

CAPÍTULO  
7Estrategia Siglo XXI:  
conocimiento e innovación  
hacia el 2050 en Costa Rica**Introducción**

Durante el 2005 un grupo de científicos costarricenses planteó la necesidad de elaborar una estrategia de largo plazo para el país en materia de ciencia y tecnología, con el objetivo de que esta contribuya en el proceso de planificación del desarrollo nacional y permita impulsarlo a partir de los conocimientos científicos y tecnológicos, así como enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que ofrece la economía mundial. Este capítulo presenta un resumen ejecutivo de la propuesta que surgió de esa iniciativa, en cuya elaboración se siguió una metodología participativa, de aproximaciones sucesivas, basada en el análisis y discusión de las principales tendencias y prospectivas de la ciencia y la tecnología. En este sentido, la estrategia sienta las bases para sustentar planes de inversión y formular políticas de Estado que trasciendan las distintas administraciones gubernamentales.

El proyecto contó con el aporte de un Consejo de Alto Nivel y un conjunto de veinte Grupos Temáticos con sus respectivos coordinadores y más de doscientas personas participantes. Además, dos consultores-coordinadores orientaron el trabajo conceptual y operativo.

Como resultado de la labor efectuada surgió lo que hoy se denomina la “Estrategia Siglo XXI”, cuyo punto de partida es el reconocimiento de la necesidad que tiene el país de contar con una adecuada definición de su estilo y modelo de desarrollo hacia el futuro. Considera muchas de las limitaciones actuales, rescatando del pasado los grandes logros que conformaron el bienestar y el

progreso de la nación y buscando en el presente los retos que deben enfrentarse para cerrar las múltiples y crecientes brechas económicas, sociales y educativas que hoy muestra Costa Rica. Con esta perspectiva se busca hacer de la ciencia, la tecnología y la innovación elementos centrales y articuladores del desarrollo nacional y del cambio que necesita el país para ser, en la primera mitad del siglo XXI, una nación desarrollada.

Este resumen expone los principales componentes e instrumentos de la Estrategia, que insertados adecuadamente en un Plan Nacional de Desarrollo más amplio y de largo plazo podrían llegar a constituirse en un factor determinante del cambio. Por ser un tema de especial relevancia en el debate nacional, y por su carácter propositivo y comparativo, el *Informe Estado de la Nación* ha considerado oportuno incluirlo dentro de la sección “Debates para el desarrollo”, como un aporte especial.

**Un plan de medio siglo en ciencia y tecnología para Costa Rica**

Para alcanzar mayores niveles de desarrollo humano, social y económico, entre otros, se requiere hacer del conocimiento científico y tecnológico un elemento fundamental de la cultura, del valor agregado de la producción de bienes y de la prestación de servicios a la sociedad. En este sentido, la educación, la ciencia y la tecnología han constituido y deben constituir siempre una herramienta esencial para impulsar el desarrollo humano sostenible de Costa Rica.

Desde los primeros años de vida republicana, en el siglo XIX, el Dr. José María

Castro Madriz señaló la importancia estratégica de la ciencia como base del progreso y la soberanía del país. Más adelante, este enfoque centrado en la educación y el conocimiento permitió que en el siglo XX el Estado, como motor del desarrollo, implementara nuevas modalidades de educación y formación de recursos humanos, especialmente para el fomento de la producción y el crecimiento de la infraestructura, así como para la ampliación de los servicios de salud, educación, vivienda, agua, banca y finanzas, energía y telecomunicaciones, entre otros, los cuales han perdurado en el tiempo y han propiciado condiciones adecuadas para mejorar la calidad de vida de las y los costarricenses.

A través del trabajo realizado por los Grupos Temáticos, que se plasman en el documento *La Ciencia y la Tecnología en Costa Rica: aportes para su diagnóstico*, se ofrece un panorama de los principales logros y carencias que deben ser considerados cuidadosamente al momento de plantear aspiraciones en este campo.

El diagnóstico evidencia que hay logros importantes, en áreas cuyos avances permiten calificarlas como de gran desarrollo, frente a otras con grandes rezagos y carencias, sobre todo de recursos humanos. La productividad es diversa y se concentra en unas pocas áreas, fundamentalmente en las ciencias exactas y naturales y las de la salud.

La principal carencia identificada es la de una adecuada articulación de grupos, disciplinas y especialidades, entre ellos y con el sector productivo. La práctica de la complementación y la cooperación se da

mayormente hacia el extranjero. Tampoco existen mecanismos e incentivos que promuevan la cooperación local, como sí sucede en el caso de la cooperación internacional. No ha habido tampoco un adecuado desarrollo endógeno en lo relativo a la transferencia y adaptación de tecnología del exterior, ni una eficiente gestión de la propiedad intelectual en sus aspectos políticos, económicos y técnicos.

### Metas de la estrategia

La aspiración para el próximo medio siglo es que Costa Rica esté, en los índices internacionales significativos, en el 10% superior. Por lo general los índices de desarrollo ubican al país en el tercio más alto (por ejemplo, el índice de desarrollo humano) o en la mitad superior del conjunto de las naciones. Esto lleva a la imagen de una Costa Rica más cercana al perfil de algunos de los países de mayor desarrollo humano en la actualidad. Se plantea así una estrategia de desarrollo que hale a partir de esta visión y aspiración de medio siglo, desde la situación actual.

Vislumbrar los rasgos que podría tener el mundo a mediados de este siglo, y el contexto amplio en el que un país pequeño como Costa Rica tendrá que actuar, ayuda a superar tres limitaciones de cualquier estrategia: a) salir del "cortoplacismo", b) otear opciones que el mediano y el largo plazo pueden ofrecer; y c) crear una doble tarea para esta Estrategia, la de ser halada desde el 2050 por los retos de medio siglo y la de ser empujada desde las urgentes acciones que, hoy y aquí, se proponen para construir el futuro.

En la literatura hay innumerables estudios sobre los escenarios para el futuro. Aquí el objetivo no es hacer prospectiva, sino llamar la atención sobre tres grandes tendencias. La primera se refiere a los actuales patrones de producción y consumo mundial, es decir, a que la relación entre insumos y productos es altamente intensiva en consumo de los recursos del planeta. La segunda señala los cambios demográficos que se estima van a marcar las siguientes décadas y, en particular, adónde crecerá la población y cómo será su estructura por edades. La tercera apunta, con mucha cautela, a las disciplinas científicas y tecnológicas innovadoras que pueden, entre otras posibilidades, plasmarse en los años

siguientes. Estas tres tendencias sientan los retos que halan desde el 2050 la formulación de la Estrategia<sup>1</sup>.

### La estructura del plan: una síntesis

El documento parte de ver el hoy desde el año 2050. Ello tiene un propósito explícito: no ver solo los logros y restricciones actuales (el diagnóstico o estado de situación), sino las oportunidades y posibilidades diversas de transformar el presente si se tiene la mirada lúcidamente puesta en el 2050.

El plan consta de seis capítulos, el primero introduce los objetivos del proyecto, la metodología y las etapas de la Estrategia. En el capítulo 2 se establece el contexto global hacia el 2050 y el análisis de los tres grandes temas citados: los patrones de producción y consumo que se proyectan para las próximas décadas, los cambios demográficos y la forma en que se vislumbra se hará ciencia y tecnología.

Las tendencias en ciencia, ingenierías y tecnologías, que los centros más avanzados en el ámbito mundial están planteando como posibles caminos para las décadas siguientes de este siglo, constituyen el foco de atención del capítulo 3. Comprender estas tendencias, desde el año 2050 hacia atrás, pretende, de nuevo, que se pueda pensar de una manera innovadora qué es necesario y no solo qué es posible hacer para construir una visión de país para el medio siglo venidero.

El capítulo 4 construye una visión de país, sobre la base de los dos anteriores, y compara las brechas que es necesario superar, para avanzar por un camino seguro hacia la Costa Rica del 2050.

Las premisas, los propósitos y la estrategia del Plan de Medio Siglo se plantean en el capítulo 5, partiendo de sus conceptos básicos y sus objetivos. Se analiza la estrategia posible para incidir en objetivos de la sociedad y para replantear un sistema nacional de educación, ciencia y tecnología y una red nacional de innovación que respondan a las aspiraciones y a las necesidades del país durante los próximos cincuenta años. La estructura del sistema, en sus instituciones, representa el elemento de oferta de ciencia y tecnología y la red nacional de innovación el elemento de demanda.

Finalmente el capítulo 6 explicita una primera propuesta de acciones. Se plantean

tres horizontes temporales: el del 2015, con una serie de acciones de puesta al día; el del 2025, con la propuesta de construcción de una plataforma sólida para el despegue; y el del 2050, como un horizonte de largo plazo en el que se materializan las aspiraciones de una sociedad de alto desarrollo humano, con recursos limitados. También, se presenta un primer esbozo de la estrategia de financiamiento del Plan de Medio Siglo.

### La ciencia y la tecnología hacia el 2050

Para entender los retos del futuro, Costa Rica debe basar su análisis en una dimensión holística. Esto introduce el elemento de la ética del desarrollo a la reflexión colectiva global y provee una brújula para sortear los escollos mayúsculos de mediados de siglo. Lo que Costa Rica hace hoy, debe tener como contexto lo que los actuales centros neurálgicos del desarrollo científico y tecnológico están visualizando como las grandes tendencias hacia el 2050. El enfoque es pensar en la estrategia nacional, pero halada desde la ciencia y tecnología de punta a nivel mundial, no solo de hoy, sino la que se vislumbra para el 2020 o el 2050.

Cuatro enfoques orientan la propuesta. El primero se refiere a las llamadas *tecnologías convergentes*. El segundo es el enfoque de las *plataformas tecnológicas estratégicas*. El tercero se refiere a apuntar a los *retos potenciales de la sociedad* para mediados de siglo. La cuarta perspectiva se centra en tener *una brújula hacia los grandes objetivos ético-sociales del desarrollo*, que incluyen la convivencia entre los seres humanos y con la naturaleza.

### Las tecnologías convergentes

Las tecnologías convergentes pueden definir las avenidas principales de lo que serán la ciencia y la tecnología de las próximas décadas. Son sistemas de conocimiento científico y tecnológico que tienen sinergias entre sí y son a la vez tecnologías facilitadoras.

La Estrategia identifica cuatro tecnologías, que están empezando a tener un significativo impacto en la ampliación de las fronteras del conocimiento, facilitando la profundización dentro de cada área y entre distintos campos de las ciencias naturales y sociales, a saber: nanotecnología<sup>2</sup>, biotecnología<sup>3</sup>, infotecnología<sup>4</sup> y cognotecnología<sup>5</sup>. Vislumbrarlas en el 2020 o el 2050, o

más relevante aún, en sus trayectorias tecnológicas del presente al futuro, les da un enfoque prospectivo, de largo plazo y comprensivo, a las acciones de una estrategia en ciencia y tecnología para Costa Rica.

### Las plataformas tecnológicas estratégicas

La idea es construir sobre las fortalezas que puedan generar ventajas competitivas sostenibles. Las plataformas estratégicas se refieren a un grupo de tecnologías cuya aplicación no se limita a un producto vertical único, o a un sector productivo estrecho; se construyen sobre una base subyacente de conocimiento científico y de habilidades, y su identificación y desarrollo pueden facilitar la creación, para un país o región, de un rasgo distintivo, significativo y durable de ventaja competitiva. Las plataformas tecnológicas coadyuvan en el avance de importantes áreas del sistema de innovación de un país, y pueden contribuir a varios objetivos de políticas nacionales o regionales.

Las plataformas tecnológicas deben tener muy claras las tecnologías convergentes, pero también los retos de la sociedad y su visión acerca del desarrollo. Son entonces un puente entre el hoy y el 2050, y en esta medida facilitan:

- La selección de áreas para el financiamiento de la investigación.
- El establecimiento de una agenda de investigación aplicada, enfocada hacia la producción.
- La construcción de redes productivas entre empresas pequeñas, medianas y grandes, nacionales e internacionales.
- La atracción de inversión extranjera directa en un marco de mayor impacto social y económico.
- El enfoque de las actividades del Estado.

### Apuntar a los retos de la sociedad

Para conectar el hoy con estrategias de largo plazo se debe apuntar a los retos de la sociedad, para tratar con las más importantes preocupaciones económicas, sociales y ambientales de las y los habitantes. Es esencial vincular la ciencia y la

tecnología con unas pocas áreas de interés e impacto para la sociedad. Estas áreas, además de alimentarse de su propio cuerpo de conocimiento específico, deben nutrirse también de la sinergia con otras disciplinas y entender los modelos sociales. En este contexto destacan la agricultura, la energía, el ambiente, los servicios de salud, la seguridad, el transporte y los demás servicios. No es ciencia y tecnología para sí, sino para contribuir a una visión de país y para empatarla con los cambiantes valores y rasgos de la identidad nacional, en la cual la creación de riqueza y el crecimiento económico reconocen el papel del mercado, junto al rol estratégico del Estado, en la redistribución de ese crecimiento y esa riqueza para generar progreso con bienestar.

### Los grandes objetivos éticos y sociales del desarrollo

Este enfoque se centra en tener una brújula orientada hacia los grandes objetivos éticos y sociales, la que ayudará a hacer de una estrategia un proceso con visión de

país y de mundo. En resumen, se trata de construir una estrategia halada desde el 2050 y empujada por una visión de país, es decir, una brújula que señale desde hoy adónde se quiere llegar, tal como se ilustra en la figura 7.1.

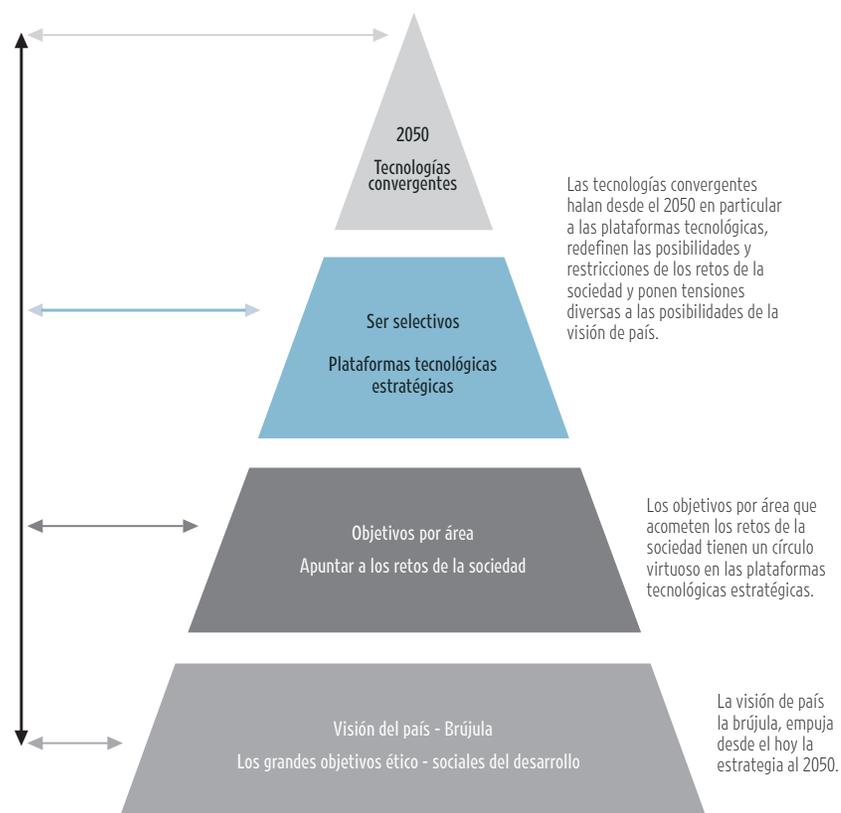
### La visión de país: Costa Rica en el 2050

La visión de país puede empezar a construirse tomando como puntos de partida y de llegada los logros sociales, culturales y económicos de un pequeño grupo de países que hoy presentan un muy alto desarrollo humano: Noruega, Dinamarca, Suiza, Finlandia y Suecia. No se propone imitar irreflexivamente lo que hoy son estos cinco países, ni tampoco se renuncia a los valores y la idiosincrasia costarricense; antes bien, se incorporan los aspectos más positivos de su desarrollo humano y su éxito social.

Cabe señalar que las experiencias positivas de otros países europeos, como Irlanda, o bien del sureste asiático, como Malasia, son también importantes ejemplos para Costa

FIGURA 7.1

#### Cuatro elementos de una pirámide halada desde el 2050



Fuente: Proyecto Estrategia Siglo XXI, 2006.

Rica, pero sin perder de vista que su desarrollo presenta algunas características no deseadas en la consideración de lo que aquí se denomina “país de referencia CR-2050”.

### Algunos desafíos para la Costa Rica del año 2050

- Es posible vivir con alta calidad aunque se tengan menos ingresos y ser, a la vez, muy productivo.
- Es factible incluir al mayor número de personas en el desarrollo y hacerlo con equidad.
- Es necesaria la tecnología que crea redes. Se puede ser altamente competitivo sobre una diversidad de tipos de “infraestructura social”.
- La eficiencia energética y la preocupación ambiental son complementarias de lo anterior.
- Lo que se hace hacia adentro y lo que se logra hacia afuera constituyen una unidad indisoluble.

El país CR-2050 muestra un estilo de desarrollo que combina diversos elementos, logra sinergias, supera aparentes posiciones que en otros lugares se presentan como maniqueas y lo hace de una manera consistente:

- Aprecia más la calidad que la cantidad, al lograr con un menor ingreso un mayor desarrollo humano, una menor pobreza y una mayor igualdad.
- Valora el papel de las tecnologías y el trabajo en red como un método de interacción con la gente, no solo como un esfuerzo individual, que permite prepararse para innovar y hacer un uso efectivo de la ciencia y la tecnología.
- Hace de la competitividad un proceso sistémico en la vida cotidiana.
- Construye en sus cimientos como sociedad el valor de lo ambiental y una cultura de la eficiencia en el uso de los recursos, en particular los energéticos.

- Despliega una acción internacional consecuente con sus principios de convivencia.

Estos elementos conforman una visión de país, un conjunto de valores de la sociedad, una ética del desarrollo. En síntesis, un estilo de desarrollo que implique:

- Mayor ingreso con calidad de vida.
- Desarrollo humano con equidad.
- Desarrollo tecnológico e innovación.
- Competitividad sistémica en lo “macro” y en lo “micro”.
- Uso de los recursos con eficiencia y sostenibilidad.
- Relación hacia el resto del mundo con solidaridad.

Costa Rica en el 2050 tiene un perfil en ciencia y tecnología diferente al de los países de ingreso medio alto:

- Invierte seriamente en investigación y desarrollo, en un proceso que tiene profundas raíces en las empresas.
- La investigación tiene un anclaje en la educación superior, pero en menor proporción que en el caso de las empresas y en las actividades de carácter estratégico.
- Cuenta con una amplia oferta de graduados en ciencia y tecnología para posibilitar un salto cualitativo.
- La profesión de investigador y las actividades conexas son un componente importante de la fuerza laboral.

### CR-2050: una síntesis de su comparación con la Costa Rica de hoy

Tomando como punto de referencia los logros alcanzados por países que muestran mayores avances en ciencia, tecnología y desarrollo humano, y a partir de las bases que hoy tiene Costa Rica, se realiza un ejercicio prospectivo para establecer metas por alcanzar (cuadro 7.1).

Para la comparación se utiliza un conjunto de veinticuatro indicadores agrupados en cinco categorías de desempeño (económico y desarrollo humano; institucional; innovación; educación y recursos humanos; infraestructura de información). Estos indicadores se normalizan en cada caso con respecto al mejor indicador en el mundo, que recibe un valor de 10.

Para lograr que el país alcance las metas propuestas para el 2050, será necesario:

- Aumentar en casi un tercio la matrícula en ciencias e ingenierías en la educación terciaria en general (multiplicar por 1,62 lo que se tiene hoy).
- Pasar de unos 2.000 investigadores (533/millón), con la población redondeada de cuatro millones, a unos 28.500 en el 2050, una diferencia de más de 14 veces (multiplicar por casi 9 veces lo que se tiene hoy).
- Incrementar en al menos un 2,6% del PIB la inversión en investigación y desarrollo, para llevarla a 2,9% (multiplicarlo por 9,5 veces).
- Incrementar la publicación anual de artículos en revistas científicas y tecnológicas, de unas docenas a unos 5.000 artículos, un incremento de 44 veces.
- Pasar de decenas a centenares de patentes para alcanzar unas 900 por año, unas 60 veces más.
- Aumentar la escolaridad promedio a 11 años, unas 1,7 veces más.
- Tener a todos los adolescentes en secundaria (aumentar 1,85 veces).
- Triplicar, con respecto a la población empleada, el número de profesionales y técnicos en ciencia e ingeniería, hasta alcanzar un tercio de la fuerza laboral, o sea, unas 2,5 veces más.
- Transformar el perfil estudiantil del conjunto del país para hacer de la educación terciaria la norma. La meta sería que el 65% de la población en edad para estudiar asista a este nivel educativo, lo cual implica un incremento de 3,2 veces.

CUADRO 7.1

**Indicadores de desempeño de Costa Rica**

Indicador <sup>a/</sup>	2004 <sup>b/</sup>	2050
<b>Desempeño económico y desarrollo humano</b>		
PIB per capita (miles de dólares)	6,08	9,15
Índice de desarrollo humano	6,75	9,27
<b>Desempeño institucional</b>		
Propiedad intelectual bien protegida	4,84	8,95
Nivel de competencia local	4,00	7,30
Calidad de la regulación	5,69	9,32
Marco legal	6,61	9,64
Efectividad del gobierno	6,06	9,32
Voz y rendición de cuentas	8,19	9,75
Control de corrupción	7,32	9,56
<b>Desempeño en innovación</b>		
Matrícula en CyT (% de estudiantes en la educación terciaria)	1,86	5,82
Investigadores en I&D/millón de habitantes	4,22	9,33
Inversión total en I&D como porcentaje del PIB	2,00	8,85
Artículos en revistas científicas y técnicas/millón de habitantes	4,72	9,62
Aplicación de patentes otorgados por USPTO <sup>c/</sup> /mil habitantes	6,91	9,13
Desarrollo de clusters	2,95	8,45
<b>Desempeño en educación y recursos humanos</b>		
Años promedio de escolaridad	3,91	9,15
Matrícula en secundaria	3,13	9,28
Matrícula en educación terciaria	4,57	8,98
Profesionales y técnicos como porcentaje de la PEA	3,24	9,50
Calidad de la educación en ciencia y matemática	5,16	7,60
<b>Desempeño en infraestructura de información</b>		
Teléfonos/mil personas	4,77	9,43
Computadoras/mil personas	7,58	9,45
Nodos de Internet/diez mil personas	5,71	9,36
Usuarios de Internet/diez mil personas	6,48	9,14

a/ Refleja un *ranking* del país en relación con los restantes 127 países de la muestra. Los indicadores fueron normalizados con respecto al país que ocupa la mejor posición a nivel mundial, el cual recibe una puntuación de 10. El 10% de países con los valores más altos obtiene un puntaje normalizado entre 9 y 10, el segundo mejor 10% se localiza entre 8 y 9, y así sucesivamente. Se utilizó la base de datos del Knowledge Assessment Methodology (KAM) del Banco Mundial.

b/ Valor en el año o el más cercano a este.

c/ United States Patent and Trademark Office.

Fuente: Proyecto Estrategia Siglo XXI, 2006.

- Hacer un uso profundo y enraizado en las actividades de la sociedad de las tecnologías de la información, multiplicando por unas 60 veces indicadores como el número de nodos de Internet por 10.000 personas, o cualquiera que sea el equivalente en el año 2050.

### ¿Cómo deben ser la ciencia y la tecnología en la Costa Rica del 2050?

Las aspiraciones en materia de ciencia y tecnología para el año 2050 apuntan a:

- Invertir más en investigación y desarrollo.

- Otorgar a esta inversión un carácter endógeno en las empresas, de manera que se constituya en una actividad halada por la demanda productiva y empujada por la oferta desde la empresa y, en menor medida, desde las universidades.

- Las instituciones de educación superior deben ejercer parcialmente el efecto de empujar desde la oferta de ciencia y tecnología; se requiere una raíz sólida de investigación y desarrollo, pero mucho más definida y limitada en el porcentaje de recursos para ese sector.

- Hacer de los investigadores un sector mucho más significativo con respecto al total de la población empleada, sobre la base de una apreciación y un interés por otorgar incentivos a esa profesión.

- Lograr que el recurso humano vinculado a actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología constituya una proporción sustancial del total de la población económicamente activa, de alrededor de un tercio de ella.

La formación de profesionales en ciencias e ingenierías pasa por una etapa de transición muy acelerada. Sin embargo, se requiere incrementar de modo significativo su proporción con respecto a la población económicamente activa, para que el porcentaje de graduados llegue a un nivel tal que permita alimentar en forma sostenida las necesidades de recursos humanos calificados en investigación y desarrollo y lograr un mayor impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

### Principales objetivos de la Estrategia

En síntesis, la Estrategia se propone lograr un desarrollo humano, social y económico que permita a Costa Rica alcanzar el nivel de nación desarrollada en la primera mitad del siglo XXI, en un contexto en el que la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación tengan un papel fundamental. Para ello será necesario:

- Contar con recursos humanos idóneos en todos los sectores, para enfrentar con éxito los retos del desarrollo, pero sobre todo por su papel multiplicador en las instituciones de formación y de investigación.

- Lograr una inserción más justa y fructífera de todos los sectores sociales en la era de la información, en la economía mundial y en la economía basada en el conocimiento, que conlleve acciones referentes a la equidad de género y a la atención de sectores con menor acceso a esta sociedad del conocimiento.

- Impulsar la diversificación de exportaciones y las inversiones externas,

como parte de un proceso en el que la educación y el conocimiento mejoren la competitividad del país.

- Acelerar el desarrollo de la pequeña y mediana empresa nacional, para que mejore su competitividad en el mercado interno frente a las importaciones y se integre al comercio internacional con mayor valor agregado en conocimiento, especialmente en aquellos sectores de producción primaria, agrícola, pecuaria, agroindustrial y de manufactura que hoy dependen principalmente de la mano de obra.
- Modernizar y ampliar los servicios sociales para elevar la calidad de vida de las y los habitantes del país.
- Incorporar la ciencia y la tecnología en la cultura nacional.
- Diseñar un mapa que transforme a Costa Rica en un robusto motor científico y tecnológico a nivel mundial en los próximos cincuenta años.

El impulso de la ciencia y tecnología permitirá atender las necesidades que el país tiene hoy en distintos planos:

- 1) En el plano del desarrollo humano y social, la ciencia y la tecnología deberán contribuir a:
  - fortalecer la lucha para disminuir la pobreza;
  - mejorar la educación como factor de movilidad social;
  - universalizar el acceso a la tecnología;
  - ampliar los servicios de salud preventiva y curativa, y
  - mejorar la alimentación de la población y en particular de los estratos de menores ingresos.
- 2) En el plano económico y productivo, la ciencia, la tecnología y la innovación deben:
  - contribuir a la generación de empleo, a la equidad y al fortalecimiento de la micro, pequeña y mediana empresa, incluyendo los encadenamientos entre sí y con empresas de mayor porte;
  - apoyar la mayor competitividad del país y de las empresas, especialmente

las basadas en conocimientos científicos y tecnológicos, e

- incrementar el valor agregado de conocimiento en las exportaciones del país y en la producción nacional, bajo condiciones de mayor apertura.
- 3) En el plano energético y ambiental, la ciencia y la tecnología deberán:
    - contribuir a crear gradualmente una mayor suficiencia energética, basada en tecnologías idóneas y sostenibles desde el punto de vista ambiental;
    - suministrar agua potable en forma universal y adecuada, como elemento indispensable de la calidad de vida, y
    - contar con sistemas de tratamiento de desechos sólidos y para el vertido de aguas, así como con programas sustantivos de reciclado de los desechos que resultan de las actividades humanas y productivas.
  - 4) En el plano de la sociedad del conocimiento, se deberá propiciar:
    - equidad en el acceso al conocimiento para todos los estratos de la sociedad, y
    - reconocimiento social del investigador y del emprendedor.

### El plan de acción: cimientos y etapas

Finalmente, la Estrategia propone un plan de acción basado en cuatro cimientos y tres etapas:

1. Las complementariedades entre destreza/educación y tecnología.
2. La ciencia y la tecnología ligadas a la innovación.
3. La construcción de una red nacional de innovación y de un sistema nacional de ciencia y tecnología.
4. La articulación entre lo científico, lo tecnológico y la innovación con las otras disciplinas del conocimiento social y de las humanidades, y entre todas estas y la cultura y la sociedad en general.

En relación con las etapas, la primera se denomina de *puesta al día*, y abarca un período de diez años (del 2006 al 2015). El inicio de la segunda se traslapa con el final de la anterior; es la etapa de *construcción de una plataforma de despegue*, que

comprende del 2010 al 2025. Finalmente, la tercera etapa, llamada *horizonte de largo plazo*, lleva del 2025 al 2050. Los contenidos principales de cada una se resumen a continuación.

### Etapa I: Acciones de puesta al día (2006-2015)

Un catalizador inicial, aunque no suficiente, está propuesto en el proyecto de préstamo BID CR-0153, el cual prevé una inversión total de 43 millones de dólares (30 millones aportados por el BID y una contrapartida nacional de 13,55 millones) destinada a polos estratégicos seleccionados: biología, ciencia e ingeniería de los materiales, y tecnologías de información y comunicación. El proyecto consta de dos componentes: generación y difusión de conocimientos para el sector productivo, y fortalecimiento institucional y social para la innovación. El desarrollo de estos dos componentes implicará, a su vez, el impulso de cuatro líneas de acción específicas:

- a. Recursos humanos: las complementariedades entre destrezas/educación y tecnología
  - Puesta al día de los recursos humanos en ciencia y tecnología. El plan de acción busca producir, al término del período, un aumento importante en la masa crítica del recurso humano del más alto nivel, en los grandes campos del desarrollo nacional.
  - Puesta al día de los recursos humanos catalizadores de la innovación. El plan de acción busca producir una masa crítica de personas dedicadas a la innovación, y que se sienten las bases para una red de innovadores, tanto en la academia como en la empresa y los entes clave del Estado.
  - Puesta al día de los recursos humanos en otros niveles del sistema educativo. El plan de acción busca ampliar considerablemente la calidad y el número de técnicos medios, tecnólogos y profesionales asociados, y sus formadores, y hacer del tránsito del mundo del trabajo al del estudio y viceversa uno muy flexible y fluido, apoyado por un sistema nacional de formación técnica.

- A esto se suman dos esfuerzos que deben sostenerse: un continuo fortalecimiento del Sistema de Colegios Científicos Costarricenses y el programa de fomento de la vocación creativa de jóvenes estudiantes.
- b. Articulación y cooperación para el desarrollo de la innovación tecnológica empresarial
- Puesta al día del desarrollo de los mecanismos demanda-oferta en la relación empresa-universidad. El plan de acción busca producir, al término del período, el incremento de la transferencia de tecnologías y conocimientos hacia el sector productivo nacional, de manera individual o sectorial, y empezar a hacer más estrecha la relación entre empresas y centros universitarios de investigación
  - Fortalecimiento de iniciativas para apoyar la investigación, el desarrollo aplicado y la innovación en áreas clave. El plan busca inicialmente crear las condiciones, luego generar proyectos conjuntos y por último tener experiencias exitosas y sostenibles durante el período 2006-2010.
  - Incorporación del conocimiento en las pequeñas y medianas empresas (PYME), apoyo al desarrollo de proveedores y al encadenamiento de bienes y servicios tecnológicos. El plan se orienta a incorporar explícitamente a las PYME en los esfuerzos del Plan de Medio Siglo, en particular a aquellas relacionadas con la producción agrícola, pecuaria, agroindustrial y de manufactura, que son dependientes de la mano de obra.
- c. Replanteamiento del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación
- Definir de modo conceptual y organizacional las diferencias y las complementariedades entre una red de innovación tecnológica y el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. El plan de acción busca resaltar dos cosas:
    - i. La red de innovación, aunque impulsada por el Estado, organizaciones empresariales y académicas de investigación, tiene su lugar de residencia en las empresas; debe mimetizarse paulatinamente con el mercado y formar parte natural de la innovación en la cadena de valor de las unidades productivas.
    - ii. Se requiere un dinámico, articulado y eficaz sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, esto es, una dirección estratégica que coordine y busque acuerdos, que tenga una alta capacidad para tomar de decisiones, sea capaz de fomentar la ejecución del plan, que rinda cuentas y evalúe los resultados.
  - Impulsar la red o sistema de innovación. El plan tiene por objeto:
    - i. Hacer explícito que debe fomentarse una red nacional de innovación, estimulando a los actores más dinámicos. En su primera etapa el Plan de Medio Siglo señala qué acciones concretas son las que permitirían obtener el perfil de la futura red nacional de innovación.
    - ii. Elevar la capacidad de dirección estratégica y de coordinación con un remozado sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. El plan de acción se encamina a crear fuertes sinergias entre los entes que formal o informalmente deberían ser parte de este sistema.
  - d. Fortalecimiento de las relaciones entre ciencia, cultura y sociedad
 

En este tema hay varias acciones que impulsar. Debe partirse de la relevancia de las ciencias sociales y las humanidades para comprender el entorno político y social del país y las consecuencias, intencionadas o no, de las transformaciones científicas y tecnológicas. Para la etapa del 2006 al 2015 el plan sugiere diversas acciones, algunas de las cuales implican, como mínimo, acometer los puntos contenidos en el proyecto BID CR-0153.

    - Articular de manera selectiva pero continua las ciencias sociales y las humanidades. Un punto relevante es empezar a incorporar, según sea apropiado, a científicos sociales y especialistas en humanidades en aspectos relevantes de este plan. Se sugiere iniciar con equipos interdisciplinarios y eventualmente constituir un centro de estudios sobre desarrollo de las ciencias naturales y sociales, las tecnologías y las humanidades.
    - Difundir y estimular la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. Los proyectos serán abiertos a concurso y orientados a propiciar la iniciativa de sectores locales. Se apoyará a las organizaciones de la sociedad civil que impulsen una amplia divulgación científica y tecnológica y se utilizarán los diferentes medios disponibles, como el periodismo, los documentales y las publicaciones periódicas especializadas.
    - Impulsar el fortalecimiento de las organizaciones independientes y sin fines de lucro de la comunidad científica y tecnológica. Aquí se visualizan las academias nacionales de las ciencias, de medicina, de las ingenierías y tecnologías que pudieran surgir, y la consolidación de la Asociación Nacional para el Avance de la Ciencia y la Tecnología.
    - Apoyar la cultura científica y tecnológica. Se propone desarrollar un conjunto de actividades, como el análisis y focalización de beneficiarios y comunidades de intereses técnicos comunes, y el diseño de la arquitectura de implementación y “empaquetamiento” apropiado para diseminar masivamente la información prevista en esas comunidades.

### Etapa II: Acciones para la construcción de una plataforma de despegue (2010-2025)

En esta etapa se dará un salto cualitativo y cuantitativo importante en los cuatro cimientos mencionados anteriormente. Además, los siguientes puntos resumen los nuevos retos de esta etapa:

- Búsqueda de un consenso muy robusto para el desarrollo de áreas y polos estratégicos de ciencia y tecnología en el corto plazo.

- Consolidación del Sistema Nacional de Estudios de Doctorado (interuniversitario e internacional).
- Consolidación de la Red de Centros de Innovación Tecnológica e intermediación universidad-empresa.
- Creación de la Red de Instituciones Politécnicas y Parauniversitarias.
- Incremento de la inversión en ciencia y tecnología al 2% del PIB.
- Transformación de la producción bajo el régimen de zona franca en una red de parques tecnológicos.

### Etapa III: Acciones para el horizonte de largo plazo: hacer realidad la visión y el desarrollo (2025-2050)

A partir del 2025, el Plan será impulsado sobre la base de los avances de la fase previa. Además de las cuatro áreas, con tareas más maduras e innovadoras, los siguientes puntos añaden retos a esta etapa:

1. Búsqueda de consenso remozado sobre áreas estratégicas y polos del desarrollo científico y tecnológico, para su desarrollo en el largo plazo.
2. Internacionalización del Sistema Nacional de Estudios de Doctorado (atracción de estudiantes extranjeros).
3. Consolidación y expansión de la Red de Instituciones Politécnicas y Parauniversitarias.
4. Incremento de la inversión en ciencia y tecnología al 3% del PIB.

### Inversión y financiamiento del plan

La participación estatal y de los sectores privados en las últimas décadas ha sido insuficiente y no ha permitido al país contar con un modelo sostenible de financiamiento en ciencia y tecnología. Es así como Costa Rica se encuentra por debajo de la media latinoamericana en lo que concierne a inversión en este rubro con respecto al PIB. Según los datos publicados por el Registro de Información Científica y

Tecnológica (RICyT), el país invierte el 0,39% del PIB (año 2000), mientras que la media de América Latina y el Caribe es de 0,59%. En las naciones más desarrolladas la inversión media está por encima del 2% del PIB.

Tradicionalmente el MICIT y el CONICIT han tenido un pequeño fondo para apoyar algunas actividades de investigación; no obstante, el porcentaje de recursos que se destina a financiar proyectos proviene fundamentalmente de:

- Fondos de incentivos y fondos de riesgos para la investigación (FORINVES).
- Aportes de las universidades públicas a partir de los recursos provenientes del Fondo Especial para el Financiamiento de la Educación Superior Universitaria Estatal (FEES).
- Fondos generados por la prestación de servicios científicos y tecnológicos.
- Aportes de fundaciones y organismos privados establecidos en el país, tales como la Fundación CR-USA y Fundecooperación.
- Cooperación internacional.

Hay que destacar el aporte fundamental que hacen las universidades públicas para el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica del país. En términos porcentuales, la UCR aporta el 15% de su presupuesto a la promoción de la investigación, la UNA un 4,7% y el ITCR un 7,6%.

Para la ejecución del Plan en su etapa inicial, un factor importante, pero que no cubre el conjunto de los requerimientos, es el ya mencionado préstamo del BID, que podría impactar favorablemente en este sentido. De igual manera, el proyecto de asistencia de la Unión Europea en el campo de la biotecnología será una muy significativa fuente de financiamiento para la ejecución del Plan en el período 2006-2010.

Respecto al tema del financiamiento, un hallazgo relevante es que en la actualidad, por una parte, no existe una base sobre la cual definir cuánto se está invirtiendo en ciencia, tecnología e innovación, y por otra, hay dispersión con respecto al rumbo estratégico de la inversión. Por lo tanto, las

acciones de puesta al día en financiamiento en la primera etapa del plan incluyen: a) la cuantificación de la inversión, para tener una robusta base de comparación, y b) la definición de los componentes principales de la fuente de los recursos y la meta para el 2015.

La estrategia identifica los siguientes componentes o fuentes de financiamiento:

1. El "contar" las iniciativas y esfuerzos que configuran el universo de actividades de ciencia, tecnología e innovación, o que están fuertemente vinculadas a la catalización de esas disciplinas en el país. Ello ayudaría a definir mejor los actores, programas y actividades de inversión en los sectores público, académico y empresarial.
2. A esto es necesario sumar los recursos externos que formarían un componente relevante de las fuentes de financiamiento para los próximos años, en particular los recursos del BID y de la Unión Europea y de otros proyectos como el de educación con el Banco Mundial.
3. La robustez del plan y su sinergia con aspectos importantes de la vida nacional puede permitir reorientar recursos que, de otra manera, no se destinarían a actividades de ciencia, tecnología e innovación.
4. Es de esperar que, en los años siguientes, el sistema financiero nacional establezca nuevas líneas para apoyar y complementar los componentes anteriores, y que con ello se eleve la inversión en ciencia, tecnología e innovación, que incluya, entre otros, fondos de capital semilla, de capital de riesgo y de inversión de capital en general.
5. Finalmente, es muy probable que para cerrar la brecha tecnológica se requieran recursos directamente del Presupuesto Nacional.

El plan propone dedicar inicialmente como mínimo un 1% del PIB a inversión en ciencia, tecnología e innovación. En forma escalonada, partiendo de la base que se definirá en el 2006, se aumentará la inversión hasta alcanzar, al final del 2015, ese

porcentaje del producto, en el entendido de que se partirá de una alta proporción de la actividad de ciencia, tecnología e innovación concentrada en las universidades y en el sector público. En esta etapa se deben iniciar las acciones tendientes a incrementar la participación de las empresas en este esfuerzo, especialmente mediante un vigoroso programa movilizador de estímulos fiscales y no fiscales a la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas y del mercado financiero, con la creación de mecanismos y fondos de inversión y riesgo para emprendimientos basados en el conocimiento científico y tecnológico.

Para la segunda década del siglo XXI se tiene como meta pasar al 2% del PIB, y para el 2050 al 3% del PIB. El período 2010-2025 significa el inicio de un cambio muy importante: empieza el proceso para que crecientemente la inversión se realice desde las empresas. Se trataría de un “gran quiebre” en la estructura de la inversión. Podría esperarse que se pueda llegar a un 40% de inversión proveniente de este sector. En el período del 2025 al 2050 esta proporción debería subir a entre 60% y 70%.

### Consideraciones finales

Para que el país llegue a alcanzar el nivel del 10% superior en los principales indicadores internacionales de ciencia, tecnología e innovación, partiendo de la actual posición (fuerza motriz de la propuesta), será necesario considerar en todas las etapas de la estrategia los elementos que se detallan a continuación:

El mapa de los retos debe evaluarse en cada etapa y ser, operativamente, a lo que se le dé seguimiento. El enfoque del Plan de Medio Siglo fue repensar el hoy, en función de metas para el año 2050. Un grupo de países, y sus condiciones de desarrollo en la actualidad, fueron seleccionados como referencia del adelanto al que podría aspirar Costa Rica para entonces. La programación por etapas, las brechas superadas y lo que falta hacer en cada

fase para cumplir con ese mapa de retos es parte de la siguiente ronda de consultas del Plan. Parte esencial de la convalidación de la propuesta será también revisar, reducir, ampliar o cambiar el mapa de retos.

La visión de país es la orientación o brújula que permite valorar si el esfuerzo va por una buena dirección. En la siguiente ronda, para precisar las acciones del Plan de Medio Siglo, en forma interactiva deben confrontarse las acciones con la visión, para tener una coherencia entre lo uno y lo otro. La visión, si se quiere, es la “utopía” a la que se aspira.

Los objetivos de la sociedad y las tecnologías asociadas apuntan al cumplimiento de la visión. Dado que los objetivos de la sociedad se relacionan con una serie de capacidades en ciencia, tecnología e innovación, deberán revisarse también las acciones para asegurar su efectividad para el logro de las metas planteadas, las cuales sirven para evaluar, con la participación de la comunidad involucrada, cada una de las etapas del Plan.

El Plan de Medio Siglo es un proceso dinámico, interactivo y fluido. Para ser operativo requiere un conjunto de acciones. Ellas empujan desde el 2006 la realización de los objetivos de la sociedad. Buscan que el país pase de estar en el 50% de los países con mayor desarrollo científico y tecnológico, a estar en el 10% superior a nivel mundial. Lo que se acometa tiene como fin “hacer real la utopía” de la visión al 2050. En consecuencia, para evaluar el avance el mapa de retos debe ser congruente con las acciones, los objetivos y la fuerza motriz.

La propuesta que se plantea muestra algunas discontinuidades con respecto al proceso de desarrollo que hasta el momento ha prevalecido en el país. Estas posibles rupturas con el pasado reciente resultan indispensables. Como lo hizo Costa Rica en diversos momentos de su historia, se reafirma la importancia central de la educación y de un recurso humano idóneo para impulsar y sostener el proceso de cambio y de un entorno institucional que lo promueva y facilite.

Es necesario retomar el papel central de la política y la inversión públicas en áreas clave para el desarrollo social; asimismo, es urgente reconceptualizar el llamado sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y asignar un nuevo rol al sector privado. Se plantea como indispensable una adecuada lectura de la realidad social y política en que el Plan de Medio Siglo debe insertarse. Aquí, el aporte de las ciencias sociales, fortalecidas en su papel central, resulta fundamental.

La Estrategia solo tendrá éxito si se logra su validación y apropiación social. El Plan no puede abstraerse de la realidad social y política inmediata. Y esta apropiación se vuelve indispensable frente a la propuesta de que el conocimiento y la innovación deben permear todas las actividades y todos los ámbitos.

La integración del conocimiento y la innovación en todo el quehacer de la sociedad pasa por su propia integración interdisciplinaria, por la ruptura de tradicionales barreras de las así llamadas ciencias “duras” y “suaves”.

Como lo ha expresado uno de los mentores de esta Estrategia, el Ing. Jorge Manuel Dengo, “planificar es pensar y prever, luego actuar y anticipar los resultados”. Esto implica que la reflexión y la acción son dos caras de la misma moneda, especialmente en el contexto de esta Estrategia, donde la velocidad de cambio del conocimiento y de las condiciones que vive la sociedad contemporánea demandan que una visión y un plan de largo plazo conlleven una permanente revisión y adecuación a esos cambios.

En última instancia, esta Estrategia tendrá el éxito esperado si, habiendo logrado la validación y apropiación social mencionadas, quienes participen en su ejecución se comprometen con su revisión periódica, con el ajuste de sus metas y con la implementación de nuevas acciones que garanticen su permanencia y su vigencia en un período tan amplio como es la primera mitad del siglo XXI.

## NOTAS

- 1 Al tiempo que se trabajaba en la elaboración y consulta de la Estrategia Siglo XXI, en setiembre de 2005 la revista de divulgación científica *Scientific American* publicó un número especial titulado "Crossroads for Planet Earth", que muestra gran coincidencia con esta propuesta.
- 2 La nanotecnología facilita otras tecnologías, como la de los nuevos materiales, al proveer un marco común para todos los problemas de ingeniería a nivel de *hardware*. Por ejemplo, la nanotecnología le da un trampolín a la biotecnología con el desarrollo de nuevas técnicas de imágenes y sensores, los nanochips y nanosensores propician nuevos avances en bioinformática, y así sucesivamente.
- 3 La biotecnología también facilita otras tecnologías, al identificar procesos químico-físicos y la estructura de algoritmos en sistemas vivos que pueden ser rastreados hasta sus bases materiales en la organización celular o genética. La biotecnología faculta a la nanotecnología proveyéndola de mecanismos de reconocimiento celular y de un medio de transporte con un blanco definido. Apoya a las tecnologías de la información al desarrollar, por ejemplo, los fundamentos de la computación basada en el ADN, en tanto que la investigación en motores celulares ofrece respaldo a la nanorrobótica.
- 4 La infotecnología puede facilitar otras tecnologías por su habilidad para representar más estados físicos como información y modelar procesos con una variedad de métodos computacionales; aporta a la nanotecnología procesos de control precisos, y a la biotecnología la posibilidad de modelar procesos complejos y, por esa vía, resolver problemas de investigación.
- 5 La cognotecnología se refiere en este contexto a las ciencias cognitivas como tales y a las ciencias sociales y las humanidades. La ciencia cognitiva es el estudio interdisciplinario de la mente y del cerebro, que combina conceptos, métodos e intuiciones de la psicología, la neurociencia, la biología evolucionaria, la lingüística, la filosofía, la antropología y otras ciencias sociales, así como métodos formales de las ciencias de la computación, las matemáticas y la física. Las otras tecnologías ya expuestas proveen las técnicas de neuroimágenes que se constituyen en una nueva fuente empírica para esta ciencia. Sus aplicaciones en prótesis con sensores y motores, en educación normal, remedial o compensatoria, en comunicaciones y en la toma de decisiones y, finalmente, su impacto sobre el individuo, lo social y lo ético, la ligan con las ciencias sociales y las humanidades como un todo. Las ciencias sociales y las humanidades facilitan la ciencia y la tecnología en múltiples formas; por ejemplo, en el desarrollo de las técnicas del razonamiento, la probabilística y la inferencia estadística, en los métodos cualitativos de investigación, o en la dinámica social del cambio tecnológico.