de transportes y el desarrollo de combustibles alternativos.	Porcentaje de reducción medible de uso de combustibles fósiles en intervenciones basadas en la CTI específicas.	40,0%	43,0%	47,0%	50,0%	54,0%	58,0%	60,0%	VCT
			Maximización del uso eficiente de biomasa e hidrógeno mediante investigación fundamental y aplicada hacia mecanismos óptimos de procesamiento.	Incremento en el valor promedio de eficiencia energética de las fuentes identificadas, en proyectos escalables.	5.0	5.2	5.8	6.3	6.5	6.8	7.0	VCT
			Programa de desarrollo de Tecnología para Red Eléctrica Inteligente	Cantidad de tecnologías desarrolladas y aplicadas a la Red Eléctrica Nacional.	2	2	2	3	3	3	4	DIDT
4	2	4	Sistema Nacional Integrado de Información en Salud	Cantidad de conjuntos de datos integrados a la plataforma.	10	5	7	6	5	8	3	VCT
			Programa Nacional de Investigaciones Biomédicas y de Salud Pública	Cantidad de investigaciones desarrolladas y productos tecnológicos por año.	4	4	5	5	6	6	7	VCT
			Programa de Desarrollo de TICs para el Sector Salud	Cantidad de aplicaciones de las info y cogno tecnologías (e.g. inteligencia artificial, sistemas expertos, analítica de datos) basadas en arquitecturas de datos en salud que apoyen el ejercicio de la práctica médica.	5	5	6	6	7	7	8	VCT
4	2	5	Sistema Nacional de Información Agroalimentaria	Cantidad de nuevas fuentes de datos integradas	15	15	15	20	20	25	30	VCT
			Programa de Prospección de Especies en Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura	Cantidad de hectáreas con mejora comprobada en su producción	100	250	400	500	1000	2000	4000	VCT

E	O	R	Proyecto	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Responsable
4	2	5	Programa de investigación y extensión de buenas prácticas productivas hacia la generación de valor agregado en el sector agroalimentario.	Aumento porcentual de las utilidades en empresas del sector agroalimentario apoyadas debido a la adopción de buenas prácticas productivas y generación de nuevos productos de alto valor agregado.	1,0%	1,5%	3,0%	4,0%	5,5%	6,0%	6,5%	VCT
			Plataforma integrada de información del mercado agroalimentario para productores agrícolas y pesqueros.	Porcentaje de productores agrícolas registrados que utilizan la plataforma.	1,0%	2,5%	3,5%	5,0%	7,0%	9,0%	10,0%	DIDT
4	2	6	Ciudades inteligentes	Porcentaje de ejecución de los modelos de ciudad inteligente.	5,0%	10,0%	15,0%	30,0%	50,0%	60,0%	75,0%	DIDT, GSI-DTD
			Plataforma FVA para masificación del uso e implementación de la Firma Digital en Costa Rica	Cantidad de servicios públicos dirigidos a los habitantes con mecanismos de Firma Digital implementados al 2021.	60	80	100	125	150	175	200	DCFD
			Sistema de capacitación digital sobre el uso de documentos electrónicos, firma digital y autenticación de personas físicas	Porcentaje de funcionarios del Sector Público Costarricense capacitados mediante el sistema.	6,0%	6,8%	7,5%	8,0%	12,0%	14,0%	16,0%	DCFD
Fuente: MICITT, 2015												

BIBLIOGRAFÍA



Adamson, M. (2011). *Interrelación universidad-sector productivo y endogenización de la I+D: grandes desafíos y soluciones para un crecimiento sostenido de Costa Rica.* Herrera y Gutiérrez (eds). Conocimiento, innovación y desarrollo. San José: UCR.

Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69 (4), 453-475.

Arguedas, I., & Mora, E. (2014). *Mapeo de la industria de biotecnología y nanotecnología en Costa Rica.* Costa Rica: Promotora de Comercio Exterior. Recuperado de: <http://www.procomer.com/contenido/mapeo-de-la-industria-de-biotecnolog%C3%ADa-y-nanotecnolog%C3%ADa-en-costa-rica.html>

Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors* (pp. 609-626). National Bureau of Economic Research, Inc.

Artavia, R., Llobet, G. y Sasso, R., editores. (2008). *Estrategia Digital de Costa Rica, una agenda de digitalización para promover la equidad social, el desarrollo económico y la gobernabilidad en el país.* Costa Rica Digital: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas -Club de Investigación Tecnológica.

Augustin, S. (2009). *Place advantage: Applied psychology for interior architecture.* New Jersey and Canada: John Wiley & Sons Inc.

Auriol, L., & Sexton, J. (2002). Human resources in science and technology: measurement issues and international mobility. *International mobility of the highly skilled (Chapter I: 13-39).*

Avnimelech, G., & Teubal, M. (2006). Creating venture capital industries that co-evolve with high tech: Insights from an extended industry life cycle perspective of the Israeli experience. *Research Policy*, 35 (10), 1477-1498.

Balasubramanyam, V. N., Salisu, M., & Sapsford, D. (1996). Foreign direct investment and growth in EP and IS countries. *The Economic Journal*, 106 (434), 92-105.

Banco Mundial. (2014). *Estrategias*. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/estrategia.htm>

Battelle & Bio. (2014). *State Bioscience Jobs, Investments and Innovation 2014: A Robust Bioscience Industry with Strong Prospects for Growth*. Biotechnology Industry Organization (BIO). Available: <https://www.bio.org/articles/battellebio-state-bioscience-jobs-investments-and-innovation-2014>

Berkman, N.D., Davis, T.C., and McCormack, L. (2010). Health literacy: what is it? *Journal of Health Communication*, 15 (S2), 9-19.

Bertschek, I. (1995). Product and process innovation as a response to increasing imports and foreign direct investment. *The Journal of Industrial Economics*, XLIII (N°4), 341-357.

BID. (2010). *La necesidad de innovar: El camino hacia el progreso de América Latina y el Caribe*. Washington DC, United States. Recuperado de: <http://publications.iadb.org/handle/11319/3036?locale-attribute=en>

Bitrán, E. y González, C. (2012). *Institutos tecnológicos públicos en América Latina. Una reforma urgente*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Documento de debate # IDB-DP-225.

Bloom, H. S., Bos, J. M., & Lee, S. W. (1999). Using Cluster Random Assignment to Measure Program Impacts Statistical Implications for the Evaluation of Education Programs. *Evaluation Review*, 23 (4), 445-469.

Boulding, K. E. (1956). *General systems theory-the skeleton of science*. *Management science*, 2 (Issue 3), 197-208. University of Michigan.

Branscomb, L. M., & Florida, R. (1998). Challenges to technology policy in a changing world. *Chemtech*, 28 (6), 13-22. Belfer Center for Science and International Affairs.

Brenes, Gilbert. (2013). *Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad, 1950-2050*. San José: Centro Centroamericano de Población-INEC. Recuperado de: <http://ccp.ucr.ac.cr/observa/CRnacional/pdf/Metodologia%20estimaciones%20y%20proyecciones%20resumida.pdf>

Brock, T. (1997). The Value of Basic Research: Discovery of *Thermus aquaticus* and Other Extreme Thermophiles. *Genetics*, 146 (4), 1207-1210. Wisconsin, United States: Genetics Society of America.

Campbell, M. K., Elbourne, D. R., & Altman, D. G. (2004). CONSORT statement: extension to cluster randomised trials. *The Bmj*, 328 (7441), 702-708.

Cantore, C., León-Ledesma, M., McAdam, P., & Willman, A. (2014). Shocking stuff: technology, hours, and factor substitution. *Journal of the European Economic Association*, 12 (1), 108-128.

CEPAL. (2012). *Los países de renta media: Un nuevo enfoque basado en brechas estructurales*. Santiago de Chile: Naciones Unidas- Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CEPAL. (2014). *Cadenas globales de valor y diversificación de exportaciones: El caso de Costa Rica*. Libros de la CEPAL (N° 3804). Santiago de Chile: Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Cheshire, P., & Sheppard, S. (2002). The welfare economics of land use planning. *Journal of Urban economics*, 52 (2), 242-269.

Cimoli, M., Dosi, G., Mazzoleni, R., & Sampat, B. (2014). *Innovation, Technical Change, and Patents in the Development Process: A Long-Term View*¹. Intellectual Property Rights: Legal and Economic Challenges for Development (57). Great Britain. CPI Group (UK).

Crespi et al. (2010). *Nota técnica sobre el sistema nacional de innovación de Costa Rica: una contribución al diálogo de políticas públicas entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el BID*. (nota técnica IDB #-TN-142). San José: BID.

Crespi, G. A. (2012). *Las instituciones fiscales del mañana: Instituciones para la gente; Incentivos Fiscales a la Innovación Empresarial.* Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Recuperado de: <http://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/390/Flagship%208-21-12final.pdf?sequence=1>

Cunha, M., Gaspar, R., Fonseca, S., Almeida, D., Silva, M., Nunes, L. (2014). Implications of literacy for health for body mass index. *Atención Primaria*, 46 (5), 180-186.

Da Rin, M., Nicodano, G., & Sembenelli, A. (2006). Public policy and the creation of active venture capital markets. *Journal of Public Economics*, 90 (8-9), 1699-1723.

Davenport, S. (2004). Panic and panacea: brain drain and science and technology human capital policy. *Research Policy*, 33 (4), 617-630.

De Ferranti, D., Perry, G. E., Ferreira, F. H. G., Walton, M., Coady, D., Cunningham, W., Gasparini, L., Jacobsen, J., Matsuda, Y., Robinson, J., Robinson, J., Sokoloff, K., & Wodon, Q. (2003). *Inequality in Latin America and the Caribbean: Breaking with History?* Cargraphics S.A. The World Bank Art Collection (PN 481601). World Bank Latin American and Caribbean Studies.

De Greiff, A. y Maldonado, O. (2011). "Apropiación fuerte" del conocimiento: una propuesta para construir políticas inclusivas de ciencia, tecnología e innovación. Siglo del Hombre Editores. *Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología desde América Latina* (209-262). Bogotá.

Declaración de Budapest. (1999). *Marco general de acción de la declaración de Budapest.* Recuperado de: <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>

Declaración de Mechelen. (2014). *Cumbre Mundial de Centros de Ciencia, ASPAC, ASTC, ECSITE, NAMES, NCSM, RED POP, SAASTEC, SCWS.* Recuperado de: http://www.scws2014.org/wp-content/uploads/2014/03/Mechelen-Declaration_def.pdf

Declaración de Toronto. (2008). V Congreso Mundial de Centros de Ciencia, ASPAC, ASTC, CANSM, ECSITE, NCSM, RED POP, SAASTEC. Recuperado de: <http://www.ontariosciencecentre.ca/AboutUs/TorontoDeclaration/>

Department for Business, Innovation and Skills. (2013). "Smart cities - background paper". United Kingdom Government: Department for Business, Innovation and Skills.

Ding, P. A., & Council, I. C. (2005). Envisioning local futures: The evolution of community visioning as a tool for managing change. *Journal of Future Studies*, 9 (4), 89-100.

Doncheva, A.B., Pokrovsk,i C. G. (1999). *Principios ambientales de la producción tecnológica*. Editorial Universidad Estatal de Moscú.

Donner, A., & Donald, A. (1987). Analysis of data arising from a stratified design with the cluster as unit of randomization. *Statistics in medicine*, 6 (1), 43-52.

Donner, A., & Klar, N. (2004). Pitfalls of and controversies in cluster randomization trials. *American Journal of Public Health*, 94 (3), 416-422.

Douglass, M., & Friedmann, J. (Eds.). (1998). *Cities for citizens: Planning and the rise of civil society in a global age*. New York: John Wiley & Sons.

Earp, B. D. (sf). Science cannot determine human values. Retrieved January 28, 2015, from https://www.academia.edu/10290501/Science_cannot_determine_human_values

Easton, P., Entwistle, V.A., Williams, B. (2010). Health in the 'hidden population' of people with low literacy. A systematic review of the literature. *BMC Public Health*, 10 (1), 459.

Elzen, B., Geels, F. W., & Green, K. (Eds.). (2004). *System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy*. Edward Elgar Publishing.

Emelianov, A. G. (2004). *Principios del uso racional de los recursos naturales*. Editorial Academia.

Engelbrecht, H. J. (2002). Human capital and international knowledge spillovers in TFP growth of a sample of developing countries: an exploration of alternative approaches. *Applied Economics*, 34 (7), 831-841.

Etzkowitz, H., and Klofsten, M. (2005). The innovating region: toward a theory of knowledge-based regional development. *R&D Management*, 35 (3), 243-255.

Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: the role of architecture in human health. *Journal of Environmental psychology*, 18 (1), 85-94.

Feld, Brad. (2012). *Startup Communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city*. New Jersey, United States of America: John Wiley and Sons, Inc.

Fernández, C.L., y Galán-Rodas, E. (2012). Alfabetización en salud: oportunidad para mejorar la salud de la población. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*. 5 (Número 2), 35-6.

Florida, R. (1999). The role of the university: leveraging talent, not technology. *Issues in science and technology*, (15: 67-73).

Florida, R. (2002). The economic geography of talent. In *Annals of the Association of American geographers*, 92 (4), 743-755.

Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How it's transforming work, leisure, community and everyday life*. New York: Basic Books, Perseus Book Group.

Florida, R. L. (2005). *Cities and the creative class*. Psychology Press.

Florida, R. (2006). The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent. *Liberal Education*, 92 (3), 22-29). United States of America.

Foro Económico Mundial. (2013). *The Global Competitiveness Report 2013-2014: Full Data Edition.* Suiza.

Gaillard, J., & Gaillard, A. M. (1997). Introduction: The international mobility of brains: Exodus or circulation. *Science Technology & Society*, 2 (2), 195-228.

Gershenfeld, N. (2008). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop--from Personal Computers to Personal Fabrication.* Basic Books. New York, United States of America.

Gifford, R. (2007). *Environmental psychology: Principles and practice.* Colville, WA: Optimal books.

Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P., Vilches, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?: Una propuesta didáctica Fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años.* Santiago, Chile. OERREALC -UNESCO.

GIZ. (2013). *Sustainable Urban Transport Program.* Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Available: <http://www.sutp.org>

Glasgow, H. B., Burkholder, J. M., Reed, R. E., Lewitus, A. J., & Kleinman, J. E. (2004). Real-time remote monitoring of water quality: a review of current applications, and advancements in sensor, telemetry, and computing technologies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300 (1), 409-448.

Gómez, M. L. (2014). Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Retrieved January 30, 2015, from <http://www.estadonacion.or.cr/ecti/assets/carpetaDeprensaweb.pdf>.

Goldsmith, A. H., Veum, J. R., & Darity, W. (1997). The impact of psychological and human capital on wages. *Economic Inquiry*, 35 (4), 815-829.

Gould, D., and Gruben, W. (1996). The role of intellectual property rights in economic growth. *Journal of Development Economics*, 48 (2), 323-350.

Govindarajan, Vijay. (2012). A Reverse-Innovation Playbook. Harvard Business Review. Descargado 24 de noviembre, 2014, de <https://hbr.org/2012/04/a-reverse-innovation-playbook>

Greve, A., Benassi, M., & Sti, A. D. (2010). Exploring the contributions of human and social capital to productivity. *International Review of Sociology-Revue Internationale de Sociologie*, 20 (1), 35-58.

Griliches, Z. (1991). The search for R&D spillovers. Number Working Paper Series, N° w3768. National Bureau of Economic Research.

Groat, L. N. (1985). Psychological aspects of contextual compatibility in architecture: A study of environmental meaning (Doctoral dissertation). University of Surrey.

Grossman, M. (2000). The human capital model. *Handbook of health economics*, 1 (347-408).

Gurin, J. (2014). *Open Data Now: The Secret to Hot Startups, Smart Investing, Savvy Marketing, and Fast Innovation*. McGraw-Hill.

Habermas, Jürgen (1996). *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid: Tecnos (edición alemana original publicada en 1968).

Hatch, M. (2014). *The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. United States of America: McGraw-Hill.

Heckman, J. J. (2000). Policies to foster human capital. *Research in economics*, 54 (1), 3-56.

Heidegger, Martin (1994). *Conferencias y artículos*. Barcelona: Ediciones del Serbal (edición alemana original publicada en 1950).

Hoyos, N. (2002). *La apropiación social de la ciencia y la tecnología: una urgencia para nuestra región*.

Interciencia, 27 (N°2), 53, ISSN 0378-1844. Venezuela. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33906501>

HPC University. (sf). HPC University: Undergraduate Competencies. Retrieved January 31, 2015, from <http://hpcuniversity.org/educators/undergradCompetencies/>

Huang, J. J., McBean, E. A., & James, W. (2006). Multi-objective optimization for monitoring sensor placement in water distribution systems. *Eighth Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium (WDSA)(1-14)*. New York: Environmental and Water Resources Institute of ASCE (EWRI of ASCE).

Huang, L., Zhang, Y., Guo, Y., Zhu, D., & Porter, A. L. (2014). Four dimensional Science and Technology planning: A new approach based on bibliometrics and technology roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 81,39-48.

Hyland, J. M. E. (1991). *First steps in synthetic domain theory*. In: *Category Theory* (131-156). Springer Berlin Heidelberg.

Hwang, V., & Horowitz, G. (2012). *The rainforest: The secret to building the next Silicon Valley*. California, United States of America: Regenwald.

IEA (2011a). *Technology Roadmap: Smart Grids*. International Energy Agency. Available: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-smart-grids.html>

IEA (2011b). *Impact of Smart Grid Technologies on Peak Load to 2050*. International Energy Agency. Available: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/impact-of-smart-grid-technologies-on-peak-load-to-2050.html>.

IMN (2014a). *Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero*. Cuarta Edición. Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional.

IMN (2014b). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono*. Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional.

Innes, M., & Roberts, C. (2008). *Reassurance policing, community intelligence and the co-production of neighbourhood order*. *The Handbook of Knowledge-based Policing: Current Conceptions and Future Directions* (241-62).

International Business Machines. (2014, December 30). IBM - What is big data? [CT000]. Retrieved January 28, 2015, from <http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/what-is-big-data.html>

Internet Society. (sf). Brief History of the Internet - Internet Timeline. Retrieved January 27, 2015, from <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet>.

Invernizzi, N. y Foladori, G. (2015). *Miembros de la International Nanotechnology and Society Network*. Recuperado de: <http://nanoandsociety.com/>

James, J. (2014, April 23). Data Never Sleeps 2.0 | Domo Blog. Retrieved from <http://www.domo.com/blog/2014/04/data-never-sleeps-2-0/>

Jaramillo, H., Lugones, G., y Salazar, M. (2001). *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe: Manual de Bogotá*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Organización de Estados Americanos (OEA) y PROGRAMA CYTED.

Javorcik, B. S. (2004). Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? In search of spillovers through backward linkages, 94 (N°3), 605-627. *The American economic review*.

Jonas, Hans (1995). *El Principio de la responsabilidad*. Barcelona: Editorial Herder.

Jonas, Hans (1997). *Técnica, medicina y ética: sobre la práctica del principio de responsabilidad*. Barcelona: Paidós Ibérica.

King, C. (2012). Building a Business Case for Smart Meters. Siemens. Available: www.emeter.com/smart-grid-watch/2012/building-a-business-case-for-smart-meters.

Klar, N., & Donner, A. (2001). Current and future challenges in the design and analysis of cluster randomization trials. *Statistics in medicine*, 20 (24), 3729-3740.

Kotamäki, N., Thessler, S., Koskiahio, J., Hannukkala, A. O., Huitu, H., Huttula, T., & Järvenpää, M. (2009). Wireless in-situ sensor network for agriculture and water monitoring on a river basin scale in southern Finland: Evaluation from a data user's perspective. *Sensors*, 9 (4), 2862-2883.

Könnölä, T., Scapolo, F., Desruelle, P., & Mu, R. (2011). Foresight tackling societal challenges: Impacts and implications on policy-making. *Futures*, 43 (3), 252-264.

Krupat, E. (1985). *People in cities: The urban environment and its effects* (N° 6). Cambridge University Press.

Kuncheva, L. I., & Vetrov, D. P. (2006). Evaluation of stability of k-means cluster ensembles with respect to random initialization. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 28 (11), 1798-1808.

Kuznetsov, Y. (Ed.). (2006). *Diaspora networks and the international migration of skills: how countries can draw on their talent abroad*. World Bank Publications.

La Gaceta (1990). Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico y creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Ley 7169). Capítulo I. *Diario Oficial La Gaceta* N° 144, Alcance N° 23.

Lambert, M., Luke, J., Downey, B., Crengle, S., Kelaher, M., Reid, S., and Smylie, J. (2014). Health literacy: health professionals' understandings and their perceptions of barriers that Indigenous patients encounter. *BMC Health Services Research*, 14 (1), 614.

Leedy, P., Ormond, J. E. (2013). *Practical Research: Planning and Design*. Tenth Edition. Pearson, U.S.A.

Lepak, D. P., & Snell, S. A. (1999). The human resource architecture: Toward a theory of human capital allocation and development. *Academy of management review*, 24 (1), 31-48.

Libow, S., and Stager, G. (2013). *Invent To Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press. United States of America.

Lipton, P. (2004). *Inference to the Best Explanation*. Second Edition. U.S.A.

Luenberger, D. (1979). *Introduction to dynamic systems: theory, models, and applications*. John Wiley and Sons, Inc., United States of America.

Lund Vinding, A. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (4-5), 507-517.

Lundvall, B. A., & Borrás, S. (2005). Science, technology and innovation policy. *The Oxford handbook of innovation*, 599-631.

MacCallum, D. (Ed.). (2009). *Social innovation and territorial development*. Ashgate Publishing, Ltd.

Mackay, H., and Gillespie, G. (2007). Extending the Social Shaping of Technology Approach: Ideology and Appropriation. *Social Studies of Science*. Available: <http://sss.sagepub.com/content/22/4/685.full.pdf+html>

Madsen, H., Neergaard, H., & Ulhøi, J. P. (2003). Knowledge-intensive entrepreneurship and human capital. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 10 (4), 426-434.

Maggi, C., Rivas, G. y Sierra, P. (2012). *Fortalecimiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Costa Rica*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Malavassi, E., Saborío, L., y Bustos, G. (2005). *Manual de Juzgamiento de proyectos de investigación en las ferias de ciencia y tecnología.* San José, Costa Rica: MICIT.

Malecki, E. J. (1997). Technology and economic development: the dynamics of local, regional, and national change. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.*

Markusen, J. R., & Venables, A. J. (1999). Foreign direct investment as a catalyst for industrial development. *European economic review*, 43 (2), 335-356.

Marxt, C., Hacklin, F., Rothlisberger, C., & Schaffner, T. (2004). End-to-end innovation: extending the stage-gate model into a sustainable collaboration framework. Engineering Management Conference. *Proceedings. 2004 IEEE International*, 3, 963-967. IEEE.

Massarani, Luisa. (2014). Science communication in Latin America: what is going on? Science Museum Group Journal (Issue 02). Available: <http://doi.crossref.org/10.15180/140205>

Matlison, J. (2005). A brief history of supercomputers. Retrieved January 27, 2015, from http://www.computerworld.com.au/article/132504/brief_history_supercomputers/

Matsuoka, R. H., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. *Landscape and urban planning*, 84 (1), 7-19.

Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think.* Houghton Mifflin Harcourt.

McCue, T.J. (2011). *Moving the Economy: The Future of the Maker Movement.* Forbes. <http://onforb.es/toSqna>

Meadowcroft, J. (1999). The politics of sustainable development: emergent arenas and challenges for political science. *International Political Science Review*, Volume 20 (Issue 2: 219-237).

Meyer, J. B., & Brown, M. (1999). *Scientific diasporas: A new approach to the brain drain*. Management of Social Transformations (MOST) Programme: UNESCO.

MICITT. (2014). Declaración de San José sobre Talento Humano en Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños. Aprobada en la II Reunión de altos funcionarios de CTI. San José, Costa Rica.

MICITT. (2014). *Ruta 2021: Conocimiento e innovación para la competitividad, prosperidad y bienestar*. Recuperado de: <http://www.micit.go.cr/ruta2021.html>

Ministerio de Economía y Competitividad. *Marco Europeo para la Cooperación Internacional*. Recuperado de: www.idi.mineco.gob.es

Ministerio de Justicia y Paz de Costa Rica, y Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2012). *Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual*. Recuperado de: <http://www.otvve.una.ac.cr>

Morgan, B. (2014). Research impact: Income for outcome. *Nature*, 511 (7510: S72-S75).

Naciones Unidas. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

Naciones Unidas, CEPAL. (2012). *Los países de renta media. Un nuevo enfoque basado en brechas estructurales*. Naciones Unidas: Santiago Chile.

Nadiri, M. I. (1993). Innovations and technological spillovers. Number Working Paper Series, N° w4423. *National Bureau of Economic Research*.

Naser, A. y Concha, G. (2011). *El Gobierno electrónico en la Gestión Pública*. Santiago, Chile. ILPES/CEPAL.

Newsom, G. (2014). *Citizenville: How to Take the Town Square Digital and Reinvent Government*. Penguin Books.

Niemelä, J. (1999). Ecology and urban planning. *Biodiversity & Conservation*, 8 (1), 119-131.

Nowotny, H. (2006). Real science is excellent science—how to interpret post-academic science, Mode 2 and the ERC. SISSA. *Journal of Science Communication*, 5 (4).

OEA. (2014). *Departamento para la Gestión Pública Efectiva*. Recuperado de: <http://www.oas.org/es/sap/dgpe/default.asp>

OECD. (2012). *Science, Technology and Industry Outlook 2012*. OECD Publishing.

OECD. (2012a). *Innovation for Development: A discussion of the issues and an overview of work of the OECD Directorate for Science, Technology and Industry*.

OECD. (2014). *Science, Technology and Industry Outlook 2014*. OECD Publishing.

OECD. (2014a). Number of firms active in biotechnology, 2012 or latest available year. Organization for Economic Co-operation and Development. Available: <http://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos y la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Tercera Edición. Paris.

O'Regan, G. (2008). *A brief history of computing*. Second Edition. Springer-Verlag. London.

Padilla, R., Gaudin, Y., y Rodríguez, P. (2013). *Sistemas de innovación en Centroamérica: Fortalecimiento a través de la integración regional*. Padilla, R (editor), Libros de la CEPAL (N° 118: pp. 51-84). Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL.

PAHO. (2014). *Estrategia y Plan de acción sobre Salud (2012-2017)*. Recuperado de: http://www.paho.org/ict4health/index.php?option=com_content&view=article&id=54%3Aestrategia-y-plan-de-accion-sobre-esalud-2012-2017&catid=15%3Aops-wdc&Itemid=44&lang=es

Park, B. J. R., Srivastava, M. K., & Gnyawali, D. R. (2014). Walking the tight rope of coopetition: Impact of competition and cooperation intensities and balance on firm innovation performance. *Industrial Marketing Management*, 43 (2), 210-221.

Perales, J., Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Editorial Marfil. España.

Pevzner, P., Tang, H, and Waterman, M. (2001). An Eulerian path approach to DNA fragment assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of ten United States of America*, 98 (No. 17). United States of America.

Phills, J.A., Deiglmeier, K., Miller, D.T. (2008). Rediscovering Social Innovation. Stanford Social Innovation. Available: http://www.ssireview.org/articles/entry/rediscovering_social_innovation

PIMAC. (2008). *A Study on General Lines for Pre-Factibility Study*. KDI, Corea.

Pleasant, A. (2014). Advancing Health Literacy Measurement: A Pathway to Better Health and Health System Performance. *Journal of Health Communication: International Perspectives*, 19:12, 1481-1496, DOI: 10.1080/10810730.2014.954083.

PNUD. (2013). *Rumbo a la carbono neutralidad en el transporte público de Costa Rica*. Costa Rica: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Prada, E. (2008). *Los insumos invisibles de decisión: datos, información y conocimiento*. *Anales de documentación*, 11, 183-196. Madrid.

Prada, E. (2008). Bermúdez, J.L. (2010). *Cognitive Science: An introduction to the science of the mind*. United Kingdom. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2011). *Decimoséptimo Informe Estado Humano Sostenible*. San José: PEN.

Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2011). "El desafío de enfrentar el cambio climático". *IV Informe sobre el Estado de la Región en Centroamérica*. Imprenta Lil, pp 363-423. San José: PEN.

Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2014). *Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Costa Rica. Estado de la Nación. Recuperado de: <http://estadonacion.or.cr/estado/Publicaciones/estado-ciencia-tecnologia-innovacion-1/index.html>

Raudenbush, S. W. (1997). Statistical analysis and optimal design for cluster randomized trials. *Psychological Methods*, 2 (2), 173.

Reid, D. V., y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid, España: Narcea Ediciones.

RICYT, UMIC, y ISCTE. (2009). *Manual de Lisboa: Pautas para la Interpretación de datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Agência para a Sociedade do Conhecimento (UMIC), e Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE).

Rivera, L., y Sancho, F. (2009). *Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica: Hacia la Carbono Neutralidad en el 2021*. Costa Rica: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE). Recuperado de: <http://www.incae.edu/es/clacds/historico-proyectos.php>

Roseland, M. (1996). *Eco-City Dimensions: Healthy Communities, Healthy Planet*. New Society Publishers.

Sabatier, P. A. (Ed.). (2007). *Theories of the policy process*. United States of America: Westview Press (Second edition).

Saelens, B. E., Sallis, J. F., & Frank, L. D. (2003). Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *In Annals of behavioral medicine (80-91)*. Society of the Behavioral Medicine.

Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Row.

Sebastián, J. (2007). La Cultura de la Cooperación en la I+D+I. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad* (On-line ISBN 1850-0013). Buenos Aires.

Segnini, M. (2013). Estado de la infraestructura científico-tecnológica en unidades de investigación y desarrollo. Ponencia preparada para el Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. San José: PEN.

Senor, D., y Singer, S. (2011). *Start-up Nation: The Story of Israel's Economic Miracle*. United States of America: Twelve, Hachette Book Group.

Seurer AC, Vogt HB. (2013). Low health literacy: a barrier to effective patient care. *South Dakota journal of medicine*, 66 (2), 51, 53-7.

Shapiro, S. (2013). *Federal R&D: analyzing the shift from basic and applied research toward development*. Stanford University: Department of Economics.

Snyder, B. (2007). Why the NSF Biology Budget Should Be Doubled. *BioScience*, 57 (9), 727-728). American Institute of Biological Sciences.

Solimano, A. (2002). *Globalizing talent and human capital: implications for developing countries.* United Nations Publications, N° 15. CEPAL.

Spates, J. L., & Macionis, J. J. (1982). *The sociology of cities.*

Stevenson, G. G. (Ed.). (2005). *Common property economics: A general theory and land use applications.* Cambridge University Press.

Sumner, P., Vivian-Griffiths, S., Boivin, J., Williams, A., Venetis, C.A., Davies, A., et al. (2014). The association between exaggeration in health related science news and academic press releases: retrospective observational study. *BMJ* 2014, 349:g7015-g7015.

The European Organization for Nuclear Research (CERN) and the Republic of Costa Rica. (2014). Cooperation Agreement concerning scientific and technical cooperation in High-Energy Physics.

The International Chamber of Commerce, The world Business organization. (2014). *The ICC Intellectual Road Map: Current and emerging issues for business and policymakers.* Twelfth edition (IP Roadmap). Amsterdam. Available: <http://www.iccwbo.org/products-and-services/trade-facilitation/ip-roadmap/>

Thomson, W. (1883). Electrical units of measurement. *Popular lectures and addresses*, 1, 80-143.

Thornley, A., & Newman, P. (2011). *Planning world cities: globalization and urban politics.* Palgrave Macmillan.

Tichenor, P. J., Donohue, G. A., & Olien, C. N. (1970). Mass media flow and differential growth in knowledge. *Public opinion quarterly*, 34 (2), 159-170.

Torrone, P. (2011). Is It Time to Rebuild & Retool Public Libraries and Make “TechShops”? *Makeblog.* Available: <http://makezine.com/2011/03/10/is-it-time-to-rebuild-retool-public-libraries-and-make-techshops/>

Towns, J., & et al. (2014). XSEDE: Accelerating Scientific Discovery. *Computing in Science & Engineering*, 16(5). doi:10.1109/MCSE.2014.80

Trejos, I. (2014, marzo 15). Hacia un mundo comunicado y programable. *El Financiero*.

Tschmelak, J., Proll, G., Riedt, J., Kaiser, J., Kraemmer, P., Bázquez, L., Wilkinson, J.S., Hua, P., Hole, J.P., Nudd, R., Jackson, M., Abuknesha, R., Barceló, D., Rodríguez-Mozaz, S., de Alda, M.J., Sacher, F., Stien, J., Slobodník, J., Oswald, P., Kozmenko, H., Korenková, E., Tóthová, L., Krascenits, Z. & Gauglitz, G. (2005). Automated Water Analyser Computer Supported System (AWACSS): Part II: Intelligent, remote-controlled, cost-effective, on-line, water-monitoring measurement system. *Biosensors and Bioelectronics*, 20 (8), 1509-1519.

Tsujita, W., Yoshino, A., Ishida, H., & Moriizumi, T. (2005). Gas sensor network for air-pollution monitoring. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 110 (2), 304-311.

UNESCO, I. M. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Editorial UNESCO.

United Nations Development Programme. (2001). *Human Development Report 2001, Making New Technologies Work for Human Development*. Available: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2001>

Viles, R. L., & Rosier, D. J. (2001). How to use roads in the creation of greenways: case studies in three New Zealand landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 55 (1), 15-27.

Vlacheas, P., Giaffreda, R., Stavroulaki, V., Kelaidonis, D., Foteinos, V., Poullos, G., Demestichas, P., Somov, A., Biswas, A.R., & Moessner, K. (2013). Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things. *Communications Magazine, IEEE*, 51 (6), 102-111.

Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 5-33.

Ward, T., Smith, S., y Vaid, J. (1997). *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes.* Washington, DC., United States: American Psychological Association.

Wayne, S. J., Liden, R. C., Kraimer, M. L., & Graf, I. K. (1999). The role of human capital, motivation and supervisor sponsorship in predicting career success. *Journal of Organizational Behavior*, 20 (5), 577-595.

Wegner, G. R. (2008). Partnerships for Public Purposes: Engaging Higher Education in Societal Challenges of the 21st Century. *National Center for Public Policy and Higher Education.*

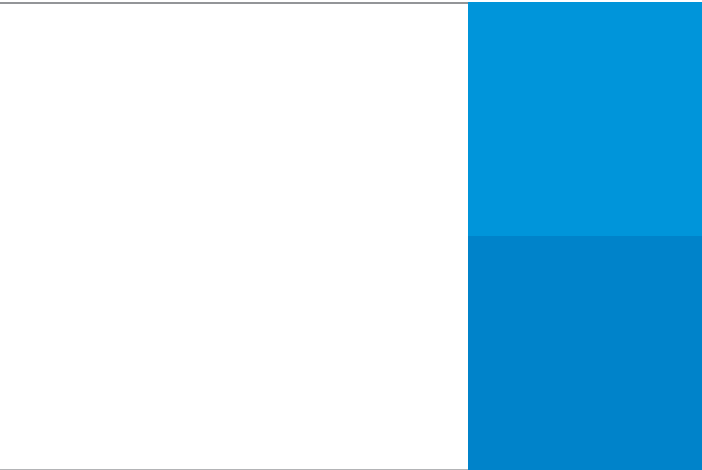
Wissner-Gross, A. D. y Freer, C. E. (2013). Causal Entropic Forces. *Physical Review Letters* 110, 168702.

Wolf, B., Szerencsits, M., Gaus, H., Müller, C. E., & Heß, J. (2014). Developing a documentation system for evaluating the societal impact of Science. *Procedia Computer Science*, 33, 289-296.

World Health Organization (Ed.). (2007). *Global age-friendly cities: A guide.* World Health Organization.

Yong-wei, L. (2004). About Science Popularization, Science and the Scientific Literacy [J]. *Journal of Tsinghua University (Philosophy and Social Sciences)*, 1, 016). China.

Zhang, D., Guo, B., & Yu, Z. (2011). The emergence of social and community intelligence. *Computer*, 44 (7), 21-28. IEEE Computer Society.



AGRADECIMIENTOS

Adeline Rodríguez, Adrián Blanco, Adriana González, Adriana Blanco, Alejandra Castro, Alejandra León, Alexander Barquero, Alfonso Cabarique, Ana Chinchilla, Ana Lourdes Acuña, Ana Robles, Andrea Ruíz, Andrés Araya, Andrés Caravaca, Antón Zamora, Arturo Molina, Arturo Vicente, Boris Cabezas, Brenda Alfaro, Carlos A. Redondo, Carlos Henríquez, Carlos Salazar, Carmela Velázquez, Carolina Flores, Carolina Taborda, Carolina Vásquez, César Monge, Christian Chaverri, Daniel Flores, David Bullón, Dennis La Touche, Diego May, Diego Ramos, Diego Vargas, Dora Montero, Eduardo Malavassi, Elena Gurdián, Eliana Ulate, Elizabeth Venegas, Ericka Valverde, Ezequiel Tacsan, Federico Ruíz, Felipe de León, Felipe Hangen, Fernando Herrera , Fernando Lizana, Floria Roa, Francisco Torres, Franklin Chang, Gabriela Vega, Gerald Navarro, Giselle Tamago, Gonzalo Mora, Guido Peralta, Guillermo León, Gustavo Azofeifa, Gustavo Richmond, Héctor Peralta, Ignacio Trejos, Ileana Valverde, Irene Baldoce, Jesse Blenn, Jonathan Leandro, Jonathan Navarro, Jorge Figueroa, Jorge Gamboa, Jorge Hernández, Jorge Jiménez, Jorge Ortega, Jorge Vargas, José A. Vega , José Belfest , José Gutiérrez, José Manuel Ascanio, José Ramírez, Juan Gmo. Chica, Julio Mata, Kathia Rodríguez, Kattia Aguilar, Keinor Rojas, Laura Ortiz, Leticia Carballo, Lizeth Martínez Redondo, Lourdes Vargas, Luis Ángel Matamoros, Luis D. Alfaro, Luis Diego Fallas, Luis Jiménez, Luis Muñoz, Luis Pablo Díaz, Luis Tacsan, Maikol Araya, María Auxiliadora Mora, María Carranza, María Esther López, María Santos, Mariana Delfino, Maricela Bonilla, Marjorie Sandí, Marsy Ramos, Mauricio Molina, Maycol Solórzano, Melany Ascencio, Melissa Céspedes, Miguel A. Moreno, Miguel Rojas, Natalia Coto, Noemy Coto, Olga Flores, Omar Gamboa, Oscar Pacheco, Oscar Quesada, Pablo Sauma, Pablo Soto, Paola Loría, Paola Orozco, Paul Fervoy, Rafael Porras, Ramón Molina, Randall Navarro, Raúl Barroso, Ricardo Osorno, Rocío Vásquez, Rodrigo Ortega, Rolando Aguilar, Rolando Dobles, Rosalía Morales, Rosaura M. Romero, Ruth Zúñiga, Santiago Núñez, Sergio Madrigal, Shirley Xiomara Ugalde, Silvia Arguello, Silvia González, Sinfong Acón, Sofía Blanco, Suhany Chavarría, Sylvia Aguilar, Tomás Ananía, Tomás de Camino, Vanessa Ramírez, Verónica Castro, Virginia Montero, Walter Barrantes, William Gutiérrez, Yamila Soto.



MINISTERIO
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y TELECOMUNICACIONES