

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313888149>

# Aportes para una sociedad del conocimiento y la innovación

Book · June 2014

---

CITATIONS

2

---

READS

1,411

1 author:



[Keilor Rojas-Jimenez](#)  
University of Costa Rica

74 PUBLICATIONS 1,600 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Biodiversity and Ecology of Aquatic Fungi and Oomycetes [View project](#)



Desinfectants and Antibiotic Resistance [View project](#)

# **APORTES PARA UNA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO Y LA INNOVACIÓN**

**Keilor Rojas Jiménez**



## **PROLOGO**

La celebración del segundo centenario de independencia del país debería estar directamente asociada con el cumplimiento de grandes metas nacionales, una de ellas convertirse en una sociedad del conocimiento y la innovación, que garantice, entre otras cosas, trabajos sofisticados, dignos y bien remunerados así como la certeza en los ciudadanos de tener una vida equilibrada y próspera.

Para el 2021 Costa Rica debería proponerse duplicar su ingreso per cápita considerando evidentemente una mejor distribución del mismo. Para lograrlo, necesariamente deberá integrar el conocimiento a la base productiva del país, fortaleciendo el desarrollo tecnológico, promoviendo la innovación empresarial, vinculando los centros de investigación con las empresas y apoyando la cultura del emprendimiento.

Es fundamental que se considere el conocimiento y la innovación como asuntos altamente estratégicos y se utilicen los diversos instrumentos de política pública, fortalecidos por un liderazgo inspirado e inspirador, para orientar y articular la acción de la academia, el sector privado, el gobierno y la sociedad civil en estos temas.

Para mantener al país competitivo en las condiciones globales actuales, es claro que los esfuerzos hechos en el pasado en materia de innovación y formación profesional ya no son suficientes. Por esto, se deberán crear las condiciones para que la inversión en actividades de investigación y desarrollo alcance más de un 1% del Producto Interno Bruto y donde el sector privado aporte al menos el 50%

de la inversión total. Se deberán mejorar los incentivos directos e indirectos, las facilidades de acceso al crédito y la disminución de tramitología entre otras.

Asimismo se deberá invertir decididamente en el mejoramiento de sus capacidades de los costarricenses y en la formación de más y mejores profesionales que permitan contar con suficientes capacidades para adquirir, procesar, generar y transmitir conocimientos así como para transformarlos en productos de alto valor agregado útiles para la sociedad. Se deberán fortalecer los programas de educación técnica, duplicar el porcentaje de jóvenes matriculados en carreras científicas y tecnológicas incluyendo los posgrados y duplicar el número de investigadores.

En fin, estos y otros aportes para alcanzar una sociedad del conocimiento y la innovación son recogidos y profundizados en los diferentes ensayos que componen este libro. Según el viejo proverbio indio, hay dos cosas que crecen si se comparten: una es el amor y la otra es el conocimiento. En esta obra se comparten los aportes como debe compartirse el conocimiento. Solamente espero que el convencimiento de la importancia de esto no llegue demasiado tarde.

**Keilor Rojas Jiménez**

## LISTA DE COLABORADORES INVITADOS

Alejandro Cruz Molina

Ministro, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

Josue Fumero

Director de Innovación,

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

Santiago Nuñez

Director de Tecnologías Digitales,

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones

## INDICE

LA ERA DE LA PERSONALIZACIÓN .....	7
LOS GRANDES RETOS TECNOLÓGICOS DEL SIGLO .....	11
LA CIENCIA 2.0 .....	17
LA NUEVA BIOECONOMÍA.....	21
TRANSGÉNICOS Y FALSOS PROFETAS.....	25
INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	29
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN.....	34
EL PERFIL DEL INVESTIGADOR COSTARRICENSE.....	38
RECONOCIMIENTO PARA LOS INVESTIGADORES .....	43
CELEBRACIÓN DEL MES DE LA CIENCIA .....	47
FERIAS DE CIENCIA E INGENIERÍA.....	51
PRINCIPIOS DE ECOLOGÍA PARA LA POLÍTICA ACTUAL.....	55
LOS SIETE HÁBITOS DE UN PUEBLO SUBDESARROLLADO.....	59
APRENDIZAJE INVISIBLE.....	62
QUE SE AJUSTE LA LLAVE.....	66
INVERSIÓN EN INNOVACIÓN Y CAPITAL HUMANO.....	70
LA INVERSIÓN EXTRANJERA MÁS DESEABLE .....	75
EL TOUR DE FRANCIA Y LA ENTRADA A LA OCDE .....	79
LA DECISIÓN TOMADA .....	82
INNOVACIÓN PERVERTIDA.....	86
¿CÓMO SE INNOVA EN COSTA RICA?.....	89
EL MINISTERIO QUE SUEÑO.....	95

## LA ERA DE LA PERSONALIZACIÓN

*“Próximamente se abandonará el modelo de producción en serie, pasando a una nueva etapa donde la salud, la educación, la alimentación y el comercio se adecuen a las características individuales de las personas”.*



Es probable que en las próximas décadas un concepto distinga predominantemente la orientación de la sociedad en sus diferentes campos. Este será la personalización.

La creciente capacidad de captura y almacenamiento de datos e información, la disponibilidad de nuevas y poderosas tecnologías computacionales, la ampliación de la cobertura e interoperabilidad de redes así como la versatilidad en las líneas de producción industriales harán que pronto se pueda atender, de manera personalizada, las necesidades de los ciudadanos en campos como salud, educación, alimentación y vestido, entre otros bienes y servicios.

En el tema de salud, es fundamental considerar que las personas difieren en sus susceptibilidades a las enfermedades y respuestas a los tratamientos, por eso la personalización de la medicina se vuelve tan importante. En el futuro, los doctores tendrán a mano información del perfil genético, alergias, historial médico y toda la información relevante del paciente en el expediente digital, antes de recetar cualquier medicamento. Con base en esta información, se podrán sintetizar rápidamente los fármacos con las moléculas y dosis que mejor se ajusten a cada persona.

En el campo de la educación, es necesario tomar en cuenta que cada mente es distinta porque funcionalmente cada cerebro es diferente y que cada quien posee inclinaciones cognitivas, habilidades, motivaciones e intereses particulares. Por esto, en el futuro se contará con una serie de herramientas y técnicas psicopedagógicas que permitirán identificar y adecuar los procesos de enseñanza-

aprendizaje según las características de cada individuo, potenciando así la adquisición y desarrollo de nuevos conocimientos y destrezas.

En las próximas décadas, se abandonará el modelo de fabricación en serie y en tallas estándar de la vestimenta, pasando a una nueva etapa donde la ropa y el calzado se podrán diseñar y fabricar atendiendo los gustos particulares y la anatomía de cada persona. Estos productos se podrán obtener tanto por internet como en pequeñas tiendas donde se fabrica a la medida. Adicionalmente se podrá solicitar la incorporación de dispositivos que utilicen la propia energía del cuerpo para monitorear y reaccionar ante cambios súbitos en la salud y otras emergencias.

Importantes avances se han visto en la agricultura, donde hoy ya se combinan los sistemas de información geográfica, los datos de las características de los suelos, las tecnologías satelitales y los vehículos manejados remotamente para sembrar, fertilizar y cosechar los cultivos agrícolas, maximizando así la productividad de cada sitio. Pronto se atenderán las necesidades alimenticias y nutricionales de las personas integrando todo el proceso, desde el campo hasta el tenedor.

El sector servicios será posiblemente el que experimente el mayor desarrollo de iniciativas innovadoras de personalización. Pronto se verá cómo los servicios financieros, turísticos, comerciales y de entretenimiento, entre otros, se basarán en la información de gustos y preferencias, hábitos de consumo y capacidad de compra para hacer sus ofertas. Será común, por ejemplo, que los servicios

noticiosos desplieguen el tipo de noticias, secciones y hasta la publicidad ajustándose a los intereses de cada persona.

Los próximos años serán testigos de la aparición de nuevas aplicaciones personalizadas y su ampliación a campos que hoy son todavía inimaginables, entre los cuales seguramente estarán la política y la religión. Este pareciera ser el rumbo. Bienvenidos a esta nueva era.

## LOS GRANDES RETOS TECNOLÓGICOS DEL SIGLO

*“Finalmente está el desafío de conquistar la última frontera del cuerpo humano: entender cómo funciona el cerebro”.*

El siglo anterior fue testigo del desarrollo de grandes avances tecnológicos como la electricidad, los automóviles, los cohetes, el láser, los antibióticos, las computadoras e internet. Estos ejemplos del ingenio humano permitieron que la población creciera y se interconectara como nunca antes en la historia. Sin embargo, también provocaron un incremento en el consumo de los recursos del planeta, que alcanzan niveles insostenibles.

Para discutir los desafíos que esto impone de cara a este siglo, la Academia Nacional de Ingeniería y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos reunieron a un comité de destacados ingenieros y científicos del mundo, quienes propusieron algunos retos para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el planeta.

Destaca el reto de ***cómo hacer la energía solar más barata***, considerando que el sol como fuente de energía es capaz de satisfacer todas las demandas concebibles en el futuro. Una hora de luz es suficiente para abastecer el consumo de la humanidad por un año. Por eso, es necesario trabajar en el desarrollo de nuevos métodos para capturar esta energía, convertirla a otras formas y almacenarla para su uso en horas de oscuridad.

Otra de las propuestas más consensuadas es la ***obtención de energía a partir de la fusión***. Esta es la fuente de energía del sol, resultante a partir la fusión de, por ejemplo, dos isótopos de hidrógeno. Plantas eléctricas de esta naturaleza serían capaces de convertirse en la principal fuente de energías limpias en el

futuro. Esta tecnología existe pero el desafío consiste en escalarla a nivel productivo.

Sin embargo, aun cuando ambas fuentes sean exitosas, es poco probable que en el futuro cercano disminuya la quema de combustibles fósiles, dejando pendiente de resolver problemas como el aumento en el dióxido de carbono en la atmósfera y el calentamiento global. Por esto, es necesario el **desarrollo de sistemas de captura del carbono** considerando métodos químicos, físicos y biológicos así como su almacenaje seguro lejos de la atmósfera.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y la combustión industrial están provocando graves alteraciones al ciclo del nitrógeno además de contaminación de aguas potables, lluvia ácida y calentamiento global. Para **remediar la disrupción humana en el ciclo del nitrógeno**, será necesario incorporar nuevas tecnologías a la agricultura como la fijación biológica, sin afectar la productividad o el suministro de alimentos.

Con urgencia se debe **proveer acceso al agua limpia y servicios sanitarios** a la población. Hoy la carencia de agua limpia es responsable de más muertes en el mundo que la guerra y afecta a una de cada seis personas del planeta. Por eso se requieren nuevas tecnologías que sean limpias, baratas y disponibles, para la purificación, descontaminación y reaprovechamiento de aguas de desecho, la desalinización del agua marina y la irrigación eficiente de cultivos.

La mayor parte de la población continuará habitando en ciudades que envejecen y se deterioran, por lo que los ingenieros tendrán el enorme desafío de **restaurar y**

**modernizar la infraestructura urbana.** Deberán mejorar las técnicas de construcción incorporando los avances en la computación, la robótica y los nuevos materiales así como optimizar la integración de los sistemas de transporte, acueductos, energía, información y manejo de desechos, manteniendo consideraciones ambientales, energéticas y estéticas.

Cada vez más importante será el **aseguramiento del ciberespacio.** Esto constituye tanto un asunto de seguridad nacional como de protección de la información y privacidad de los ciudadanos. Para reducir las vulnerabilidades será necesario el desarrollo de nuevos sistemas de autenticación, lenguajes e ingeniería de programación más seguros, sistemas de monitoreo y detección de incidentes así como técnicas forenses para capturar cibercriminales.

El **mejoramiento de los sistemas de realidad virtual,** mediante la creación de ilusiones que son percibidas como reales, ofrece grandes aplicaciones para el área terapéutica, el aprendizaje de destrezas, el comercio y el entretenimiento. Representa un desafío tecnológico el poder recrear las emociones y gestos humanos así como integrar los ambientes virtuales con los presenciales.

En el área de salud será necesaria la implementación de **sistemas informáticos robustos para la adquisición, manejo y uso de la información biomédica** que permita aumentar la calidad y eficiencia de los servicios médicos así como anticiparse y responder oportunamente ante amenazas de epidemias globales. Aplicaciones similares serán pertinentes para la prevención y atención de otros desastres naturales.

Es indispensable **personalizar la medicina y mejorar los medicamentos** dadas las diferencias de las personas en cuanto a sus susceptibilidades a las enfermedades y sus respuestas a los tratamientos. Para esto es preciso generar evaluaciones rápidas de perfiles genéticos, métodos de movilización dirigida de fármacos, nuevas estrategias para superar resistencias a antibióticos y nuevas técnicas de manufactura de vacunas.

En el entendido que cada mente también es distinta, será necesario **personalizar el aprendizaje** de acuerdo con las inclinaciones cognitivas, habilidades, motivaciones e intereses de cada persona. Para esto existe un gran espacio de mejora en los métodos de enseñanza así como en el desarrollo de nuevas tecnologías que complementen la adquisición de conocimientos y destrezas.

Por último, está el desafío de conquistar la última frontera del cuerpo humano: **entender cómo funciona el cerebro**. Esto incluye entender cómo aprende a aprender, cómo organiza sus redes neuronales y cómo descifrar el lenguaje secreto de transmisión de la información. El entendimiento de la actividad cerebral permitirá el desarrollo de nuevos tratamientos para enfermedades mentales, el avance de las tecnologías computacionales y la comprensión de procesos como la inteligencia, el comportamiento y la conciencia.

Ante estos retos y tomando en cuenta la realidad costarricense, será fundamental que: a) nuestros científicos y tecnólogos consideren readecuar sus líneas de trabajo atendiendo requerimientos de este siglo, b) la población los asimile, valore y apoye como medio para el mejoramiento de la calidad de vida de todos, c) el



Estado favorezca estas iniciativas mediante políticas públicas y financiamiento y d) quienes se benefician o tienen intereses en perpetuar las viejas tecnologías, no obstaculicen.

**Referencias:**

- Lewis, N.S. 2007. Toward Cost-Effective Solar Energy Use. Science 315(5813): 798-801.
- Microsoft Research. 2006. Towards 2020 science. 82 p. Disponible en: <http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/towards2020science/>
- National Academy of Engineering. 2008. Grand Challenges for engineering. 56 p. Disponible en: <http://www.engineeringchallenges.org/>
- United Nations Development Programme. 2006. Human Development Report 2006: Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. New York: Palgrave Macmillan.

## LA CIENCIA 2.0

*“En la ciencia de hoy en día la computadora es tan importante como el tubo de ensayo”.*

La designación del Premio Nobel de Química 2013 tiene alcances más allá de los aparentes. A Martin Karplus, Michael Lewitt y Arieh Warshel se les premió por el desarrollo de modelos informáticos para entender cómo ocurren ciertas reacciones y procesos químicos. Pero, más allá de eso, constituye un premio al desarrollo de una nueva forma de hacer ciencia.

La novedad consiste en la utilización de grandes colecciones de datos para generar y transferir nuevos conocimientos en los diferentes campos del saber aprovechando los avances en las tecnologías de información y comunicación, la infraestructura del almacenamiento de datos a gran escala y la computación de alto rendimiento.

Hoy se desarrollan diversos experimentos a partir del análisis intensivo de bases de datos abiertas y gratuitas, que permiten a los científicos ampliar la escala de las investigaciones, explorar y establecer relaciones con otros campos, visualizar patrones no vistos anteriormente, y formular y probar nuevas hipótesis y modelos. En la ciencia de hoy en día, la computadora es tan importante como el tubo de ensayo en un laboratorio tradicional.

**De alto nivel.** La ciencia 2.0 o ciencia abierta, como también se denomina, representa una gran oportunidad para que países como Costa Rica desarrollen investigación de alto nivel. Gracias a ella, a pesar de las limitaciones de infraestructura y equipos, se cuenta con el recurso más importante para hacer ciencia: brillantes científicos con capacidad de plantear buenas preguntas.

Sin embargo, el aprovechamiento de estas oportunidades depende de que se superen algunos retos colaterales como la forma en que la investigación académica es apreciada, financiada, desarrollada y evaluada, la infraestructura que se necesita y, principalmente, las nuevas habilidades y competencias que los científicos requieren para esta nueva era.

Los científicos de hoy, además de poseer sólidas bases en sus respectivos campos, también deberán contar con buenos conocimientos en estadística, bases de datos, programación, diseño de algoritmos, computación en la nube y minería de datos, entre otros. Por eso, es fundamental que los programas curriculares de todas las carreras científicas y tecnológicas se complementen con formación en estos temas.

Asimismo, los resultados de las investigaciones financiadas con fondos públicos deberían ser, precisamente públicos y, por ende, libremente disponibles para otros científicos, los sectores productivos y la ciudadanía en general. Se pretende que la difusión del conocimiento tenga impactos adicionales en la innovación y que las empresas, por ejemplo, puedan utilizar los conocimientos de la ciencia y sus datos para crear nuevos productos y servicios.

Por todo lo expuesto, existe una demanda creciente para que los investigadores publiquen sus artículos científicos y resultados en revistas de acceso libre, repositorios institucionales o en el sistema tradicional con cargo a las agencias de financiamiento. Localmente ya se tomaron medidas para que el Fondo de Incentivos atienda esta premisa; no obstante, también es necesario readecuar los

esquemas de incentivos y la evaluación de los investigadores de acuerdo con esta nueva tendencia.

La ciencia avanza y evoluciona, el conocimiento crece y se comparte. No hay excusas ni limitaciones para no asistir a esta fiesta. Están todos cordialmente invitados.

## LA NUEVA BIOECONOMÍA

*¿Cómo satisfacer a más con menos, cuidando la naturaleza y siendo rentable? Definitivamente, algo tendrá que cambiar en el modelo actual.*

Cada vez existe más evidencia del agotamiento de los combustibles fósiles y, a pesar de que no podemos hablar del fin del petróleo, sí podemos hablar del fin del petróleo barato. Este tardó miles de millones de años en acumularse y hoy se está consumiendo rápidamente a una tasa insostenible que, además, está provocando grandes problemas de contaminación y cambio climático global. Para bien o para mal, es una realidad que el petróleo rige la economía moderna.

Dentro de una o dos generaciones, una humanidad con más de 9.000 millones de habitantes, con mayor esperanza de vida y mayor renta per cápita estará demandando más alimentos, más agua, más energía y mejores servicios. Esto impondrá uno de los mayores desafíos que enfrentará el colectivo humano: ¿cómo satisfacer a más con menos, cuidando la naturaleza y siendo rentable? Definitivamente, algo tendrá que cambiar en el modelo actual.

Difícilmente se podrá superar el reto de alcanzar un desarrollo sostenible en este planeta sin una transición a una economía más amigable con el ambiente. Será difícil superar el reto sin una mayor apreciación por el valor de la biodiversidad y los servicios ambientales; sin la incorporación del conocimiento y la innovación en la producción en cuanto a la transformación eficiente de la biomasa en productos de alto valor agregado para la sociedad.

**Hacia el futuro.** Esta temática obliga a ver hacia el futuro y a trabajar por una sociedad menos dependiente de los recursos fósiles para satisfacer sus necesidades de energía y materias primas donde, alternativamente, se plantea utilizar la biomasa producida por plantas, animales y microorganismos para

transformarla en una amplia gama de productos tales como alimentos, medicamentos, compuestos para la industria química, biocombustibles, etc.

La Unión Europea ha estimado que la bioeconomía representa un 17% de su PIB, que genera 21,5 millones de empleos tanto en sectores de baja como de alta tecnología y logra un impacto positivo en cuanto al desarrollo rural y costero. Por ello establecieron una estrategia de largo plazo para alcanzar una bioeconomía basada en el conocimiento para el 2030.

Costa Rica se puede considerar un país sumamente privilegiado en términos de producción de biomasa y diversidad biológica. Además, cuenta con un acervo científico y tecnológico importante que le permitiría convertir sosteniblemente esa riqueza natural en bienes y servicios de alto valor agregado, integrados a la economía nacional y mundial.

En el corto plazo, será necesario articular las acciones propias del quehacer bioeconómico, hoy disperso, en sectores tales como agricultura y ganadería, ciencia y tecnología, ambiente y energía, economía e industria, comercio, entre otros. Así mismo será fundamental cuantificar unificadamente dentro de las cuentas nacionales los aportes de los sectores agropecuario, forestal, pesquero, agroindustrial, biotecnológico y servicios ambientales, cuya importancia relativa en el PIB posiblemente sea mayor a la prevista.

**Alto potencial.** El potencial bioeconómico del país es alto, pero lo importante es cómo pasar del potencial a la acción. Aunque no existe una vía única para hacer una transición a este nuevo modelo, un eje estratégico será la incorporación de la



ciencia, la tecnología y la innovación al uso eficiente de los procesos biológicos así como su conversión a productos útiles para la sociedad.

El petróleo, tarde o temprano, se acabará y cuando llegue ese momento, los países que no hayan tomado medidas quedarán postergados y quienes hayan emprendido el camino hacia la nueva bioeconomía obtendrán ventajas seguras sobre los otros.

## TRANSGÉNICOS Y FALSOS PROFETAS

*“Desde hace dos décadas una parte importante de la alimentación proviene de cultivos que han sido mejorados genéticamente”.*

Ante las controvertidas discusiones que ha habido sobre el tema de los transgénicos, es preocupante que personas e instituciones hayan emitido pronunciamientos generales condenando a una tecnología beneficiosa, partiendo de una solicitud hecha por una empresa específica de para plantar un cultivo particular. Se corre el riesgo de generalizar a partir de un caso.

Por definición, un organismo transgénico es aquel al cual se le han incorporado habilidades especiales. Como se hace por medio de técnicas de ingeniería genética, a estos se les llama organismos genéticamente modificados. En cultivos agrícolas, la mayoría de modificaciones permiten a las plantas ser resistentes a algunos herbicidas o defenderse mejor del ataque de ciertos insectos.

Quien haya cultivado, sea a pequeña o gran escala, comprenderá que estas constituyen habilidades muy deseables. Otros desarrollos científicos más recientes han permitido que los frutos de algunos de los cultivos más importantes contengan mayor cantidad de vitaminas, aminoácidos, antioxidantes y otras moléculas buenas para la salud.

Asimismo, se han generado plantas capaces de adaptarse a la sequía. Esta característica es muy importante porque permite cultivar en muchos lugares del mundo donde hoy no se puede hacer y también tener posibilidades de enfrentar mejor los inminentes embates del cambio climático. Por eso, lo prudente en este tema es analizar caso por caso.

Sorprende, entonces, escuchar proclamas que incitan a la población a no consumir alimentos transgénicos, lo cual pareciera ingenuo en virtud que desde

hace más de dos décadas una parte importante de la alimentación que se consume en este país proviene de cultivos que han sido modificados genéticamente.

Algunos ejemplos incluyen a la mayoría de alimentos originados a partir de maíz o soya importados, que van desde las tortillas comunes hasta los refrescos gaseosos que contienen jarabe de maíz. La gente los ha consumido y sigue consumiendo sin que se hayan cumplido los fatales pronósticos anunciados por esos falsos profetas.

Otra consideración a tomar en cuenta es que los concentrados con los cuales se alimenta a las vacas, cerdos y pollos están compuestos en gran parte por derivados de maíz y soya transgénica, por lo que cualquier restricción a estos productos transgénicos tendrá un efecto directo sobre la disponibilidad y costos de la leche, los huevos y las carnes de estos animales.

También es incoherente que se quiera restringir los transgénicos para uso alimentario cuando, por otro lado, existe una amplia aceptación para usar otros productos de origen totalmente transgénico como la insulina, los antibióticos y vacunas, los cuales, incluso, son inyectados directamente en el cuerpo.

Se estima que para el 2050 la población mundial alcanzará cerca de los 9.300 millones, donde la demanda por alimentos aumentaría en un 70% mientras que el crecimiento de las tierras sembradas sería de solamente un 5%. Ante esto, ¿cómo hacer para darle de comer a un planeta hambriento? ¿Cómo producir más

alimentos y de mejor calidad consumiendo menos agua, energía, contaminando menos y manteniendo la rentabilidad?

Este reto difícilmente se superará sin la investigación biotecnológica, sin el uso de organismos genéticamente modificados y considerando por supuesto una adecuada distribución de lo producido.

Por lo anterior, se invita a tener más mesura, por favor, que en esta era de la información y el conocimiento ya no es tan fácil tapar el sol con un dedo.

## **INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

*“Para el 2021 Costa Rica será en un país cuya economía estará basada en el conocimiento y la innovación, con el doble del ingreso per cápita y una mejor distribución del mismo”.*

Hace cincuenta años el PIB per cápita de Costa Rica y Singapur era relativamente similar, 354 versus 485 dólares respectivamente. Hoy son muy distintos, siendo el del país asiático 5,5 veces mayor. Las razones son variadas pero mucho tienen que ver con el establecimiento temprano de una economía basada en el conocimiento, altamente sofisticada y abierta al mundo.

En este campo Singapur constituye uno de los mejores referentes para Costa Rica, dado que es un país desarrollado, con una población similar y con un territorio, incluso, más pequeño. Por tanto, analizar el desempeño de los sistemas de ciencia y tecnología puede darnos una valiosa lección. Esto se hace analizando indicadores como la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el número de investigadores, las publicaciones científicas y el número de patentes, entre otros.

**Inversión.** Según datos del Banco Mundial, durante los últimos 15 años la inversión promedio de Costa Rica en actividades de I+D como porcentaje del PIB ha sido de 0,4% respecto al 2% que ha invertido Singapur. Adicionalmente, las proporciones del aporte del sector privado versus el sector público de cada uno de los países son significativamente distintas. En Singapur cerca de un 62% de la inversión en I+D corresponde al sector privado mientras que en Costa Rica el aporte de ese sector es cercano al 25%.

Al respecto, cualquiera estaría tentado a pensar que los países desarrollados invierten más porque son ricos, sin embargo, la evidencia indica lo contrario. El aumento sostenido de la inversión en I+D y una mayoritaria participación del sector privado asegura que la investigación, el desarrollo y la innovación se

orienten hacia las necesidades de los sectores productivos, generando altos rendimientos y mayor reinversión. Esto, precisamente, fue lo que les permitió alcanzar el desarrollo que hoy poseen.

Las razones para explicar el estancamiento de Costa Rica en la inversión no son del todo claras, aunque posiblemente estén relacionadas con el hábito cultural de invertir reactivamente y no prospectivamente; la ausencia de liderazgo y claridad estratégica de priorizar la inversión en este tema; el reducido reconocimiento, traducido a asignación presupuestaria, de la importancia de la innovación y la percepción de un bajo retorno económico al invertir en ciencia y tecnología.

**Capital humano para la sociedad del conocimiento.** Según datos de la UNESCO, en Costa Rica el porcentaje de jóvenes matriculados en educación terciaria es cercano al 47% mientras que en Singapur es de 78%. Aunque localmente este porcentaje ha aumentado, se mantiene la preocupación de la escasa producción de científicos e ingenieros, que alcanza solamente un 14% de los graduados de universidades públicas y privadas.

Consistente con lo anterior, el número de investigadores por millón de habitantes en Costa Rica es cercano a los 2.100 (45% mujeres - 55% hombres) versus los 6.300 que existen en Singapur. Al respecto, estudios demuestran que existe una correlación positiva entre el número de investigadores y el ingreso per cápita de los países. Si Costa Rica quisiera duplicar su PIB debería empezar por, al menos, duplicar el número de investigadores existentes.



Según el más reciente informe de los Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, solamente un 14% de los investigadores en Costa Rica dispone del grado de doctorado, lo que evidencia que nacionalmente se cuenta con frágiles capacidades de absorción, asimilación, adaptación y producción de conocimientos y tecnologías. Por esto es urgente el apoyo a los programas para formar doctorados dentro y fuera del país.

**Publicaciones científicas.** Según la base de datos SCOPUS, en el 2012 los investigadores costarricenses publicaron 577 artículos lo que representa una productividad de 0,07 artículos por investigador al año, en contraste con las 15.085 publicaciones de los investigadores singapurenses quienes además tienen una productividad 7 veces mayor. Esto evidencia que la generación de conocimiento nacional es todavía escasa y que requiere de mayores incentivos para el desarrollo de investigaciones pero también de un mayor nivel de exigencia a los científicos.

Adicionalmente, resalta que la mayoría de publicaciones costarricenses se concentran en áreas relacionadas con la agricultura, biología, ambiente y biomedicina mientras que las de Singapur son mayoritariamente en ingeniería, medicina, computación bioquímica y física. Esto sugiere que debemos aumentar la cantidad de publicaciones y la productividad por investigador así como expandir la diversidad de áreas de generación de publicaciones, conocimiento y productos de alto valor agregado.

**Patentes.** Según datos de OMPI del 2012, el promedio de aplicaciones de patentes por millón de habitantes en Costa Rica fue de 150 (2% de residentes) respecto a las 1848 (10% de residentes) de Singapur. Aunque este es un indicador indirecto de las innovaciones que pueden llegar al mercado, si es claro en evidenciar las diferencias en magnitud del esfuerzo por convertir a la innovación en un motor de desarrollo económico.

Finalmente, como meta, para el 2021 Costa Rica será en un país y una economía basada en el conocimiento y la innovación, con el doble del ingreso per cápita y una mejor distribución a la actual. Para lograrlo, entre otras cosas, se deberán crear las condiciones para que el sector privado aporte al menos el 50% de la inversión en I+D y que la inversión total represente más de un 1% del PIB. Asimismo se deberá duplicar el porcentaje de jóvenes matriculados en carreras científico-tecnológicas, la producción local de doctorados y el número de investigadores. Para ese mismo año, el país estará produciendo el triple de publicaciones científicas y el triple de patentes.

## **INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN**

*“Los países que llegaron a ser ricos fue porque invirtieron en innovación y apostaron por una sociedad basada en el conocimiento”*

Al estudiar las características distintivas de los países desarrollados es común observar que en todos ellos exista un fuerte nivel de inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), considerado uno de los factores más estratégicos para mantenerse competitivo hoy en día.

Ese debe ser precisamente el rumbo a seguir; se debe integrar el conocimiento a la base productiva del país, fortaleciendo el desarrollo tecnológico, promoviendo la innovación empresarial, vinculando los centros de investigación con las empresas y apoyando la cultura del emprendimiento.

Sin embargo, en nuestra región hay quienes todavía creen que los países ricos invierten más en I+D+i porque les sobra la plata. Las evidencias indican lo contrario: los países llegaron a ser ricos porque invirtieron decididamente en innovación y porque apostaron por una economía basada en el conocimiento.

El aumento de la inversión en I+D+i, contando con una amplia participación del sector privado, favorece que la innovación esté orientada a satisfacer las necesidades del mercado y por ende genere altos retornos de inversión, desencadenando ciclos virtuosos de crecimiento y desarrollo económico.

Otros motivos por los que es estratégico invertir en I+D+i incluyen:

1. Estas actividades permiten el avance y difusión del conocimiento así como la creación de nuevas áreas de especialización e investigación.
2. La aplicación del conocimiento propicia el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones de alto valor agregado.

3. La inclusión de nuevas líneas de investigación permiten la diversificación productiva, aumentos de eficiencia, disminución de costos, atracción de inversionistas y la creación de spin-off.
4. Los proyectos de investigación involucran la formación de profesionales, la modernización de la infraestructura y el desarrollo de nuevos servicios.
5. Estas actividades contribuyen a la solución de problemas sociales y ambientales.

Otro factor por tomar en cuenta para aumentar la competitividad de los países y transitar hacia una economía basada en conocimiento es la disponibilidad de capital humano de alto nivel (maestrías y doctorados), especialmente en las áreas relacionadas con las ciencias y las ingenierías.

Es necesario que los países consideren a su gente como el recurso más importante y consecuentemente inviertan decididamente en la formación de más y mejores profesionales de alto nivel. Esto para contar con la mejor capacidad para adquirir, procesar, generar y transmitir conocimiento que se convertirá en productos y servicios útiles a la sociedad.

El desarrollo de una estrategia enfocada en aumentar la disponibilidad del capital humano de alto nivel no es tarea fácil, ni alcanzable en el corto plazo. Tampoco es competencia exclusiva de un solo ente. Esta, más bien, debe ser el fruto de la acción conjunta entre el Gobierno, la academia y las empresas.

Estas acciones deben considerar la orientación vocacional temprana hacia las ciencias y las ingenierías para aspirar a ocupaciones de mayor valor agregado en

conocimiento; el reconocimiento social del trabajo de los científicos y tecnólogos; el fortalecimiento de los programas de becas, atracción de talentos y creación de nuevos programas de posgrado, así como la formación de técnicos especializados, entre otras.

Asimismo, es necesario ajustar los perfiles curriculares de acuerdo con las nuevas tendencias de los sectores productivos, incluyendo desarrollo de habilidades blandas como idiomas, pensamiento lógico, comunicación, liderazgo y emprendimiento.

La fuerte inversión en I+D+i y la disponibilidad de capital humano de alto nivel son esenciales para mantener competitivo al país. Se espera, sin embargo, que el convencimiento de la importancia de esto no llegue demasiado tarde.

## **EL PERFIL DEL INVESTIGADOR COSTARRICENSE**

*“Es fundamental reconocer la amplitud y la diversidad del quehacer científico y tecnológico desarrollado en el país así como crear más puntos de encuentro entre los investigadores del sector público y privado”.*

Se entiende por investigador al profesional que se dedica a la creación y desarrollo de nuevos conocimientos, productos, métodos y sistemas así como a la gestión de proyectos de esta naturaleza. Desde este punto de vista, el perfil del investigador que se pueden encontrar en Costa Rica es muy variado.

Datos de la última publicación de Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación indican que en Costa Rica se contabilizan 3.717 investigadores en el sector privado y 3.364 en el sector público. Los profesionales que se dedican a investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en cada uno de estos sectores exhiben características particulares, que se contrastan a continuación:

**Empleadores.** La mayoría de investigadores del sector público trabaja en un número reducido de instituciones concentrándose la mayoría en el ámbito universitario, mientras que en el sector privado se registran más de 400 empresas que cuentan con investigadores en unidades formales e informales de I+D+i.

**Dedicación.** La mayor parte de los investigadores del sector público tienen una dedicación parcial a estas actividades mientras que en el sector privado la mayoría lo hace con dedicación completa. El resultado de esto es que el sector privado duplica al público en términos de tiempos completos de investigación.

**Áreas de investigación.** Las áreas abordadas en el sector público incluyen principalmente las ciencias exactas y naturales, agronomía, medicina y ciencias sociales, mientras que en el sector privado se enfocan más en ingenierías, informática y tecnología.



**Edad.** La media de edad de los investigadores en las instituciones públicas oscila entre los 40 a 60 años mientras que los del sector empresarial son más jóvenes, cuyo promedio está entre los 20 a 40 años.

**Grados académicos.** El 14% de los investigadores del sector público cuentan con grado de doctorado, el 37 % con maestría y el resto con bachillerato y licenciatura. En el sector empresarial, aunque no existen datos oficiales, existe una menor proporción de doctores, la mayoría son máster, licenciados y bachilleres además de un número importante de técnicos especializados.

**Motivaciones.** En el sector público y particularmente en las universidades, las líneas de investigación son definidas por las iniciativas e intereses de los propios investigadores y en general el abordaje de los temas se hace de forma libre y flexible. En el sector privado, las líneas de I+D+i responden prioritariamente a la generación de innovaciones estratégicas para la empresa.

**Orientación de los resultados.** Los resultados de las investigaciones desarrolladas en el sector público culminan en nuevos conocimientos, publicaciones científicas, algunas patentes, acción social, comunicaciones de diferente naturaleza y en la formación de profesionales durante el proceso. En el sector privado, los investigadores se enfocan en la obtención nuevos y mejores diseños, productos, procesos o servicios que aumenten la competitividad de las empresas.

**Condiciones laborales.** Algunas diferencias en cuanto a las posibilidades de empleo, perspectivas de crecimiento profesional, estabilidad laboral y salarios se presentan entre los sectores y también dentro de cada uno de ellos.

Desde los diferentes sectores y áreas del conocimiento en que se desenvuelven, los investigadores constituyen una fuerza laboral de muy alto valor agregado que le permiten al país avanzar hacia una economía basada en conocimiento. Por lo tanto, es necesario valorarlos como elemento crítico para el desarrollo de la innovación y competitividad del país.

A pesar de esto, en ninguna coetilla salarial en Costa Rica se refleja formalmente la ocupación de investigador, por lo que el primer paso para valorar y dignificar este oficio debe ser el incluirlo dentro del Sistema de Clasificación de Ocupaciones vigente en el país.

Asimismo, es fundamental reconocer la amplitud y diversidad del quehacer científico-tecnológico desarrollado en el país así como crear más puntos de encuentro entre las iniciativas del sector público y el sector privado, estableciendo políticas públicas que atiendan las necesidades particulares de cada sector y donde se incluyan los mecanismos para realizar actividades de I+D+i de manera conjunta.

## **Referencias**

- INEC.2000. Clasificación de ocupaciones de Costa Rica-2000. San José, Costa Rica. 253 p.

- MICIT. 2011. Indicadores Nacionales 2009 de Ciencia, Tecnología e Innovación Costa Rica. San José, Costa Rica. 102 p.
- OCDE. 2003. Propuesta de norma práctica para encuestas de Investigación y desarrollo experimental de la OCDE, “Manual Frascati 2002”.

## RECONOCIMIENTO PARA LOS INVESTIGADORES

Santiago Nuñez

*“Hacer investigación en Costa Rica no debería ser equivalente a hacer un voto de pobreza”.*

Todo trabajo genera riqueza, pero nuestros prejuicios sobre el valor de las cosas siguen una regla casi universal: aquello que en el corto plazo no se percibe como útil generará beneficios inesperados en el mediano o largo plazo. Este es el caso de la investigación científica y tecnológica global, pero en especial en nuestra economía –y sobre todo mentalidad– de Tercer Mundo.

¿Qué produce subvalorar la investigación? Consecuencias económicas en el futuro, desalentar a quienes tienen el descubrimiento como pasión, desaprovechar talentos y para quienes se arriesgan a entrar en este mundo el no ver reconocido su esfuerzo de manera social, económica y emocional. Es decir, no ver reconocido de manera digna el fruto de la dedicación.

**Sobre la investigación.** La imagen popular del método científico como uno lineal que parte de la observación hacia la validación de teorías, es incompleta en la práctica. Si bien los pasos del método delimitan cuáles son las actividades generales que se deben seguir, no son una receta. Tampoco se puede afirmar que todo descubrimiento científico es obra del azar: solo si se está preparado para entender las consecuencias de las observaciones experimentales, se puede generar conocimiento. Este proceso que fluctúa entre muchos momentos de frustración y algunos de epifanía requiere, para ser exitoso, de recursos con qué trabajar y, sobre todo, de largos periodos de concentración, posibles solamente si las necesidades individuales básicas están satisfechas.

George Boole en su obra *An Investigation of the Laws of Thought*, de 1854, desarrolló los principios que habilitarían la construcción de circuitos integrados y

de la computadora. ¿Qué utilidad tenía en su momento? Ninguna fuera de la matemática, algo de lo que el mismo Boole fue consciente y se sentía satisfecho. No solamente su salario era digno en la universidad, sino reconocimiento colectivo que lo instó a continuar su trabajo.

Michael Faraday es el uno de los padres de la teoría de la electricidad, en su momento considerada como una curiosidad científica. Cuando fue confrontado por William Gladstone en 1850 sobre el valor práctico de la electricidad, este respondió: un día, sin duda, podrá cobrar impuestos por ella. Y así fue.

Desde la búsqueda de Linus Pauling y Rosalind Franklin hasta la publicación de Francis Crick y James Watson de la estructura del ADN en 1953, el interés de investigación fue puramente científico. Sin este trabajo, determinar la causa de muchas enfermedades y encontrar formas para combatir eficientemente epidemias, estaría fuera de nuestro alcance ahora. Esto ocurrió solo cuando su sobrevivencia financiera básica estaba satisfecha y tenían acceso a laboratorios.

**El caso costarricense.** ¿Cuál es la situación aquí, en especial para los jóvenes talentos? Casi sin excepción bajos salarios, acceso a equipo desactualizado y pocas oportunidades de demostrar su capacidad a partir de sus logros, viéndose forzados a escalar estructuras académicas añejas que ya han dejado de ser válidas y no se basan en el espíritu de la ciencia sino en statu quo. Además, un país que da más mérito a sus deportistas que a sus científicos no podrá salir del subdesarrollo.

Aún incentivando las vocaciones científico y tecnológicas, este sistema es excluyente por las condiciones que se impone a quienes encuentran en el conocimiento una pasión. Sin embargo, la pasión sucumbe ante la necesidad. ¿Qué debemos hacer? Revisar la pertinencia de la estructura de las universidades, valorar a los y las investigadoras por su producción científica real.

Para tener más desarrollo tecnológico, debemos empezar por dignificar la profesión de investigación en términos materiales y reconocer, ante todo, el carácter humano del investigador en ciencia y tecnología. Hacer investigación no es un voto de pobreza.

## CELEBRACIÓN DEL MES DE LA CIENCIA

Alejandro Cruz Molina

Keilor Rojas Jiménez

*“No es posible superar los grandes retos de la humanidad sin investigación. No podemos visualizar el futuro de la humanidad en este planeta sin ciencia y tecnología”.*



Hoy, la población mundial sobrepasa los 7.000 millones de personas y se estima que para el 2050 alcanzará los 9.300 millones, donde la esperanza de vida y la renta per cápita también será mayor. Esto implica que el consumo de agua, energía, bienes y servicios también aumentará.

Se estima que la demanda por alimentos aumentará en un 70% mientras que el crecimiento de las tierras sembradas será solamente de un 5%. Ante esto: ¿cómo hacer para darle de comer a un planeta hambriento?, ¿cómo hacer para alimentar a tantos millones de personas, satisfacer sus necesidades básicas y a la vez cuidar la naturaleza?, ¿cómo producir más con menos agua, energía, contaminando menos y siendo rentable?

No es posible superar este reto sin investigación. No podemos visualizar el futuro de la humanidad en este planeta sin ciencia y tecnología.

Por todo lo anterior, y en medio de los grandes desafíos científico-tecnológicos que enfrenta la humanidad, se celebra en Costa Rica el mes de la ciencia, conmemorando la fundación del Conicit hace 40 años, un primero de agosto de 1972.

Lo celebramos en momentos del exitoso aterrizaje en Marte de la sonda espacial Curiosity, el vehículo más avanzado que se ha construido para explorar más allá de la Tierra, buscando la habitabilidad del Planeta Rojo. Lo celebramos luego del reciente descubrimiento del bosón de Higgs, partícula subatómica que confirma las teorías existentes sobre la materia y que hacen posible que el universo sea tal y como lo conocemos.

Mientras todas estas cosas ocurren, en Costa Rica el sector ciencia y tecnología también afronta varios desafíos, no menos importantes, que tenemos que atender:

Es preocupante que menos del 14% de los graduados universitarios provengan de carreras relacionadas con ciencias o ingenierías y que solamente un 1% obtenga el grado de maestría y un 0,1%, el doctorado.

Es fundamental fortalecer y ampliar la formación de profesionales de alto nivel, haciéndolo mediante becas al extranjero, becas de tiempo completo en posgrados nacionales, incentivos para atraer investigadores a centros de investigación y empresas, así como apoyando la creación de posgrados de excelencia locales.

En este sentido, es estratégico duplicar el número de graduados de la educación técnica y aumentar los graduados en carreras científico-tecnológicas, aprovechando la inversión de US\$200 millones para el mejoramiento de la educación superior y el fortalecimiento de la Universidad Técnica Nacional.

Se deben fortalecer los programas de orientación vocacional temprana, que permita a los jóvenes desarrollar sus afinidades e inclinaciones cognitivas y que propicie un acercamiento hacia las carreras científicas. Esto debe hacerse en forma sistemática, clara y permanente. La mayoría de actividades desarrolladas por Micit en este mes de la ciencia persiguen ese fin, tales como el lanzamiento del programa de promoción de vocaciones Talento Joven.

Costa Rica invirtió en el 2010 un 0,53% del PIB en I+D. Esta cifra es considerablemente menor de la observada en los países desarrollados que invierten 2,3% en promedio. Como país deberíamos por lo menos duplicar la

inversión actual en el corto plazo considerando a la vez una mayor participación del sector privado. A estos efectos es importante impulsar reformas legales para dotar, entre otros asuntos, de más recursos al Fondo de Incentivos.

La inversión de las empresas de este país en investigación, desarrollo e innovación, representa menos del 25% de la inversión total en ese rubro. El aumento de la mayor participación del sector privado conduce a que las innovaciones estén necesariamente orientadas al mercado, generando mayor productividad y rendimientos para el sector, así como a la expansión este círculo virtuoso de crecimiento. Para tal fin es necesario impulsar programas como el de Gestores de Innovación y la mayor utilización del Fondo Propyme.

Asimismo, es estratégico otorgar un mayor reconocimiento social a la ciencia y tecnología, de manera que los ciudadanos valoren la importancia del conocimiento como motor de desarrollo del país y elemento fundamental para aspirar a tener una mejor calidad de vida. En este sentido, es fundamental continuar apoyando iniciativas de comunicación científica y la promoción de la popularización de la ciencia y la tecnología.

Que este mes de la ciencia no pase inadvertido. Que el reconocimiento de la importancia de la ciencia y tecnología por parte de la sociedad costarricense no llegue demasiado tarde.

## **FERIAS DE CIENCIA E INGENIERÍA**

*“En el país hay mucho talento que espera oportunidades para compartir sus conocimientos, las ferias de ciencia e ingeniería son una de las más importantes”.*

Dos cosas hay que crecen si se comparten, dice un viejo proverbio indio. La primera, obviamente, es el amor y la segunda, el conocimiento. Relacionado con esto último, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones junto con el Ministerio de Educación Pública ha auspiciado la realización de esta fiesta para compartir el conocimiento, para hacerlo crecer.

Cada año alrededor de 5 mil jóvenes, tutores y jueces, sin contar todos los padres de familia y otros ciudadanos, participan en las 27 Ferias Regionales de Ciencia y Tecnología, a lo largo y ancho del país.

Los jóvenes nos demuestran que en Costa Rica hay mucho talento que ha estado esperando oportunidades como estas para hacer evidente de lo que es capaz la juventud de este país, usando de metodologías científicas y abordajes pedagógicos rigurosos.

En ellos visualizamos ciudadanos con la semillita del valor del conocimiento en sus mentes y sus corazones. En ellos descansa el futuro de la ciencia y la tecnología del país.

Con el tiempo estas actividades han ido creciendo en cobertura, calidad y profundidad. Hoy participan más jóvenes con proyectos cada vez más ingeniosos e innovadores. Adicionalmente, a través de la participación en estas actividades, ellos están aprendiendo habilidades muy importantes para la vida tales como la responsabilidad, la perseverancia, el pensamiento científico, el trabajo en equipo y la comunicación, entre otras.

Estos jóvenes son hoy los magos modernos que convierten ideas en realidades.

Una mención especial debe hacerse al carácter diferenciador que representa el compromiso de los tutores en este proceso, quienes más allá de enseñar sobre una materia determinada, inspiran a los jóvenes a dar lo mejor de sí mismos. Esta es, sin duda, una de las mejores maneras en que un profesor y sobretodo un humano, puede trascender.

A los padres de familia, debe dárseles también el debido reconocimiento por el cumplimiento de su principal deber: el de estar ahí, acompañar a sus hijos y demostrar que lo que hacen sus hijos les importa y tiene un gran valor. Los felicito también por haber provisto el ambiente adecuado para que estas semillitas de la inquietud y curiosidad científica germinen de la mejor manera.

Este año, por ejemplo, me han conmovido unas niñas Bribris que estuvieron explicándome en la Feria Científica de la Región Grande de Térraba sobre la cosmovisión y espiritualidad en torno a la arquitectura de sus casas sagradas.

Unos jóvenes Cabécares de la Región Sulá expusieron en su lengua nativa (y con traductor) sobre una de las plantas medicinales usadas por sus chamanes, formulando profesionalmente la manera de preparación, dosis, efectos secundarios, fecha de caducidad, etc. Impresionante muestra de cómo armonizar la cultura y la ciencia.

De igual manera, otros cientos de proyectos fueron presentados, siempre atendiendo inquietudes científicas de los jóvenes o búsqueda de soluciones a problemas cotidianos. Otros ejemplos incluyen el diseño de dispositivos electrónicos para personas con discapacidades, filtros de agua, productos

naturales, estudio sobre los transgénicos, desarrollo de software con diversas aplicaciones, formas de preservar el ambiente, etc.

Finalmente, a todos ustedes jóvenes participantes, que con su esfuerzo demuestran que sus aspiraciones van más allá de lo común y corriente. En ustedes visualizamos futuros científicos, futuros ingenieros, futuros profesionales honestos, trabajadores y responsables. En ustedes vemos ciudadanos integrales, que de seguro, construirán un país mucho mejor, incluso, al que podamos imaginar.

## PRINCIPIOS DE ECOLOGÍA PARA LA POLÍTICA ACTUAL

*“Aprendamos de la ecología el valor de la coexistencia, naturalmente sujeta a la competencia, pero basada en el entendimiento, respeto y tolerancia”.*



Mucho puede aprender la ciencia política, de la ecología: principalmente de la interacción de los seres vivos y de ellos con su medio ambiente. Recordemos que los humanos somos entes biológicos y nuestras decisiones y conductas se ajustan a principios naturales que subyacen la razón, lo que permite desarrollar equilibrios entre poblaciones y garantiza nuestra sobrevivencia como especie.

Existe diversidad de especies, que en política serían las diferentes corrientes ideológicas, también existe la abundancia, es decir, el número de individuos de cada especie, partido político y su proporción dentro del todo. La combinación de diversidad y abundancia es el perfil único que en términos ecológicos es la estructura de la comunidad o el conjunto de actores políticos de un país.

La competencia es un factor que influye sobre la abundancia así como en la composición general de las comunidades de organismos. Existe competencia dentro y entre las especies, como la que ocurre en las convenciones internas de los partidos y antes de las elecciones, respectivamente. La competencia es necesaria para desarrollar interacciones positivas entre los elementos del sistema así como para mantener de la robustez y salud de los ecosistemas.

En las plantas se compite por agua, luz y nutrientes, que resultan en una serie de estrategias espacio-temporales que permiten una adecuada partición y optimización de recursos disponibles, lo que aplicándolo al medio político sería:

**Estrategia de diferenciación espacial.** Especies desarrollan capacidad de especializarse para colonizar hábitats particulares como lugares muy secos o muy húmedos, etc. Dentro de cada uno las especies ocupan nichos para desempeñar

funciones específicas en el ecosistema. Así que no es de extrañar la aparición de agrupaciones políticas de corte religioso o que representen segmentos particulares de la población.

**Estrategia de diferenciación temporal.** Permite que especies obtengan ventajas competitivas sobre otras durante periodos específicos, algunas se ven favorecidas durante la estación seca mientras que otras en la estación lluviosa, lo que permite entender la importancia de la alternancia del poder en los Gobiernos.

**Estrategia de intercambio y compensación.** Es utilizado por las especies para adaptarse a un sitio, aprovechando sus propias capacidades, las de otros o ambas. En el mutualismo dos especies reciben beneficios una de otra. En el comensalismo una se beneficia de la otra pero sin causarle perjuicio. En el parasitismo se vive a costas de la otra especie. Este último caso es común tanto en los ecosistemas como en la política.

En la naturaleza, la dominancia absoluta por periodos prolongados suele tener efectos negativos sobre la estructura de las comunidades, puede iniciarse luego de grandes alteraciones a los ecosistemas, muchas veces causadas por humanos. Experimentos realizados han demostrado que los ecosistemas recuperan rápidamente su riqueza de especies luego de la remoción de los dominantes absolutos.

Es ingenuo creer que nuestras formas de organización fueron inventadas por humanos, son simplemente adaptaciones de validaciones hechas durante millones de años en la naturaleza. Aprendamos de la ecología el valor de la coexistencia,

naturalmente sujeta a la competencia, pero basada en el entendimiento, respeto y tolerancia.

## LOS SIETE HÁBITOS DE UN PUEBLO SUBDESARROLLADO

*“Aún la mayoría de la población tiene muy arraigadas costumbres propias de lugares subdesarrollados”.*

Por más que digamos y aspiremos a lo contrario, todavía persisten. Aún la mayoría de la población en Costa Rica tiene muy arraigadas costumbres propias de lugares subdesarrollados. Me remito a las siguientes evidencias:

Primera: la impuntualidad. La sola existencia de la “hora tica”, basada en la creencia de que es mejor ser esperado que esperar, refleja falta de disciplina y un claro irrespeto al valor del tiempo de los demás. Esto es aún peor cuando la llegada tardía es acompañada de una excusa inverosímil y ofensiva al intelecto.

Segunda: el irrespeto a las señales de tránsito. Se ve a diario y se paga con miles de accidentes y pérdida de vidas. Lo más preocupante son los razonamientos que subyacen en la cultura vial, donde se considera que la máquina es más importante que la persona y el transporte personal prevalece sobre el colectivo. En un alto, el carro no se detiene por un peatón. En la calle, un vehículo ocupado por un pasajero no le da prioridad al autobús.

La tercera evidencia resalta en las calles, patios y ríos de este país. A pesar de lo que se ha insistido, todavía una parte de la población no tiene la menor de las contemplaciones para deshacerse de la basura en el lugar y momento en que le incomode.

Basta con caminar por cualquier acera para salir premiado con la cuarta evidencia: una caca de perro en el zapato. Esta es una de las más odiosas costumbres de un pueblo subdesarrollado: sacar a pasear las mascotas para que hagan sus “gracias” en la vía pública sin hacerse cargo ni que importe quien pase después.

El irrespeto a los sitios preferenciales es la quinta. En el autobús, sinvergüenzas toman los asientos reservados para adultos mayores y embarazadas, haciéndose los ocupados o dormidos para no cederlos. En el estacionamiento se roban los espacios reservados para las personas con discapacidades.

La existencia de casilleros en la entrada de tiendas y supermercados para evitar que bolsos y mochilas salgan cargados de artículos sin pagar, es otro signo típico de un pueblo subdesarrollado. En los países desarrollados, los clientes pueden circular libremente porque no se considera esa posibilidad.

La séptima evidencia se observa en los aeropuertos de los países subdesarrollados, donde todavía hay que hacer filas para pagar impuestos de salida. En los países desarrollados son más sutiles y los cargan al costo del boleto.

A pesar de lo anterior, el pueblo costarricense también conserva, como parte de su esencia, una serie de buenos hábitos considerados en peligro de extinción en otras latitudes, tales como el buen humor y la sonrisa, la facilidad para entablar una conversación con un desconocido, la calidez, sobre todo en los lugares rurales, y la gentileza con la que se recibe a los visitantes.

Asimismo, el “con mucho gusto” y el “pura vida” constituyen un reflejo de la amabilidad y buena disposición de los costarricenses.

Que se corrija lo que hay que corregir y que se mantenga lo que hay que mantener, para que siga valiendo la pena vivir en esta tierra bendita.

## **APRENDIZAJE INVISIBLE**

*“En esta era del conocimiento, están ocurriendo cambios tecnológicos y de paradigmas que revolucionarán los sistemas de aprendizaje tradicionales”.*

Al observar la velocidad en el avance del conocimiento y percatarse cómo muchos profesionales se desactualizan rápidamente, es común escuchar a los estudiantes de todos los niveles del sistema educativo preguntarse si lo que están estudiando les va a servir de algo y cuánto les va a durar.

Es probable que tengan la razón, porque en estos tiempos el aprendizaje lejos de ser puntual y estático constituye necesariamente una actividad continua, en la que adquirir conocimientos debe hacerse durante toda la vida y el aprender se vuelve tan natural como comer o asearse: hay que hacerlo todos los días.

Todos sabemos más de lo que aprendimos en la educación formal. Por eso, las formas alternativas de aprendizaje cobran cada vez más importancia a pesar de que los conocimientos y habilidades adquiridos no sean certificables. Se aprende en ambientes informales como la televisión, internet, el juego, la familia, los amigos, el trabajo y en ambientes no formales como las capacitaciones realizadas en instituciones no escolares. A esto se le denomina aprendizaje invisible.

Decía El Principito de Antoine de Saint-Exupéry que a veces “lo esencial es invisible a los ojos”. En este sentido, es fundamental reconocer la importancia del aprendizaje invisible como elemento complementario y potenciador de la educación formal, cuya consideración permite a los estudiantes aprovechar cada espacio de la interacción cotidiana para hacer una lectura más comprensiva de la realidad, predisponiéndolos a aprender de los demás y también de sí mismos.

En el aprendizaje invisible se combinan diferentes maneras de adquirir, procesar, crear y compartir contenidos, conocimientos, habilidades y experiencias,



haciéndose de manera individual o colectiva, cara a cara o virtualmente. Se consideran los conocimientos explícitos, codificables en palabras y símbolos, así como los tácitos que son experienciales y personales.

La importancia de adquirir competencias en entornos informales es ilustrada por Bernard Shaw, Nobel de Literatura de 1925, cuando decía que “desde niño tuve que interrumpir mi educación para ir a la escuela”.

Este desfase entre las habilidades enseñadas y las requeridas en el mundo profesional, es todavía vigente. Hoy, el liderazgo, la comunicación, la capacidad de resolver conflictos, los idiomas, el pensamiento lógico, el emprendimiento, así como la actitud para aprender y desaprender constituyen habilidades tan necesarias como los conocimientos técnicos.

En esta era del conocimiento, están ocurriendo cambios tecnológicos y de paradigmas que revolucionarán los sistemas educativos tradicionales. Por ejemplo, hace 11 años se inició un movimiento para crear una enciclopedia libre con contribuciones de voluntarios de todo el mundo, quienes aportaban contenidos según sus especialidades. Hoy Wikipedia cuenta con más de 20 millones de artículos escritos en 282 idiomas y constituye una de las principales fuentes para adquirir y compartir el conocimiento universal.

Más recientemente, Sebastian Thrun, vicepresidente de Google y profesor en Stanford, decidió ampliar la matrícula de su curso de inteligencia artificial a quien quisiera llevarlo, colocando en internet grabaciones de sus clases, materiales educativos, tareas y exámenes. Para su sorpresa, pronto pasó de 200 a más 160

mil alumnos de diferentes edades, nacionalidades y condición socioeconómica. El mayor impacto de su vida, según sus propias palabras.

Hoy se tiene a disposición facilidades de educación superior de primer nivel, bajo costo y de acceso universal en sitios como Udacity, Coursera, Peer to Peer University y el Banco Común de Conocimientos, donde algunas de las competencias adquiridas por estos medios empiezan a ser reconocidas por las empresas.

Ante esto, es pertinente preguntarse: ¿Está recibiendo esta generación la mejor educación que se puede dar? ¿Será hora de volver visible lo invisible?

## QUE SE AJUSTE LA LLAVE

*“Es perturbador ver cómo los jóvenes invierten tiempo y recursos en algo que, posiblemente, terminará en frustración y, a la larga, en un problema social”.*

En analogía a una tubería abierta, en este país se gradúan por año aproximadamente 28.000 profesionales en educación y ciencias sociales. Esto representa un 69,3% del total de los títulos otorgados por las universidades costarricenses, según los últimos datos del IV Informe del Estado de la Educación. Ciertamente, el país requiere de buenos educadores, abogados y psicólogos; pero definitivamente no tantos.

**Ciencias Sociales colmadas.** Por ejemplo, en el campo de la educación, el MEP (que constituye el principal empleador, con el 90% de los asalariados) indica que cada año puede colocar menos del 15% de los 10.600 graduados. Adicionalmente, por las características del sistema educativo público, los pocos contratados tendrán que desempeñarse en centros educativos pequeños y, generalmente, alejados de los grandes centros de población.

Esa es la realidad: las posibilidades que tiene un recién graduado en educación para ejercer su profesión son muy restringidas. Prueba de esto es que, seguramente, todos conocen a algún educador desempleado, subempleado o trabajando en otra cosa.

Esto es algo que deben considerar quienes hoy optan por estas carreras así como quienes las están ofreciendo. Es perturbador ver cómo los jóvenes invierten tiempo y recursos en algo que, posiblemente, terminará en frustración y, a la larga, en un problema social.

Asimismo, es preocupante que solamente 15 de las 260 carreras de educación estén acreditadas, lo que hace la situación aún más compleja, no simplemente en

términos de cantidad, sino también de calidad. Esto naturalmente tiene repercusiones sobre el nivel de los procesos de enseñanza-aprendizaje que están recibiendo los niños y jóvenes del país.

**Solo por demanda.** Por otro lado, datos del mismo Informe se señala que los graduados en áreas de ingeniería representan solamente un 6,3% de todos los títulos emitidos. Considerando que este país está en transición hacia una economía basada en el conocimiento y la innovación, lejos de cerrar la llave para el acceso estudiantil a esas carreras, más bien hay que abrirla.

Esta consideración es respaldada por estudios de la Oficina de Planificación de Educación Superior, entrevistas a empleadores, información recolectada en las ferias de empleo, y hasta por la frecuencia de los anuncios en los diarios, que señalan que los ingenieros cuentan con numerosas oportunidades de empleo y que de estos profesionales se necesitan muchos más.

Al respecto, será fundamental que las universidades consideren, en el corto plazo, redefinir el número de cupos asignados a las diferentes carreras. Por ejemplo, es cierto que pocos estudiantes se deciden por las ingenierías, pero también es cierto que muchos de los que concursan para entrar a esas carreras se quedan por fuera, por la cantidad de espacios asignados. Esto podría resolverse rápidamente con buena planificación de las entidades rectoras.

**Otras medidas.** También, compete a las universidades valorar el cierre temporal de algunas carreras que presentan sobreoferta de profesionales. Esta decisión, de

cerrar o abrir la llave, naturalmente deberá ser considerada a la luz de su autonomía o de sus facultades como entes privados, según sea el caso.

Costa Rica debería proponerse duplicar en los próximos 10 años la cantidad matriculados en educación terciaria, pero otorgando un mayor peso a las ingenierías y las ciencias.

Para hacerlo, habrá que superar paralelamente otro desafío quizá aún mayor: duplicar el porcentaje de graduados de la educación secundaria diversificada, donde los jóvenes cuenten con sólidas bases en matemáticas, ciencias y con mayor claridad sobre sus inclinaciones cognitivas y vocacionales.

El reto es grande y urgente. De la precisión con que se regule la llave dependerán las posibilidades de aumentar la competitividad del país.

## **INVERSIÓN EN INNOVACIÓN Y CAPITAL HUMANO**

Alejandro Cruz Molina

Keilor Rojas Jiménez

*“Los esfuerzos hechos en el pasado en materia de innovación y formación profesional ya no son suficientes para mantener al país competitivo”.*

Costa Rica ha tomado la decisión de transitar hacia una economía del conocimiento. Esto implica emprender acciones estratégicas que fortalezcan las capacidades nacionales en ciencia, tecnología e innovación como elemento fundamental para alcanzar una mayor competitividad.

El país presenta uno de los mejores desempeños económicos de la región, en virtud de la estabilidad política y la apertura al comercio internacional, donde además ha sido capaz de armonizar la protección del medio ambiente con el establecimiento de empresas de alto valor agregado. Esto ha permitido diversificar la oferta de productos a más destinos internacionales, propiciando un impulso a la economía nacional.

Sin embargo, los esfuerzos hechos en el pasado en materia de innovación empresarial y formación de profesional ya no son suficientes para mantener al país competitivo a nivel global. Esto se evidencia en el hecho de que Costa Rica debe esforzarse para seguir el ritmo a nuevos competidores de economías y tamaños similares como Panamá, Uruguay, Irlanda o Singapur.

Adicionalmente, el ingreso de grandes actores al comercio mundial como China e India exigen, para mantenerse competitivos, emprender una transición hacia una economía impulsada por el conocimiento y la innovación, que a la vez genere fuentes de empleo, reduzcan la pobreza y la desigualdad social.

Algunos factores por tomar en cuenta en esta transición incluyen aumentar la inversión en investigación e innovación, ampliar la disponibilidad de capital humano de alto nivel especialmente en áreas relacionadas con las ciencias y las



ingenierías, así como disponer de incentivos financieros para la innovación empresarial y las prácticas modernas de gestión de la calidad.

El rumbo por seguir es claro; se debe integrar el conocimiento a la base productiva del país, fortaleciendo el desarrollo tecnológico, promoviendo la innovación empresarial, vinculando los centros de investigación con las empresas y apoyando la cultura del emprendimiento.

Evidencias de esta necesidad se han visto desde el fondo de apoyo para las pequeñas y medianas empresas Propyme, que aumentó significativamente la cantidad y calidad de solicitudes para fortalecer la innovación y el desarrollo tecnológico. Aunque se ha colocado el 100% de los recursos disponibles, es evidente que se requiere un esfuerzo adicional para satisfacer las necesidades del sector.

Estudios recientes indican que las empresas beneficiarias de este fondo mejoran su productividad, generan más empleos y exportan más que otras empresas. En este sentido, es estratégico contar con incentivos que permitan a las empresas convertir el conocimiento en nuevos productos, servicios y procesos, favoreciendo así el desarrollo económico y social.

Por otro lado, se está llegando a un punto donde los sectores de rápido crecimiento y claves para la competitividad del país, están afrontando limitaciones para encontrar en el país el capital humano que necesitan para desarrollar sus actividades, especialmente en las áreas intensivas en conocimiento.

El talento humano costarricense, que constituye una de las principales ventajas competitivas del país, paradójicamente también se está convirtiendo en un desafío de atención inmediata; solamente mediante el incremento de las capacidades del capital humano, los costarricenses podrán encontrar más y mejores posibilidades de empleo, reduciendo las tasas de desempleo, la desigualdad salarial y los niveles de pobreza.

Ante las necesidades de inversión identificadas, es necesario aumentar la inversión nacional en el corto plazo, por ejemplo, considerando la aprobación de una operación de préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo por \$35 millones. Es urgente atender dos requerimientos estratégicos: innovación empresarial y capital humano.

Se debe otorgar financiamiento para que profesionales puedan realizar estudios de maestría y doctorado en áreas científicas y tecnológicas, para atraer talento experto que fortalezca la investigación y desarrollo en áreas estratégicas, así como proveer de actualización y especialización profesional en sectores tecnológicos de punta.

Asimismo, son necesarios los incentivos para que las pequeñas y medianas empresas desarrollen sus capacidades empresariales, cumplan con estándares de calidad requeridos por los mercados internacionales y aumenten la cantidad y sofisticación de los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.

De la asignación clara y sostenida de mayores recursos para apoyar la innovación empresarial y el capital humano dependerá la aspiración de convertir a Costa Rica en una economía basada en el conocimiento, altamente sofisticada y competitiva.

## LA INVERSIÓN EXTRANJERA MÁS DESEABLE

Alejandro Cruz Molina

Keilor Rojas Jiménez

*“Quisiéramos que la inversión extranjera directa sea intensiva en conocimiento, sofisticada y de muy alto valor agregado”.*

Con motivo de la reciente conmemoración del décimo aniversario del establecimiento de una importante empresa multinacional del sector tecnológico en Costa Rica, quisiéramos abrir un espacio para reflexionar sobre algunos de los elementos que, desde la perspectiva del sector, consideramos son deseables tener presente en los procesos de atracción de inversión extranjera directa al país.

En primer lugar quisiéramos que la inversión extranjera directa sea intensiva en conocimiento; que quien decida invertir en el país es porque fue atraído más por el cerebro que por el músculo, porque valoró más el conocimiento y la inteligencia que la fuerza de los costarricenses. Consecuentemente, esperamos que esté dispuesto a ofrecer buenas remuneraciones por ello.

En segundo lugar, deseamos que lo generado, producto de las operaciones en el país, sea muy sofisticado y de alto valor agregado. Por eso, nos complace que HP haya decidido establecer aquí el único centro de investigación y desarrollo que la empresa tiene en Latinoamérica, el cual cuenta con más de 200 ingenieros costarricenses altamente capacitados, en gran parte apoyados por el Micitt, que hoy diseñan circuitos y otros productos de alta tecnología que se exportan a todo el mundo.

En tercera instancia, consideramos fundamental que estas empresas se vinculen estrechamente y hagan negocios con las locales, de manera que estas últimas les provean no solamente insumos básicos sino también bienes y servicios de alto valor agregado.

Asimismo, deseamos que las empresas establecidas cuenten con sólidos y permanentes programas de formación y capacitación, que permitan el crecimiento personal y profesional de los costarricenses que ahí trabajan. De modo que, ante una eventual salida, el trabajador cuente con mayores habilidades, destrezas, experiencia y contactos, útiles para poner en práctica en otra empresa o incluso para formar la suya propia.

Quisiéramos que, estas compañías intensivas en conocimiento, tuvieran una fuerte vinculación con las universidades nacionales; contribuyendo a retroalimentar, actualizar y fortalecer los programas de grado y posgrado, colaborando con los centros de investigación nacionales, posibilitando el flujo de profesores y estudiantes, así como proveyendo acceso a sus tecnologías para fines académicos.

En sexto lugar se espera que las empresas tengan una fuerte vinculación con las instituciones del Gobierno, más allá de lo formal, y que contribuyan con los programas de educación, formación y bienestar social, entre otros. Incluso, se esperaría que tuvieran sus propios programas de responsabilidad social dirigidos a las comunidades de su entorno.

Por último, es necesario que estas empresas sean consistentes con uno de los valores más fundamentales de los costarricenses: el ser respetuosos del medio ambiente. Por tanto, se espera que las empresas hagan un uso y manejo responsable de sus insumos y sus desechos. Además, en el mundo tan

competitivo de hoy, ante la igualdad de precios y calidad, ciertamente el ser ambientalmente amigable constituirá un plus.

En fin, esperamos que la inversión extranjera directa tenga como premisa contribuir con la construcción de un mejor país que el encontrado al momento de establecerse. Por esto, nuestro reconocimiento a esta empresa, que al igual que otras empresas aquí establecidas, así lo han hecho.

## EL TOUR DE FRANCIA Y LA ENTRADA A LA OCDE

*“Cuando se entra a un equipo de alto desempeño, se evidencian las limitaciones propias, pero también que se adquieran nuevas perspectivas y destrezas para hacerse más competitivo”.*



En cada etapa de una vuelta ciclística, luego de un buen rato de pedalear, generalmente se logra distinguir a un pequeño grupo de escapados, luego otro grupo que los persigue aspirando a darles caza y detrás, el grueso pelotón de rezagados. Lo mismo sucede en el concierto de las naciones.

Los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) son esos atletas de alto rendimiento que se encuentran a la cabeza de la competencia. Los siguen una serie de economías emergentes de dinamismo creciente, entre ellas Costa Rica. Luego está el resto de los países que van quedando cada vez más atrás.

Hace pocos días, el grupo de escapados aceptó que Costa Rica podría integrarse a su pelotón si para el 2015 lograba ponerse las pilas, entrenar más fuerte y disciplinarse; es decir, si logra implementar políticas de calidad acordes con los estándares y mejores prácticas internacionales en ámbitos como hacienda pública, comercio internacional, ciencia y tecnología, educación, ambiente, economía y planificación, entre otros.

Llegar a este punto no es ninguna casualidad, como tampoco lo es que un ciclista costarricense esté participando en el Tour de Francia por primera vez, considerado el máximo evento de este deporte en el mundo. Esto es el resultado del empeño y dedicación con que han trabajado el deportista y su equipo. Gran honor y a la vez gran responsabilidad.

Desde hace más de un año el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones ha estado participando en grupos de trabajo de la OCDE

sobre políticas de ciencia, tecnología e innovación. Eso ha hecho, como ocurre cuando se integra un equipo de alto desempeño, que se evidencien las limitaciones propias, pero también que se adquieran nuevas perspectivas y destrezas para mantener la participación en eventos de alto nivel.

Los grupos de trabajo de la OCDE constituyen auténticos centros de estudio y de pensamiento estratégico, así como espacios para compartir experiencias en torno a la implementación de políticas públicas. Por ejemplo, nos hemos planteado inquietudes comunes con Irlanda, Bélgica y Malasia como las siguientes: ¿Se estará agotando el modelo adoptado? ¿Qué estrategias deberán seguir los países pequeños para mantenerse competitivos en las condiciones actuales? ¿Cómo se deberían manejar los procesos de transición ante eventuales cambios?

Este tipo de interacciones, junto con la discusión de los temas de punta relacionados con el sector, tales como promoción de políticas para la innovación de sistemas complejos (transporte, energía, salud, alimentación), acceso abierto al conocimiento, especialización inteligente y crecimiento verde e inclusivo, entre otros, hacen que la OCDE se convierta en uno de los organismos multilaterales donde realmente vale la pena participar.

A las puertas de empezar a codearse en Francia con los mejores competidores del mundo, deseamos el mayor de los éxitos a nuestro pedalista, seguros de que gracias a su empeño, perseverancia, disciplina y tenacidad se mantendrá competitivo y, ojalá, entre “los escapados”. Lo mismo esperamos para Costa Rica.

## LA DECISIÓN TOMADA

*“Para ser consecuentes con la decisión tomada será fundamental aumentar la inversión en I+D+i así como duplicar la cantidad de investigadores”*

El pueblo de Costa Rica fue contundente. Decidió respetar la naturaleza y que no basaría su economía en la extracción de los metales de sus suelos ni en la exploración y explotación del petróleo que pueda existir. Esta decisión implica, directa o indirectamente, que el país basará su economía en las capacidades de su recurso más importante: su gente y su inteligencia.

Por esto se ha venido invirtiendo un monto importante del PIB en educación. Pero no es suficiente. Nuestros competidores globales, de tamaños y economías similares, como Singapur, Malasia, Irlanda, Uruguay y otros, también están haciendo lo mismo y quizás aún mejor.

Por otro lado, cuando se analiza las capacidades de los países desarrollados con PIB per cápita superior a los 25 mil dólares, se observa que estos tienen más de 4 mil investigadores por millón de habitantes. Costa Rica cuenta con alrededor de 2 mil.

Esto implica que si se quisiera aumentar las capacidades nacionales para atraer, absorber, procesar, generar y transferir conocimiento a partir del cual se ofrezcan nuevos bienes y servicios que sean útiles y comercializables, se debe duplicar el capital humano de alto nivel.

Asimismo, la inversión de estos países desarrollados en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) alcanza en promedio 2,5% del PIB, donde aproximadamente dos tercios provienen del sector privado. En Costa Rica durante el 2011 se invirtió solamente 0,46% del PIB en estas actividades y menos de un tercio fue aportado por las empresas. Esto claramente no es suficiente.

En el corto plazo será estratégico que el país duplique, al menos, su inversión en I+D+i y que el sector privado aumente su participación. Para esto será fundamental la implementación de políticas públicas que incluyan una mayor provisión de incentivos directos (Fondo Propyme y Fondo de Incentivos), facilidades de acceso al financiamiento (Sistema de Banca para el Desarrollo, fondos de avales, capital semilla, capital de riesgo, banca comercial, mercado de capitales), compras públicas a desarrollos locales, incentivos fiscales y la simplificación de trámites para la inversión en proyectos de esta naturaleza.

En este marco, el Gobierno está haciendo actualmente un importante esfuerzo para contar con mayores recursos que fortalezcan la innovación empresarial y el capital humano para la competitividad, a través de la gestión de un empréstito con el Banco Interamericano de Desarrollo. Este se encuentra en la Asamblea Legislativa y esperamos que los señores diputados lo puedan ratificar pronto.

Sin embargo, a pesar de lo urgente y estratégico que representa contar con los recursos de este préstamo, esta iniciativa deberá ser complementada con un esfuerzo sostenido y de largo plazo, que trascienda administraciones y que garantice mayores recursos para el sector ciencia y tecnología.

Costa Rica debería proponerse como meta duplicar (y distribuir mejor) su PIB per cápita en los próximos 10 años.

Para esto, la evidencia internacional indica que será fundamental aumentar la inversión en I+D+i así como del duplicar la cantidad de investigadores.

Es responsabilidad de todos; academia, gobierno, empresas y sociedad civil ser consecuentes con la decisión tomada.

## **INNOVACIÓN PERVERTIDA**

*“Crear nuevas cosas o generar nuevo conocimiento ya no es suficiente para determinar el carácter innovador”.*

En una época donde la innovación se convirtió en una palabra “sexy” que todo el mundo usa indiscriminadamente para estar a la moda, es necesario señalar a quienes hacen cualquier cosa para luego autodenominarse innovadores, los señalo de pervertir el concepto de la innovación, los acuso de provocar una erosión sistémica y sistemática de su verdadero significado.

La innovación no se restringe a la creación de nuevos productos o a la investigación y desarrollo, como muchos plantean. Crear nuevas cosas o generar nuevo conocimiento ya no es suficiente para determinar el carácter innovador. La innovación tiene que ver con creación de nuevo valor. Tiene que ver con la capacidad de llevar a la realidad la creatividad y superar el filtro de aceptación de los usuarios.

Existen muchas ideas, iniciativas, inventos y hasta ocurrencias que hoy son tildadas de innovaciones; sin embargo, estas no se consideran como tales hasta que exista un tercero que aprecie su valor y que esté dispuesto a apropiárselas y utilizarlas. Hasta este momento se puede hablar propiamente de innovación.

A modo de ejemplo, los nuevos sistemas electrónicos que usan los bancos para atender al público constituyen en el amplio sentido de la palabra una innovación, porque promovieron mayor orden en la atención, eliminaron el hacer fila y son muy aceptados por los usuarios. Otro ejemplo es el desarrollo de productos libres de gluten consumidos por quienes padecen la enfermedad celíaca.

Datos de los últimos indicadores de ciencia, tecnología e innovación revelan que más del 90% de los empresarios se considera innovador. A la luz de lo expuesto



anteriormente, tal vez lo adecuado sería preguntar a sus usuarios, y también a quienes no son sus usuarios, si realmente los consideran innovadores. Esto también aplicaría para cualquier otra persona, empresa o institución que así se autoproclame.

Dice el proverbio chino que “el principio de la sabiduría está en llamar las cosas por su nombre correcto”; parafraseando se diría que el camino para alcanzar la innovación empieza llamando cada cosa por su verdadero nombre. Tener esto claro es fundamental para poder percibir y aprovechar las oportunidades que ofrece la innovación.

## ¿CÓMO SE INNOVA EN COSTA RICA?

Josué Fumero Delgado

*“La innovación no se sostiene de ocurrencias. Innovar no es producto del azar o el destino, es el resultado planificado de un esfuerzo sistémico y armónico de toda la organización”.*

El concepto “innovación” no es nuevo para el empresario nacional, sin embargo, se ha tornado más popular en los últimos años.

Como consecuencia directa de su popularización, algunos grupos lo usan sin distinción de otros conceptos relacionados pero no sinónimos. Un ejemplo es el concepto de creatividad.

Creatividad es producto del intelecto humano y se expresa a través de nuevas ideas o alternativas de solución para un problema. Un problema, bajo este concepto, no representa una situación negativa sino cualquier circunstancia que requiere una solución.

Innovación, por su parte, es producto de la gestión empresarial y se expresa usualmente como un nuevo producto, servicio o modelo de negocio, que es la forma como una empresa crea, transmite y captura valor.

*Sawney, Wolcott y Aroniz (2006)* dieron origen al concepto “innovación empresarial” para referirse a la creación sustancial de nuevo valor para los clientes y para la empresa a través de la transformación creativa de una o más dimensiones del sistema de negocio.

Para afirmar que “algo” es una innovación empresarial debemos hacernos dos preguntas: 1- ¿Se genera nuevo valor para los clientes? y 2- ¿Se generan utilidades para la empresa? Si ambas respuestas son afirmativas, entonces lo es.

Este concepto, ahora mundialmente aceptado, es el que debería de prevalecer en el sector empresarial costarricense. Bajo esta óptica, la creación de cosas nuevas

no es algo necesario ni tampoco suficiente. Los clientes son quienes deciden el valor de una innovación a través de su compra. Sin importar cuan innovadora la empresa se considere, lo que realmente importa es si los clientes están dispuestos a pagar por el valor creado.

Según los resultados de los últimos Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación publicados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, más de un 90% de las pequeñas y medianas empresas (pymes) costarricenses dicen ser innovadoras, es decir, afirman haber desarrollado algún tipo de actividad de innovación.

No obstante, cuando miramos con más detalle nos damos cuenta que las actividades más comunes fueron la capacitación (60%) y la compra de bienes de capital (59%). Actividades mucho más sustantivas como la investigación y el desarrollo interno o las actividades de ingeniería y diseño industrial alcanzaron porcentajes del 48% y 29.3%, respectivamente.

Descubrimos que la mayoría de la innovación realizada se queda en el mercado nacional. Del 70% de empresas que aseguró haber realizado alguna innovación de producto, el 55% afirmó que este se quedaba en el país, mientras que solo el 19.7% salía a mercados internacionales, lo que quiere decir que solo ese 19.7% fue realmente una innovación a nivel internacional y por ende encontró mercado en el exterior. El porcentaje restante era una innovación solo a nivel local.

Los empresarios usan diferentes fuentes para diseñar sus innovaciones. Un 72.2% aseguró encontrar en Internet la referencia para innovar. La buena práctica

internacional de usar bases de datos de patentes, revistas científicas y sitios oficiales de publicaciones es aún tímida en nuestro país con solo un 25.9% de empresas realizándolo.

La vinculación con el sector académico también se muestra débil, solo el 18.8% de los empresarios dicen haber tomado a universidades o centros de desarrollo tecnológico como fuente de información para innovar.

En cuanto al uso de la propiedad intelectual como herramienta para proteger la innovación empresarial, sólo un 11% de empresas a nivel nacional aseguran haber obtenido una patente dentro o fuera de nuestro país. Y los que lo han hecho deciden proteger su innovación prácticamente solo en el mercado nacional (69%) y centroamericano (16.7%).

De estos resultados podemos destilar algunas recomendaciones para ese grupo del sector empresarial que está interesado en apostarle a la innovación como herramienta de competitividad.

Es necesario comprender que la innovación no se sostiene de ocurrencias. Innovar no es producto del azar o el destino, es el resultado planificado de un esfuerzo sistémico y armónico de toda la organización.

Para hacer de la innovación una verdadera herramienta de competitividad, debe gestionarse desde la persona hasta el mercado. Contrario a la opinión popular, la programática es una disciplina indispensable para garantizar resultados a través del proceso creativo.

Los empresarios deben separarse del concepto tradicional, limitado y ya superado de innovación. La innovación se concebía únicamente como el resultado de la investigación y el desarrollo. Creíamos que para innovar era necesario invertir muchos años en investigación básica, luego aplicada y por último combinar ese conocimiento con la tecnología correcta.

Este camino sigue siendo una posibilidad, no es el único. La innovación trata de generar valor y eso se puede hacer de formas creativas y hasta científicamente irreverentes. Otras de las recomendaciones es que las universidades, como centros de generación del saber, transmitan al sector empresarial su conocimiento y tecnología para desarrollar nuevos productos o servicios que el mercado valore.

Por otro lado, las empresas, después de haber encontrado una necesidad en el mercado, acuden a las universidades para que estas desarrollen el conocimiento y la tecnología necesarios para materializar esa solución. Nuestros empresarios deben volver su mirada al sector académico para encontrar en ellos un aliado para innovar.

Si hacemos siempre lo mismo... ¿cómo podemos esperar resultados distintos?" Aplicando la lógica popular a la mecánica empresarial costarricense podríamos generar un nuevo proverbio: "Si no invertimos en innovación... ¿cómo podemos esperar resultados innovadores?".

Nuestros empresarios invierten lo mínimo en innovación. Muchos aún lo ven como un gasto y no como una inversión. La idea de capacitar a personal dentro de la empresa es vista como un lujo que no se pueden dar y la posibilidad de crear una

unidad especializada en el tema ni siquiera es considerada en los planes a largo plazo.

La innovación debe ser administrada y para esto debe garantizarse un ambiente propicio en donde: la estrategia, los procesos, los valores, los recursos y la organización como un todo abracen este nuevo estilo empresarial.

La última recomendación se fundamenta en otra porción de sabiduría popular: “no solo hay que poner el huevo, hay que cacarearlo”.

El reconocido experto en innovación empresarial *Vijay Govindarajan* describe innovación como “la comercialización de la creatividad”. Uniendo el conocido refrán y el concepto del experto, se deduce que si ya hemos desarrollado una innovación (el huevo) aseguremos su valor a través de alguna herramienta de protección de la propiedad intelectual (cacarearlo).

Nuestros empresarios necesitan entender que proteger sus innovaciones no es un gasto superfluo sino una entrada al negocio que están construyendo. Debemos familiarizarnos con estos procesos e incorporarlos en nuestra gestión empresarial.

En resumen, el escenario actual de la pyme costarricense es esperanzador. Un gran interés se ha despertado por el tema de la innovación recientemente y parece estar echando raíces profundas. No obstante es imperativo afinar nuestras estrategias para sacar el mejor provecho de este concepto, no como una moda pasajera, sino como una herramienta para el desarrollo.

## EL MINISTERIO QUE SUEÑO

*“Sueño que pronto se considerará que la mejor política social será aquella orientada a construir una sociedad y una economía basada en el conocimiento, que garantice, entre otras cosas, trabajos sofisticados, dignos y bien remunerados, que aseguren la certeza de una vida equilibrada y próspera”.*



Definitivamente con más recursos. Atendiendo principalmente lo estratégico y utilizando sus robustos instrumentos de política pública para orientar y articular la acción de la academia, el sector privado, el gobierno y la sociedad civil. Inspirado e inspirador. Así sueño un ministerio dedicado al conocimiento y la innovación.

Imagino que en el futuro se dará igual importancia y presupuesto a los programas de innovación y emprendimiento que a los de asistencia social.

Que el conocimiento y la innovación se constituirán en verdaderos ejes estratégicos del desarrollo nacional. Que la ciudadanía estará plenamente convencida de esto.

Sueño que pronto se considerará que la mejor política social será aquella orientada a construir una sociedad y una economía basada en el conocimiento, que garantice, entre otras cosas, trabajos sofisticados, dignos y bien remunerados, que aseguren a los ciudadanos la certeza de una vida balanceada y próspera.

Sueño que en el futuro se le dará más importancia al futuro. Que la prospectiva, es decir, la capacidad de visualizar y adelantarse al porvenir, constituirá la base para la planeación e implementación de políticas públicas de largo plazo que trasciendan administraciones. Que la continuidad de cada política, por regla general, dependerá de resultados positivos en rigurosas evaluaciones de impacto.

Imagino una institucionalidad mucho más simple, coordinada y con mayor flexibilidad administrativa. Una institucionalidad dinámica, que sepa y que esté al pendiente de leer los signos de los tiempos para que ante eventuales cambios del

entorno o desarrollo de nuevas tendencias pueda adecuar rápidamente sus programas e incentivos.

Imagino una institucionalidad que tenga las facilidades y los recursos para contratar a los mejores profesionales, así como para prescindir de quienes no se comprometan y cumplan satisfactoriamente. Imagino, incluso, una institucionalidad sin temor a reinventarse cuando sea pertinente, que esté plenamente consciente de que, como cualquier organismo vivo, todos nacemos, crecemos y también moriremos.

Sueño que si mañana alguien intentara cerrar ese ministerio, habría miles de ciudadanos manifestándose en contra. Esto porque conocen y valoran positivamente lo que la institución hace, porque saben para qué sirve y la importancia que eso tiene para cada una de sus vidas.

Así, cerca del ocaso de esta experiencia y a manera de aprendizaje, me atrevo a compartir este sueño, considerando, como decía Pedro Calderón de la Barca, que “la vida es sueño y los sueños, sueños son”.

## RESEÑA BIOGRÁFICA DEL AUTOR



### **KEILOR ROJAS JIMENEZ**

Viceministro de Ciencia y Tecnología de Costa Rica. Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Marburg, Alemania, Master en Biología de la Universidad de Costa Rica e Ingeniero Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Investigador en diferentes centros de investigación en Alemania, México, España y Costa Rica. Profesor en la Universidad Nacional y el Instituto Tecnológico de Costa Rica y emprendedor en el campo de la biotecnología. Participó en Comisión de Conformación de la UTN. Habitado a interacción con organismos multilaterales como la Unión Europea, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y la OECD. Ha escrito varias publicaciones de carácter científico y en temas relacionados con políticas públicas de ciencia, tecnología, innovación y educación superior.